

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Навчально-науковий інститут природокористування
Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня магістра

студента Краснікова Артема Владиславовича
(ПІБ)

академічної групи 183М-22-1
(шифр)

спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою – «Технології захисту навколишнього середовища»
(офіційна назва)

на тему «Удосконалення системи озеленення територій гірничих підприємств з використанням ГІС-технологій»
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
роботи	Бучавий Ю.В.		
розділів:			
Теоретичного	Бучавий Ю.В.		
Дослідницького	Бучавий Ю.В.		
Технологічного	Бучавий Ю.В.		
Охорони праці	Столбченко О.В.		
Економічного	Павличенко А.В.		
Рецензент			
Нормоконтролер	Ґрунтова В.Ю.		

Дніпро
2023

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

ЗАТВЕРДЖЕНО:
 завідувачка кафедри ЕТЗНС
 _____ Борисовська О.О.
 (підпис) (прізвище, ініціали)
 « » _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи магістра

студенту Краснікову А.В. академічної групи 183М-22-1

(Прізвище, ініціали)

(група)

спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

(код і назва спеціальності)

на тему «Удосконалення системи озеленення територій гірничих підприємств з використанням ГІС-технології», затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 17.10.2023 № 1265-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Теоретичний	Проаналізувати основні функції зелених насаджень в благоустрою промислових міст	09.09.2023 03.11.2023
Дослідницький	Обґрунтувати методи дослідження та провести оцінку ступеня озеленення санітарно-захисних зон об'єктів гірничо-металургійних підприємств.	30.09.2023 24.11.2022
Технологічний	Обґрунтувати заходи щодо відтворення зелених насаджень на досліджених територіях з урахуванням асортименту газостійких видів дерев та чагарників.	11.11.2023 30.11.2023
Охорона праці	Надати правила безпеки працівників під час проведення польових досліджень та робіт з озеленення територій	20.11.2023 05.12.2023
Економічний	Визначити вартість озеленення 1 га території санітарно-захисної зони	01.12.2023 15.12.2023

Завдання видано _____
 (підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі: _____
 Дата подання до екзаменаційної комісії _____

Прийнято до виконання _____
 (підпис) (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 84 с., 12 рис., 11 табл., 5 літературних джерел, додатка.

Об'єкт дослідження: характеристики озеленення санітарно-захисних зон підприємств Кривбасу.

Предмет дослідження: статистичні характеристики вегетаційних індексів, схеми озеленення та видовий склад газостійких дерев.

Мета роботи: оцінити ступень озеленення санітарно-захисних зон Кривбасу та обґрунтувати заходи щодо відтворення зелених насаджень на досліджених територіях.

В теоретичному розділі проведено аналіз основних функцій зелених насаджень для благоустрою промислових міст.

В дослідницькому розділі представлено методику дослідження та наведено результати оцінку ступеня озеленення санітарно-захисних зон об'єктів гірничо-металургійних підприємств за результатами зонально-статистичного аналізу.

В технологічному розділі наведено заходи щодо відтворення зелених насаджень на досліджених територіях з урахуванням асортименту газостійких видів дерев та чагарників.

У розділі охорона наведено правила безпеки працівників під час проведення польових досліджень та робіт з озеленення територій.

В економічному розділі розраховано вартість озеленення 1 га території санітарно-захисної зони.

У висновках наведено основні результати та практичні рекомендації до використання матеріалів роботи.

ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИЙ КОМБІНАТ, ХВОСТОСХОВИЩЕ,
ЗЕЛЕНІ НАСАДЖЕННЯ, ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ, ПРОГРАМА ESRI ARCGIS 10,
СИСТЕМА ОЗЕЛЕНЕННЯ, ВЕГЕТАЦІЙНІ ІНДЕКСИ

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1 РОЛЬ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ В БЛАГОУСТРОЇ	
ПРОМИСЛОВОГО МІСТА ТА ОЦІНКА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИК	9
1.1 Озеленення санітарно-захисних зон промислових підприємств	9
1.2 Природні функції зелених насаджень	11
1.3 Екологічна функція зелених насаджень під впливом антропогенних факторів середовища.....	21
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ З ОЦІНКИ СТАНУ	
ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ.....	26
2.1 Загальні характеристики території дослідження	26
2.2 Характеристика впливу підприємств на забруднення повітряного басейну .	27
2.3 Озеленення санітарно-захисних зон промислових підприємств	30
2.4 Методика визначення ступеня озеленення міських територій	31
2.5 Хід виконання роботи	34
2.6 Результати досліджень	42
2.7 Аналіз результатів дослідження та висновки	45
РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАХОДИ ІЗ ВІДТВОРЕННЯ ЗЕЛЕНИХ	
НАСАДЖЕНЬ КРИВОРІЗЬКОГО РАЙОНУ	49
3.1 Підбір асортименту рослин для озеленення санітарно-захисних зон	49
3.2 Конструкція санітарно-захисних насаджень	52
РОЗДІЛ 4 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ІНСТРУКЦІЇ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ	
ВИСАДЖЕННІ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ НА УРБАНІЗОВАНИХ	
ТЕРИТОРІЯХ	Ошибка! Закладка не определена.
4.1 Основні нормативно-правові документи що регламентують проведення робіт з озеленення міських територій	Ошибка! Закладка не определена.
4.2 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів для працівників при висадці зелених насаджень за допомогою спецтехніки	Ошибка! Закладка не определена.

4.3 Рекомендації щодо зниження небезпеки робітників підчас виконання робіт з посадки зелених насаджень **Ошибка! Закладка не определена.**

РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК СОБИВАРТОСТІ РОБОТ З ОЦІНКИ ТА

ВІДНОВЛЕННЯ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ НА ТЕРИТОРІЯХ САНІТАРНО-ЗАХИСНИХ ЗОН **Ошибка! Закладка не определена.**

5.1 Загальні характеристики робіт з відновлення зелених насаджень **Ошибка! Закладка не определена.**

5.2 Розрахунок експлуатаційних витрат на озеленення санітарно-захисних зон **Ошибка! Закладка не определена.**

ВИСНОВКИ 57

Додаток А **Ошибка! Закладка не определена.**

Додаток Б **Ошибка! Закладка не определена.**

Додаток В **Ошибка! Закладка не определена.**

Додаток Г **Ошибка! Закладка не определена.**

Додаток Д **Ошибка! Закладка не определена.**

ВСТУП

Дніпропетровщина добре забезпечена мінеральними ресурсами, яка володіє приблизно 50% від загальнодержавних запасів корисних копалин[1]. Саме тут розташований Криворізький залізорудний басейн, який є найбільшим в Україні. Видобуток проводять на Північному, Південному, Інгулецькому, Центральному, Новокириворізькому ГЗК. Але відкриті гірничі роботи, які проводять з корисними копалинами, призводять до викиду пилу та газів у повітрі робочої зони, які негативно впливають на навколишнє середовище, створюючи небезпеку для мешканців прилеглих житлових районів.

Для вирішення цієї проблеми використовують зелені насадження санітарно захисних зон (СЗЗ) які, через свої фільтруючі властивості, знижують запиленість атмосфери, через свої властивості нейтралізації забруднювачів знижують концентрацію шкідливих домішок, регулюють пилові та газові потоки, у залежності від висоти і ширини насаджень, та насичують повітря киснем [2]. Доочищення та насичення повітря киснем повітря є важливою частиною зелених насаджень санітарно-захисних зон.

Для того, щоб не перевищувати гранично допустимих концентрацій, в залежності від класу небезпеки підприємства, СЗЗ встановлюють, згідно з діючого законодавства [3].

Але через складні умови розташування та зростання дерев на СЗЗ кар'єрів, озелененню СЗЗ гірничих підприємств приділяють мало уваги. А традиційні методи «польового» дослідження пов'язані з рядом труднощів та вимагають фінансові та трудові ресурси. Тому доцільно використовувати сучасні методи дистанційного зондування землі (ДЗЗ), для розробки та контролю системи озеленення, використовуючи сучасні геоінформаційні системи (ГІС) та технології. За допомогою цих технологій можна визначити вплив підприємств на навколишнє середовище, визначити ефективність озеленення, знайти фактичну площу зелених насаджень та оцінити відповідність озеленення СЗЗ до норм природоохоронного законодавства.

Санітарно-захисні смуги є основним елементом агролісомеліорації.[4] В залежності від ґрунтово-кліматичних параметрів території, для озеленення СЗЗ використовують рослини, асортимент яких вирішується з урахуванням їх призначення, для очищення повітря від конкретних забруднювачів та сприяли покращенню санітарно-гігієнічних умов. При проектуванні повинні враховуватися розміри зони забруднення та джерела виробничих викидів підприємств в атмосферу[5].

Об'єкт дослідження: рослини та ступень озеленення санітарно-захисних зон Криворізького району.

Предмет дослідження: статистичні характеристики вегетаційних індексів, схеми озеленення та видовий склад газостійких дерев.

Мета роботи: оцінити ступень озеленення санітарно-захисних зон Кривбасу та обґрунтувати заходи щодо відтворення зелених насаджень на досліджених територіях.

Для досягнення мети в роботі вирішувались наступні завдання:

1. Проаналізувати основні функції зелених насаджень в благоустрою промислових міст;
2. Розробити схему оцінки озеленення Криворізького району за допомогою методів ДЗЗ й ГІС та дослідити ступінь озеленення санітарно-захисних зон на основі зонально-статистичного аналізу;
3. Обґрунтувати заходи щодо відтворення зелених насаджень на територіях санітарно-захисних зон, з урахуванням асортименту газостійких рослин;
4. Запропонувати заходи з охорони праці та техніка безпеки під час польових досліджень та робіт з озеленення міських територій;
5. Визначити кошторис на відновлення та озеленення умовної ділянки на території санітарно-захисної зони.

Практичне застосування: Запропонований у роботі методологічний підхід дозволяє зручно визначати ступень озеленення СЗЗ на території м. Криви Ріг. Перевагою такого підходу є оперативність, об'єктивність отриманих

результатів та відсутність матеріальних витрат на дослідження.

Апробація роботи: Матеріали роботи апробовані XI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ, АСПРАНТІВ ТА МОЛОДИХ ВЧЕНИХ «МОЛОДЬ: НАУКА ТА ІННОВАЦІЇ»

Красніков А.В. Удосконалення системи озелення території гірничих підприємств з використанням ГІС технологій / А.В. Красніков, Ю.В. Бучавий // Молодь: наука та інновації: матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, Дніпро, 22–24 листопада 2023 року / Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» – Дніпро : НТУ «ДП», 2023. – С. 360–361.

РОЗДІЛ 1 РОЛЬ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ В БЛАГОУСТРОЇ ПРОМИСЛОВОГО МІСТА ТА ОЦІНКА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИК

1.1 Озеленення санітарно-захисних зон промислових підприємств

Комфортність міського середовища - це суб'єктивне почуття й об'єктивний стан повного здоров'я людини за даних умов навколишнього міського середовища, включаючи його природні й соціально-економічні показники [3].

Міський ландшафт являє собою у різному ступені функціональну й територіальну єдність змінених компонентів природного ландшафту, міських технічних систем і техногенних комплексів.

Частиною міського ландшафту є його екологічний каркас, під яким розуміється функціонально-організована система збережених у ньому природних територій, з'єднаних екологічними коридорами й доповнених ділянками реставрованих до „необхідної пропорції дикої природи” екосистем, здатних забезпечити схоронність і стійке функціонування повноцінного набору їх компонентів в умовах міста.

Зелені насадження є невід'ємним компонентом комплексної зеленої зони ландшафту, що забезпечує озеленення й відновлення території, охорону природи, умовою оптимальної життєдіяльності, побуту й відпочинку.

До системи озеленення сучасного міста входять насадження на територіях дворів, у садах житлових районів, на ділянках шкіл, разом із насадженнями в парках, дитячих майданчиках, скверах і на бульварах, на промислових, та складських територіях, на смугах для транспортної комунікації, а також заповідники, санітарно-захисні й водоохоронні зони.

Озеленення міст впроваджується згідно науково-обґрунтованих принципів і нормативів. Створення системи озеленення і його нормативів у населених пунктах залежать від їхнього розташування й місцевих умов, таких як:

1. Кліматичні, що включають в себе кількість атмосферних опадів, температурний режим, швидкість і напрямок вітрів, характер інсоляції.

2. Природно-ландшафтних до яких входять: наявність лісових масивів, структурні особливості рельєфу й ґрунтів, розташування водойм.

3. Та інших: розмірів, народногосподарського профілю й планувальної структури міст і селищ.

Крім того, необхідно рівномірно розміщувати бульвари, набережні, озелененні смуги серед забудов садів, парків та інших великих зелених масивів, зв'язаних між собою й пов'язувати із ними приміські ліса та водойми в єдину систему [4].

Великі міста мають всі елементи системи озеленення, а сільські населені пункти, селища або малі міста мають не повну кількість елементів. Створення системи елементів, що озеленюють, залежить від сукупності міських й природних умов. Зелені насадження створюють для захисту між жилою та виробничою зоною. У південній частині основною ціллю зелених насаджень є захист вулиць, площ, житлових дворів і будинків від перегріву, та їхнє затінення. У північних районах - захист забудов від холодних вітрів, сніжних заметів. Аерація міської забудови є важливою складовою у великих промислових центрах, за допомогою відокремлення її зеленими масивами. У містах курортного типу створюють додаткові парки й зелені набережні, які створюють затишок великій кількості населення, що відпочиває. Крім того треба створити органічний взаємозв'язок між насадженнями із природними й штучними водоймами та рельєфом місцевості враховуючі архітектурними спорудженнями [5-7].

Крім площі зелених насаджень, необхідно знати їх біологічну продуктивність і тривалість вегетаційного періоду, а також особливості планувальної структури природного каркасу. Тому при аналізі, плануванні й проектування міського каркаса важливо не просто враховувати наявність і площі зелених масивів і смуг (або екокоридорів), але і їхнє розташування відповідно до інших елементів ландшафтно-екологічного каркасу території.

Виконуючи роботи з озеленення треба обґрунтовано вибирати асортимент дерев і чагарників, крім того слід розв'язувати питання розміщення насаджень

всіх категорій враховуючи їхню специфіку й характер житлової забудови, антропогенного навантаження тощо [8, 9].

1.2 Природні функції зелених насаджень

Зелені насадження - один з найбільш ефективних й економічних засобів підвищення комфортності і якості середовища життя городян.

Зелені насадження відіграють важливу роль в оптимізації умов урбанізованих територій, що полягає в їхній здатності зменшувати несприятливий вплив на людину факторів природного й техногенного походження. Тому рослини, формуючи міське середовище, є поліфункціональними і виконують, крім архітектурно-планувальної і естетичної функцій, ще й санітарно-гігієнічну, інженерно-захисну, рекреаційну функції [7, 9, 10].

Санітарно-гігієнічні функції зелених насаджень. Рослинні насадження у містах формують особливий фітоклімат, виконуючі наступні важливі функції [11, 12]:

- 1) регулюють сонячну радіацію;
- 2) перехоплюють частину атмосферних опадів і розподіляють їх у горизонтальному напрямку;
- 3) випаровують частину опадів і повертають їх в атмосферу;
- 4) осаджують воду, яка потрапляє у фітоценози з туманом;
- 5) сприяють випадінню роси;
- 6) затримують й акумулюють вологу в ґрунті і попереджають його ерозію;
- 7) захищають від шуму та вітру тощо.

Регулювання термічного режиму

Гігієнічне значення зелених насаджень полягає в контролюванні ними сонячної радіації (рис. 1.3): на затінених ділянках теплова радіація нижча (до 5, 0С), ніж на відкритій ділянці. Тому теплові відчуття людини ближчі до комфортних серед зелені, де зона комфортності перебуває в межах 17, 2-21, 7°С.

Рослини, які володіють деякою прозорістю, пропускають визначену частину променистої енергії, частину її поглинають, іншу кількість відбивають. При цьому листя відбиває в декілька разів більше енергії, ніж поверхні багатьох будівельних матеріалів.

Дерева, чагарники, ліани і просто дернина газону та комбінації з них ефективні для зниження як прямої, так і відбитої сонячної радіації. Вони поглинають тепло, забезпечують тінь та простір нерухомого повітря. Зелені насадження абсорбують тепло вдень, підіймають вечірню температуру, роблячи більш помірною вночі.

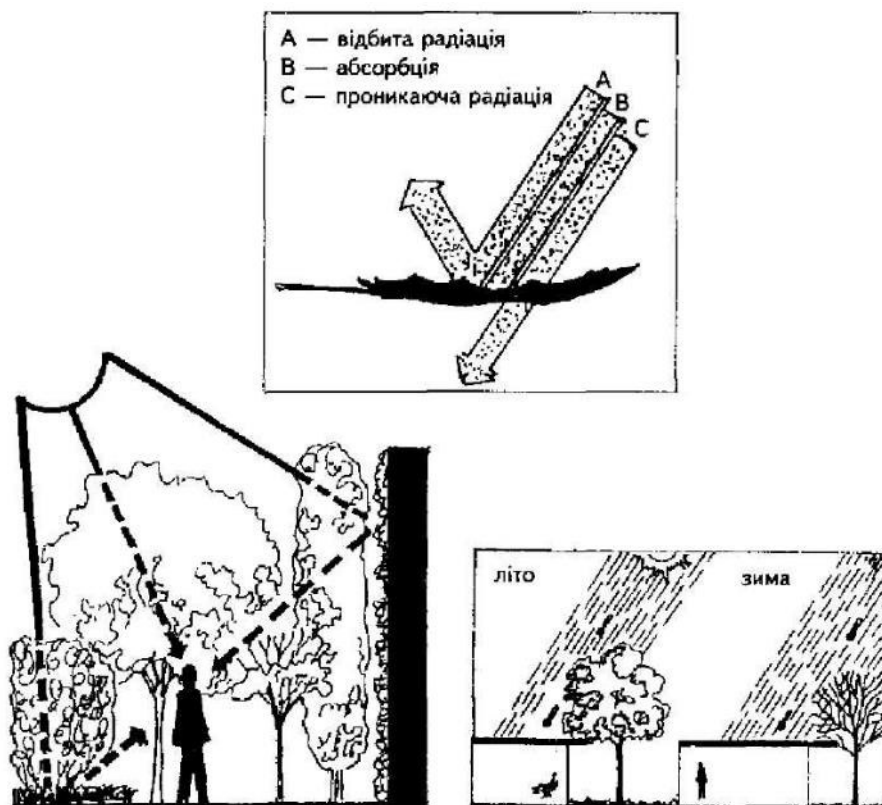


Рисунок 1.1 - Листопадні дерева перехоплюють сонячні промені влітку і пропускають їх крізь оголену крону взимку

Серед переваг можна виділити те, що сумарна сонячна радіація під кроною окремих видів дерев майже в 9 разів менша, ніж на відкритому місці [18к].

Зволоження повітря. Позитивний вплив на тепловідчуття людини чинить не тільки оптимальна температура повітря, але і його вологість (рис. 1.4).

Збільшення вологості атмосферного повітря пов'язане з випробувальною

здатністю рослинного покриву. Поверхня, покрита рослинністю, випаровує в десятки разів більше води, ніж непокрита. Гектар лісу, наприклад, випаровує в атмосферу від 1-4, 5 тис. т води, що складає 20-70% атмосферних опадів.

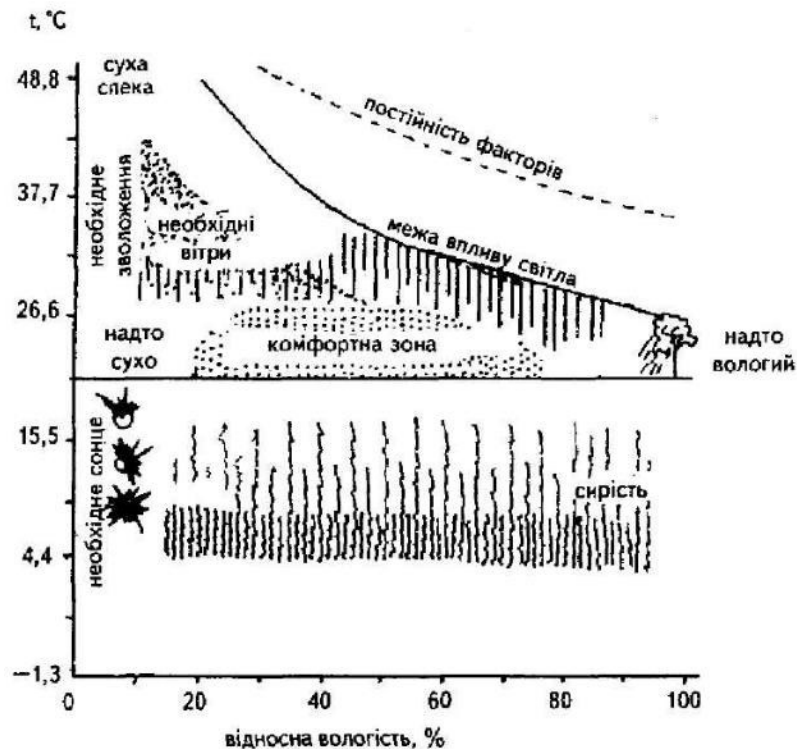


Рисунок 1.2 – Вплив рослин на створення комфортних зон за відносною вологістю та температурою

Однак, дуже велика вологість повітря сприяє розвитку патогенних бактерій, які знаходяться в атмосферному середовищі. Найнесприятливішою для їх розвитку є вологість повітря в межах 45-60%. Влітку, у червні, вологі дні під час штилю, або дуже легкого руху повітря, (нижче 1 м/с) під кронами зелених насаджень парко та душно, що є небажаним для самопочуття людини. Гаряче і вологе повітря може призвести до порушення метаболізму і навіть до інфаркту [18].

Оптимізація руху повітря. Суттєвий вплив на кліматичні умови міст має вітер, який регулює температуру і вологість повітря, ступінь випаровування і транспірацію у рослин. Вітер значною мірою регулює температуру повітря, він охолоджує тіло людини і збільшує випаровування, а це, своєю чергою,

позначається на стані людського організму, тому важливо впливати на швидкість і довжину потоку.

У міських умовах він обумовлений рельєфом місцевості, поверховістю забудови, орієнтацією вулиць до напрямку переважаючих вітрів, ступенем озеленення територій. Максимальні значення вітру відзначені в неозелених і піднесених місцях, а у великих зелених масивах і зонах багатоповерхової забудови швидкість вітру знижується на 40-60%. Так, зниження швидкості вітру на 1 м / сек при негативних температурах відповідає підвищенню температури повітря на 2°C. Таким чином, при раціональному розміщенні зелених насаджень на території міста можливо домогтися значного «утеплювального ефекту».

Зелені насадження становлять природну перешкоду для проникання вітру всередину фітоценозу (рис. 1.5). Закономірне зменшення швидкості повітряного потоку пояснюється витрачанням живої сили вітру на тертя об стовбури, гілки та листя, розхитування дерев, оббивання сухих сучків, пагонів і плодів. Тому рух вітру в лісі сильно відрізняється від руху на відкритому просторі.

Дальність проникнення вітру в глибину насадження залежить від горизонтальної і вертикальної зімкнутості деревостану, висоти, а головне - від наявності і щільності узлісся. Наприклад, ажурні деревостани сильніше впливають на гальмування і ослаблення сили вітру. В таких деревостанах і за ними на віддалі 10-12-кратної їх висоти швидкість вітру зменшується в середньому на 50-60%. Відчуття комфортності в такому насадженні особливо відчутне в холодну вітряну погоду. Різниця в тепловому режимі озелених і забудованих територій викликає різницю тисків на цих ділянках, внаслідок чого нагріте повітря на забудованих територіях замінюється прохолодними повітряними масами, що надходять з озелених територій. Відбувається місцева циркуляція повітря. Санітарно-гігієнічна роль конвекції особливо зростає в районах, що характеризуються спекотною штильовою погодою, а також в умовах необхідного провітрювання з метою розсіювання шкідливих домішок, що, в свою чергу, позитивно позначається на стані прозорості атмосфери, освітленості та інтенсивності ультрафіолетової радіації, що має велике гігієнічне значення.

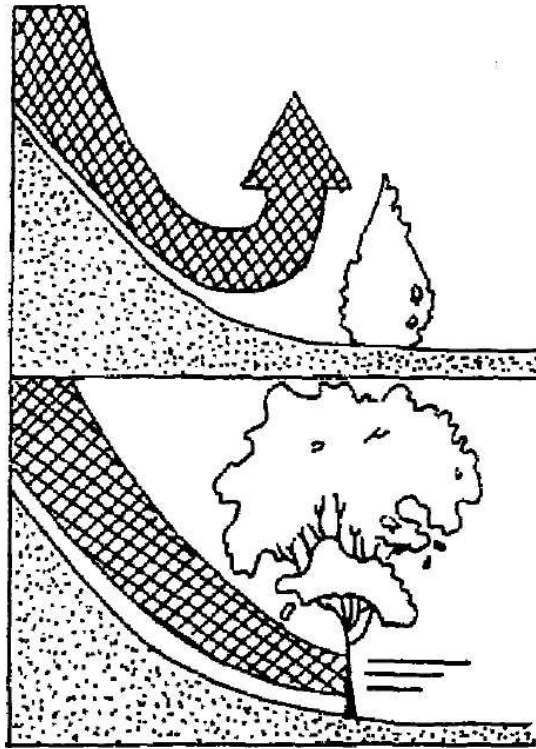


Рисунок 1.3 – Регулювання фітомеліорантами холодних потоків повітря

Вітрозагороджувальний вплив насаджень на прилеглі території виявляється по-різному: з навітряної сторони поширюється не більш як на 100 м, з підвітряної — на 500 м, у виняткових випадках навіть на 1000 м. На віддалі, яка перевищує в 10 разів висоту насадження, спостерігається відносно безвітря. Навіть смуга дерев заввишки 10 м, розміщених п'ять рядів, здатна ослабити швидкість вітру вдвічі, причому цей вплив відчувається на віддалі 60 м. У житлових районах, на які поширюються вітрозахисні властивості лісу, зменшення витрат на опалення сягає 20-30 %.

Крім того, зелені насадження знижують не тільки максимальну температуру повітря, а також температуру ґрунту [9,13].

Вплив зелених насаджень на формування світлових потоків. Освітленість і спектральний склад світла під кронами деревостану формується під впливом географічного положення, рельєфу, висоти над рівнем моря, положення сонця над горизонтом, метеорологічних умов, видового складу, будови і структури фітоценозу (рис. 1.6.)

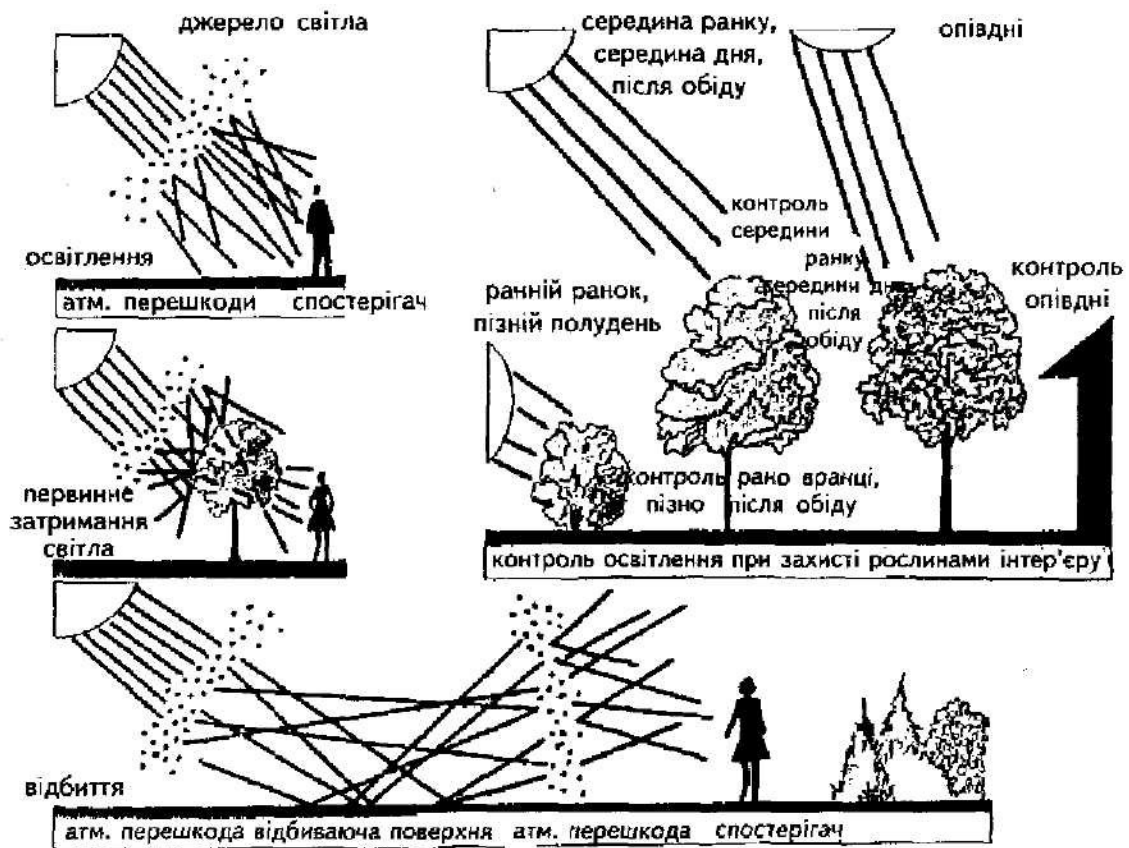


Рисунок 1.4 - Роль зелених насаджень у регулюванні світлових потоків

Під впливом крон значною мірою слабне сонячна енергія. Із загальної кількості що падає на крони світла частина відбивається від їх поверхні, частина поглинається кронами, а також підліском і трав'яним покривом, і лише незначна кількість його надходить до поверхні ґрунту.

Значні зміни освітленості під наметового простору залежать від віку та структури деревостанів. Світловий клімат хвойних деревостанів більш рівний впродовж року порівняно з листяними. У листяних лісах під наметова освітленість протягом вегетаційного періоду значно нижча, ніж зимою, ранньою весною і пізньою осінню. Саме в період, коли дерева покриті листям, створюються найкращі умови для відпочинку. Кількість світла під наметом у таких деревостанах в 15 разів менша, ніж у дерево станах без листя.

Світло є важливою складовою формування кліматичного комфорту. Листя дерев значною мірою поглинає сині та фіолетові промені, відносно менше – жовті та червоні. При великій щільності крон як листя них, так і хвойних дерев

короткі сині та ультрафіолетові промені, які є бактерицидними, можуть зовсім не потрапляти на поверхню ґрунту. Також корисна дія на людину ультрафіолетових променів полягає в тому, що з їх участю відбувається (в процесі фотосинтезу) продукування вітаміну В, якого постійно не вистачає в організмі. Це, з точки зору гігієни відпочинку, вважається негативним фактором.

Отже, фітомеліоративні заходи у містах повинні бути спрямовані на поліпшення комфортності клімату шляхом оптимізації біофізичних параметрів фітоценозу: його складу, структури і динаміки [7, 9, 10].

Іонізація повітря зеленими насадженнями.

Зелені насадження покращують електро-гігієнічні властивості атмосферного повітря. Ступінь іонізації характеризується числом позитивних і негативних, легких і важких іонів. Гігієнічний ефект іонізації залежить від концентрації легких позитивних і негативних іонів в повітрі. Іонізація повітря-одна з властивостей зелених насаджень, сприятливо впливають на людину. Зі збільшенням забрудненості атмосферного повітря різними домішками, головним чином аерозолями, в ньому, як правило, підвищується вміст важких іонів і зменшується концентрація легких негативних іонів. Зелені насадження змінюють іонний склад атмосферного повітря як всередині об'єкта озеленення, так і на прилеглий місцевості, підвищуючи ступінь іонізації в 5 - 7 разів [7, 9, 10].

Зелені насадження поліпшують електрогігієнічні властивості атмосфери і сприятливо впливають на стан людського організму шляхом вироблення кисню, який насичений негативно зарядженими іонами. Кількість легких іонів в 1 м³ повітря лісної місцевості становить 2000-3000, у міському парку - 800, у промисловому районі - 200-400, у жиллому приміщенні - 25-100. Тому ліси, що утворюють зелений пояс в межах міста, мають важливе значення в оздоровленні міського середовища.

Кращими іонізаторами повітря є змішані хвойно-листяні насадження. Значною мірою сприяють підвищенню концентрації легких іонів у повітрі такі рослини, як: акація біла, береза карельська, дуб червоний і черешчатий, верба біла і плакуча, клен сріблястий й червоний, модрина сибірська, ялиця сибірська, горобина звичайна, бузок звичайний, тополя чорна [7, 9, 10].

Фітонцидні властивості рослин. Санітарно-гігієнічні властивості рослин мають в собі здатність виділяти спеціальні летючі органічні сполуки - фітонциди.

Фітонциди – хімічно активні продукти виділення рослин, у більшості випадків газоподібні, (різноманітні ефірні масла, алкалоїди), які пригнічують або згубно діють на мікроорганізми (бактерії, гриби й ін.), у т.ч. на хвороботворні (туберкульозна паличка, стафілококи, гемолітичний стрептокок та ін.) [7, 9, 10к].

Ці властивості мають надзвичайну цінність в умовах міста, де у повітрі знаходиться в 10 разів більше хвороботворних бактерій, ніж у повітрі полів та лісів. Так на 1 га хвойного лісу виділяє до 5 кг фітонцидів, листяного – до 3, ялівцевого – до 30 кг відповідно.

Серед деревинно-чагарникових порід, які мають антибактеріальні властивості, варто назвати акацію білу, барбарис, березу бородавчасту, грушу, граб, дуб, ялину, жасмин, жимолость, вербу, калину, каштан, клен, модрина, липу, яловець, ялицю, платан, бузок, сосну, тополю, черемшину, яблуню. Фітонцидну активність мають також і трав'янисті рослини – газонні трави, квіти і ліани [7, 9, 10].

Фітонцидність рослин і угруповань є об'єктом уважного вивчення кліматотерапії. Наприклад, рослинність соснових борів виділяє в атмосферу речовини, які позитивно діють на дихальні шляхи, знижують кров'яний тиск, прискорюють створення антитіл. Водночас змішані свіжі ліси формують такий фітоклімат, який сприяє виділенню речовин, що позитивно позначаються на зниженні кров'яного тиску, зніманні втоми та підвищенні активності. Крім того, зелені насадження здатні освіжати і ароматизувати повітря, приглушувати неприємні запахи.

Тому фітонцидні властивості рослин і їх виявлення у різних метеорологічних умовах необхідно брати до уваги при озелененні міських територій і, особливо, місць масового відпочинку, санаторно-курортних зон, дитячих навчальних закладів тощо [7, 9, 10].

Шумопоглинальні властивості зелених насаджень. Звук (шум) це коливання частинок повітряного середовища, яке зумовлює підвищення та

пониження його тиску, визначають у логарифмічних одиницях – децибелах (дБ).

Гігієнічною особливістю зелених насаджень є їх здатність знижувати гучність шуму: звукова хвиля відбивається поверхнею листя і стовбурів дерев звук в процесі поширення поглинається і розсіюється зеленими насадженнями. Звукопоглинання залежить від щільності посадок, відстані, на якому відбувається поглинання, конструкції і дендрологічних насаджень).

Людина сприймає шум в межах 10-140 дБ, рівень шуму 85 дБ людина може витримати (без наслідків) протягом 8 год; 91 дБ – 4 год; 97 дБ – 2 год; 103 дБ – 1 год; 121 дБ – 7 хв. При 40-45 дБ погіршується сон у 10-20 % населення, при 50 дБ – у 50 %, а при 75 дБ – у 75 %. Шум окрім травмування ще й гнітить психіку та погіршує стан здоров'я, знижує фізичні й розумові здатності людини [7, 9, 10к].

Озеленення є одним з важливих методів рішення цієї проблеми міста. Доведено, що рослини знижують рівень шуму, через те, що вони послаблюють проходження звукових хвиль. Щільні, зімкнуті по вертикалі насадження здатні знизити рівень шуму на 5-8 дБА. Експериментально доведено, що рослини знижують рівень міських шумів, послаблюючи звукові коливання в момент проходження їх крізь гілки, листя і хвою. Крона дерева відображає і розсіює до 74% і поглинає до 26% звукової енергії. В теплу пору року зелені насадження знижують силу шуму на 7-9 дБ, а у холодну – на 3-4 дБ.

Посадка дерев на одному ряді із чагарником шириною в 10 метрів знижує показники шуму на 3-4 дБ; дворядна посадка шириною 20-30 метрів - знижує на 6-8 дБ, 3-4-рядна посадка завширшки 25-30 метрів - на 8-10 дБ, бульвар шириною 70 метрів з рядовою і груповою посадкою дерев і чагарників - на 10-14 дБ; багаторядна посадка або зелений масив шириною 100 метрів - на 12-15 дБ [7, 9, 10к].

Планувальна та архітектурно-художня функції зелених насаджень.

Озеленення - один з основних шляхів оздоровлення міського середовища. Зелені насадження є невід'ємним елементом архітектурного ландшафту будь-якого

міста, виконують поряд з багатьма функціями, перш за все, санітарно-гігієнічну. Рослини, будучи надійним природним фільтром, очищають, зволожують і збагачують повітря міст, знижують силу вітру, шуму, змінюють радіаційний і температурний режим. При цьому слід підкреслити, що зелені насадження можуть мати вплив різного масштабу: на міське середовище в цілому (глобальний вплив) і місцевий вплив (локальне) на мікроклімат та інші показники комфортності середовища на території невеликого за масштабами району або навіть в межах самого насадження. [13-17]

Зелені насадження впливають на естетичне оформлення населених пунктів, тому що виявляють найбільш цінні в архітектурному відношенні будівлі і споруди. Зелені насадження беруть участь у створенні міських площ, ними прикрашають береги рік і водоймищ, а також являють собою чудовий фон для споруд центральних районів міст.

Естетичне й емоційне значення насаджень обумовлене тим, що за їх допомогою можна урізноманітнювати враження від навколишнього середовища урбанізованого ландшафту. Зелені насадження надають місту чи його частині особливого індивідуального виразу [13-17].

Естетичні функції зелених насаджень у містах. Рослини у містах виконують естетичну функцію, яка полягає у використанні естетичних властивостей рослинного матеріалу.

Естетична фітомеліорація має три рівні: ландшафтний, фітоценотичний і флористичний [13-17].

Рівень естетичних якостей фітоценозів також значною мірою залежить від рівня господарської діяльності.

З основних завдань підвищення естетичної цінності міських і приміських насаджень є організація фітоценозів, стійких проти комплексу несприятливих факторів міського середовища, розширення суспільно-корисних функцій зелених насаджень в зв'язку зі зростанням їх рекреаційного значення [13-17].

1.3 Екологічна функція зелених насаджень під впливом антропогенних факторів середовища

Фільтрувальна здатність зелених насаджень. Міське повітря забруднюється твердими частинками, пилом, сажею, золюю, аерозолями, газами, парами, димом, пилком, спорами рослин тощо. Активними забруднювачами атмосфери передусім вважають промислові підприємства, теплові електростанції, транспорт. З основної кількості забруднень 27% від електростанцій, 24,3% – від підприємств чорної металургії, 10,5% – від кольорової металургії, 15,5% – від нафтовидобутку і нафтохімії, 13,1% – від транспорту, 8,5% – від промисловості будівельних матеріалів і 1,5% – з інших джерел [16-21].

Кількість пилу в насадженні, що знаходиться поблизу двох населених пунктів (близько 1 км), становила приблизно 2,5 тис. частинок на 1 л, тим часом як у великому населеному пункті вона сягала 9 тис., а в меншому – близько 4 тис [16-21].

Рослини, залежно від величини, здатні очищати повітря від пилу, кіптяви і газів є їх найважливішою середовищом-формуючою функцією, обумовленої фізико-механічною здатністю листя (їх поверхні) і гілок затримувати і осаджувати пил. Запиленість повітря на озеленених ділянках житлового мікрорайону на 40% нижче, ніж на відкритих площах; в них виловлюється до 70-80% аерозолів і пилу. При цьому осаджує здатність прямо пропорційно залежить від сумарної величини листової поверхні, а також від будови поверхні листя. Шорсткі, складчасті, покриті волосками (опущені), липкі листя осаджують і утримують більшу кількість пилу, ніж гладкі.

Пил не тільки осідає на поверхні листя і гілок, але і в більшій кількості, ніж на відкритому просторі, осідає на ґрунті всередині насаджень. Деревно-чагарникова рослинність є ефективним фільтром, що володіє здатністю осаджувати знаходяться в повітрі тверді частинки пилу і сажі. Зелені насадження знижують запиленість атмосфери за рахунок різкого зниження

швидкості і напрямку вітру, що викликає випадання зважених частинок з повітря. Крім цього, частинки затримуються поверхнею стовбурів, сучків, гілок і листя. Ефективність затримування пилу залежить від метеорологічних умов: вологості повітря, швидкості і напрямку вітру. Після літніх опадів до 75% пилу змивається і осідає, пилозатримуюча здатність насаджень при цьому збільшується. Встановлено, що міські насадження здатні знижувати концентрацію пилу в повітрі до 30% і у зимовий період. Слід зазначити, що деревні та трав'яні рослини уловлюють з повітря в середньому до 50 % пилу в теплу пору року і до 37 % – взимку. Пилозахисні властивості хвойних порід зберігаються весь рік, тому вони в 1,5 рази більше осаджують пилу в розрахунку на одиницю маси листя. [16-21].

Листя з шорсткою і зморшкуватою поверхнею звільняється від пилу значно швидше, ніж листя з узлісся. На міській вулиці, де немає зелених насаджень, запиленість в 10 разів вища, ніж на озелененій.

Значною є пилевловлювальна здатність газонів. Трава затримує в 3-6 разів більше пилу, ніж гола земля, але і в 10 разів менше, ніж дерева.

Величина осадження пиловидних частинок фітоценозами залежить від напрямку поширення запилених потоків повітря і атмосферних опадів [16-21к]. Пилувловлювальні властивості рослин представлені в табл. 1.5.

Таблиця 1.5 – Здатність деревних порід затримувати пил в атмосфері (за М.І. Калініним, 1991)

Порода	Площа поверхні одного дорослого дерева, м ²	Кількість пилу, що затримується 1 м ² листя, мг	Кількість пилу, який поглинається дорослим деревом за вегетаційний період, кг
Акація біла	36	1209	4,23
Айлант високий	202	1410	24,18
В'яз перистогіллястий	66	4062	18,19
Верба плакуча	157	8113	37,92

Гледичія триколючкова	140	5130	17,63
Горіх волоський	164	1444	19,03
Гірकोкаштан звичайний	78	1216	16,35
Клен польовий	171	3551	19,90
Клен татарський	58	1728	11,63
Клен гостролистий	276	1803	29,21
Тополя канадська	267	1022	34,12
Тополя пірамідальна	72	1592	12,47
Тополя Болле	142	1667	18>38
Шовковиця біла	112	8119	31,31
Ясен зелений	195	1845	29,62
Ясен звичайний	124	1076	27,17

Коли фітомеліоратор знаходиться біля забруднювача повітря, його узлісся повинно бути в певною мірою відкритим для потоку повітря, який несе насадження пилу до середини, або сажу чи інші хімічні токсиканти (рис. 1.7).

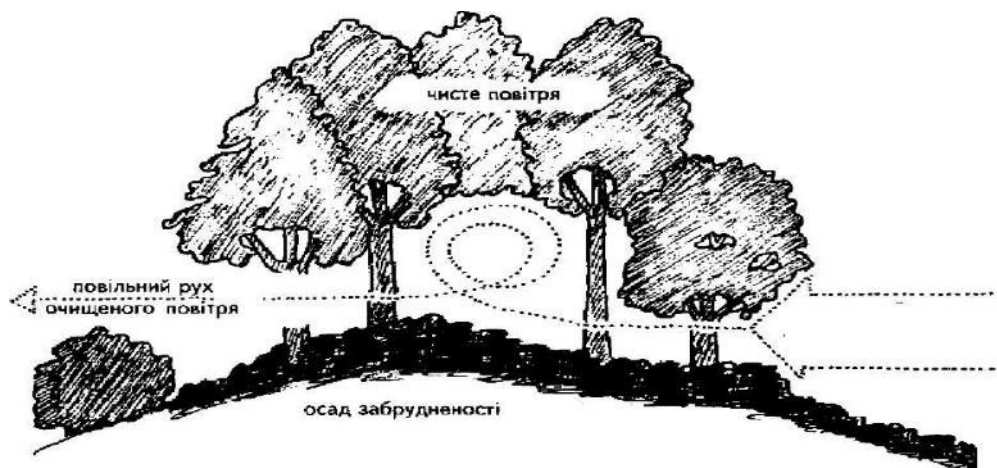


Рисунок 1.5 – Фільтруюча дія фітомеліоранту

В процесі озеленення населених міст, асортименту деревно-чагарникових порід, необхідно брати до уваги поповнення кисню, який проявляється у споживанні навколишніми промисловими територіями, транспортними магістралями або ж житловими масивами [16-21].

Газозахисні властивості зелених насаджень. Рослинні організми в умовах газового забруднення повітряного середовища виконують роль біофільтра, різко знижуючи концентрацію шкідливих домішок в атмосфері. Багатьма

дослідниками відзначається, що стійкість рослин до забруднення не є постійною навіть у особини одного виду. Вона залежить від екологічної обставини, складу, тривалості впливу і концентрації викидів, швидкості вітру, температури і вологості. Визначальним показником ефективності поглинання шкідливих викидів є щільність насадження і його висота. Найбільший ефект захисту від вихлопних газів автотранспорту створюють щільні деревно-чагарникові посадки з низько розташованими або густо зімкнутими кронами, а найменший - однорядні посадки дерев з наскрізними або піднятими кронами. Величина і ефективність фільтрування повітря від шкідливих домішок окремими рослинами та фітоценозами визначається площею листкового апарату і об'ємом накопичення в них токсичних елементів. У табл. 1.6 наведені дані газопоглинальної здатності рослин та їх газостійкості [16-21].

Таблиця 1.6 – Газопоглинальна здатність деревних рослин та середня відносна стійкість до газопилових викидів (за Вергелесом, 2000)

Рослина	Поглинання SO ₂ однією рослиною, г/вегет. період	Середня відносна стійкість до газопилових викидів, бал
Клен ясенелистий	4	30
Тополя чорна	4	180
Тополя канадська	3,8	180
Ясен звичайний	3,8	170
Тополя пірамідальна	3,75	180
Гірко каштан кінський	3,6	100
В'яз граболистий	3,5	80
Клен гостролистий	3,5	20
Липа серцелиста	3,5	100
Робінія псевдоакація	3,4	20
Тополя бальзамічна	3,3	180

Абрикос звичайний	3,25	50
Береза повисла	3	90
В'яз гладкий	3	80
Горобина звичайна	3	50

Ступінь ушкодження рослин атмосферними токсикантами залежить головним чином від їх індивідуальних особливостей, забезпеченості елементами мінерального живлення, водою, освітленості та інших зовнішніх факторів [21].

Отже, найважливішим завданням в озелененні територій, які зазнають впливу фітотоксикантів, є правильний підбір асортименту дерев і чагарників [21-24-26].

РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ З ОЦІНКИ СТАНУ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ

2.1 Загальні характеристики території дослідження

Територія дослідження є частина Кривбасу, що розташована у Дніпропетровській області і яка знаходиться у південно-східній частині України, на злитті річок Інгулець, Саксагань і Балки Червоної, які входять до басейну Дніпра. (рис. 1.1). Дніпропетровська область розташована у степовій зоні України, й охоплює площу 31 920 га.

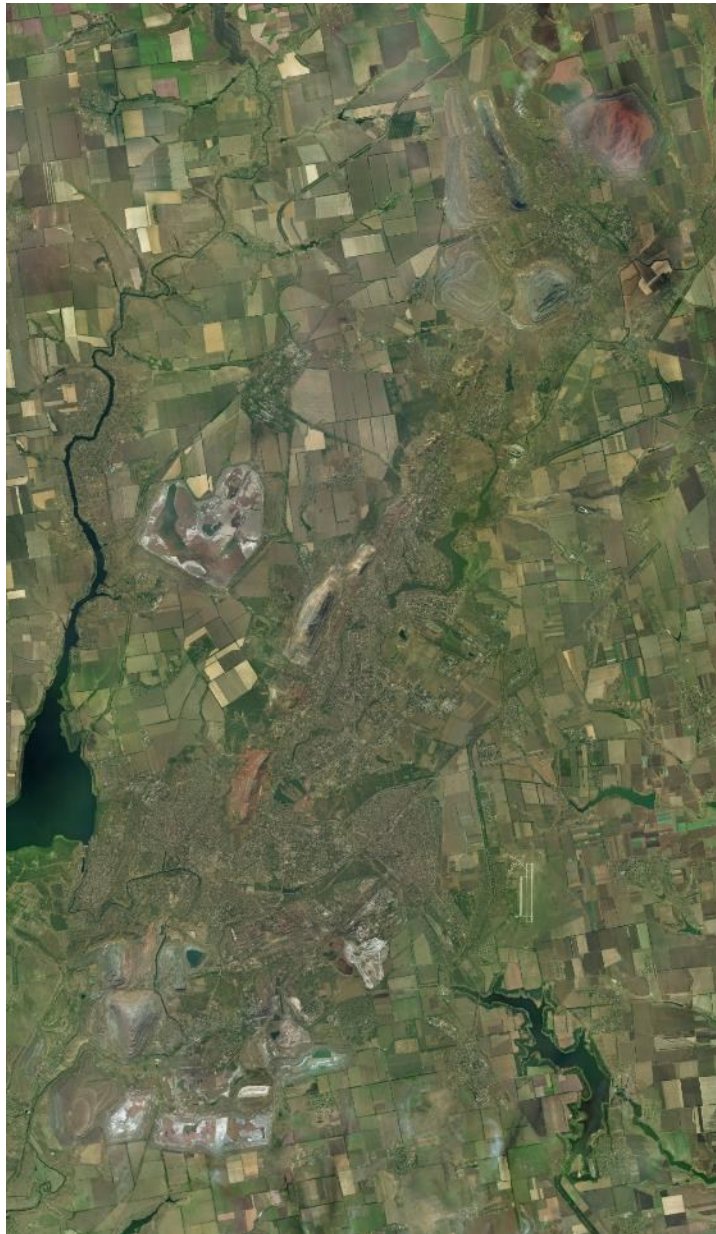


Рисунок 2.1 – Аерофотознімок території досліджень

Ландшафт переважно рівнинний, який розташований в смузі центрального та лівобережного злако-лучного степу. Дніпропетровська область розташована в зоні помірних широт. Клімат області - помірно-континентальний, з порівняно жарким літом і холодною зимою. Середньорічна температура знаходиться в діапазоні +7 – +9 °С. Найхолодніший місяць – січень (–8,4 °С), найтепліший – липень (26,7 °С). Річні опади збільшуються з 400 – 430 мм на півдні до 450 – 490 мм на півночі. Кількість сонячних днів становить 240 днів на рік.

Дніпропетровська область належить до лісодефіцитного класу з показником лісистості 6%. Лісові поєзакисні смуги та насадження вздовж залізниць, які складаються з клена, дуба, ясена, акації білої, гледичії, береста, липи та інших, теж відносяться до лісових насаджень. У лісових фітоценозів з чагарників найчастіше зустрічаються чорноклен, глід зігнутоствов- буровий, глід одноматочний, бирючина, карагач, бересклет європейський та бородавчатий, шипшина, барбарис, свидина та бузина.

На території смарагдової мережі Криворізького району, типовими видами рослинності є: ковила Лессінга, ковила волосиста, костриця валіська, тонконіг вузьколистий, келерія гребінчаста. Із бобових зустрічається люцерна румунська, в'язіль барвистий, конюшина гірська альпійська, зіновать руська.

В наслідок збройної агресії стан флори і фауни району поніс значних втрат в результаті обстрілів та пожеж в природних екосистемах району.[7 дм 73%]

2.2Характеристика впливу підприємств на забруднення повітряного басейну

Відповідно до комплексного індексу забруднення повітря за пріоритетними речовинами, рівень забруднення повітря в містах Дніпропетровської області вище середнього [6].

Підприємства чорної металургії, енергетичної, хімічної промисловості, автотранспорту роблять значний внесок у викиди шкідливих речовин у атмосферне повітря міст Дніпропетровської області. Крім того, щороку

випускається в атмосферу близько 25 млн. тон вуглекислого газу, основного парникового газу, що впливає на зміни клімату [6].

Так, у 2021 році викиди шкідливих речовин склали 537,6 тис. т, з яких 273,038 тис. т оксиду вуглецю та 55,121 тис. т. діоксиду сірки.[7]

Станом на 2015 рік основними підприємствами – забруднювачами атмосферного повітря були (тис. тон):

1. ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг" – 61,3;
2. ПАТ "Південний ГЗК" – 8,9;
3. ПАТ "Північний ГЗК" – 3,2;
4. ПАТ "Центральний ГЗК" – 0,6;
5. ПАТ "ХайдельбергЦемент Україна" – 0,4;
6. ПАТ "Інгулецький ГЗК" – 0,3;
7. ПАТ "Кривбасзалізрудком" – 0,08.

Основними підприємствами-забруднювачами розміщено промислових відходів, (тис. тон):

1. ПАТ "Північний ГЗК" – 20 000;
2. ПАТ "Інгулецький ГЗК" – 10 041,5;
3. ПАТ "Південний ГЗК" – 5 728,3;
4. ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг" – 3 898,6;
5. ПАТ "Центральний ГЗК" – 2 088,8;
6. ПАТ "Криворізький залізорудний комбінат" – 39,6. [8]

У криворізькому районі на стан навколишнього середовища впливають як промислові місця накопичення та зберігання відходів так і місця складування ТПВ. В районі знаходяться: 2 відвали та 2 хвостосховища АТ «ПВДГЗК»; 3 відвала розкривних порід та хвостосховище ПРАТ «ІНГЗК»; 3 відвала та хвостосховище ПРАТ «ЦГЗК»; 4 відвала, 2 хвостосховища, місце складування доменного гранульованого шлаку, комплекс споруджень шлаконакопичувачів металургійного виробництва, аукумулююча місткість складування окалини з вторинних відстійників прокатних цехів, полігон для поховання промислових та побутових відходів ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»; 2 склади пустих порід

шахти «Октябрська» АТ «КРИВБАСЗАЛІЗРУДКОМ».

В наслідок бойових дій, у 2022 році було пошкодженні логістичні ланцюжки гірничо – металургійних підприємств, що привело до зменшення обсягів виробництва, що, у свою чергу призвело до зниження обсягів викидів забруднюючих речовин до навколишнього середовища. Війна серйозно вплинула промисловість на Україні. За результатами щорічного моніторингу Управління екології криворізького міськвиконкому було виявлено, що обсяги виробництва металургійної та гірничодобувної промисловості Кривого Рогу, обсяги підприємств зменшилися: у 2021 році з майже 200 мільйонів тон до 75 мільйонів у 2022 році, що складає зниження на 62%. А зменшення обсягів виробництва призвело і до зменшення викидів забруднюючих речовин до атмосфери регіону. У 2022 році обсяг викидів забруднюючих речовин до атмосфери Кривого Рогу зменшився на 71%: з 226,8 тисяч тон у 2021 році до 65,8 тисяч тон у 2022.

Не перевищували концентрацію гранично допустимих норм такі речовини, як вуглець та сірководень, які знизились на 50%, та діоксид азоту, який знизився на 40%.

У два рази вищою за норму склалася середньорічна концентрація пилю, у 3,7 рази більшою формальдегіду. Але ці значення були вищими і у 2021 році, на 25% для пилю і 21% для формальдегіду.

Але, не зважаючи на це, концентрація викиду шкідливих речовин, у деяких підприємств залишається вище норми. І навіть ті викиди, які накопичувалися за минулі роки, й досі перебувають у навколишньому середовищі, а подальший стан викидів забруднюючих речовин буде залежати безпосередньо від стану і темпів відновлення промислового виробництва, а також через технології, які будуть використовуватися, та дотримання норм екологічного законодавства.

Взагалі, щоб оцінити стан атмосфери у місті використовувався індекс забруднення, який складається з багатьох факторів. У 2022 році його значення становило 8,77, що на 38% менше, ніж у 2021, коли той складав 12,13.

Таким чином склалася позитивна динаміка у якості повітря в

криворізькому районі: у 2015 році значення цього показника становило 14,17. У 2022-2023 році повітря Кривого Рогу чистіше, ніж у Дніпрі з індексом забруднення 11,9 та Кам'янському з індексом 12,8. Більшу частку викидів в повітря (88,5%) надходило з ПрАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг», 3,3% належать ПрАТ «ЦГЗК», 2,7% - Кривий Ріг Цемент та 2,4% - ПрАТ «ПВНГЗК». А обсяги викидів решти підприємств складали 3,1%.[7 дм 90%]

2.3 Озеленення санітарно-захисних зон промислових підприємств

Зелені насадження є невід'ємним компонентом комплексної зеленої зони ландшафту, що забезпечує озеленення й відновлення території, охорону природи, умовою оптимальної життєдіяльності, побуту й відпочинку.

Основними функціями санітарно-захисних зон є створення естетичного бар'єру та зниження рівня забруднюючих речовин від промислових викидів до максимально допустимих рівнів. Зелені насадження на території санітарно-захисних зон відіграють значну роль у скороченні та нейтралізації несприятливого впливу промислових підприємств. Дерева та чагарники забезпечують покращення стану атмосферного басейну, мінімізуючи концентрацію пилу та токсикантів у повітрі, зменшуючи міцність звукових хвиль, регулюючи пил та газові потоки та створюючи зручний мікроклімат. В Україні діє стандарт що регламентує визначення розміру санітарно-захисних зон та відповідну мінімальну площу зелених насаджень залежно від класу небезпеки промислового підприємства. Ефективність зменшення несприятливого впливу джерел забруднення санітарно-захисних зон визначається площею озеленення та станом зелених насаджень [9].

Моніторинг стану зелених насаджень та визначення площ озеленення в міських адміністративних районах необхідно здійснювати відповідно вимогам до озеленення міських територій [10], згідно з яким на кожного мешканця міста має припадати щонайменше 20 м², але відповідно до рекомендацій ВООЗ ця цифра повинна бути не менше 50 м² [11]. Нажаль в містах України фактичний

показник зелених насаджень на одного мешканця становить $16,3 \text{ м}^2$ [12]. Аналіз рівня озеленення адміністративних районів визначить найбільш сприятливі або, навпаки, найгірші серед них, що стане основою для оновлення генерального плану міста.

Таким чином, наведені функціональні зони є найбільш важливими територіями міста для моніторингу зелених насаджень, зокрема введення системи оперативної оцінки зелених насаджень за допомогою технологій дистанційного зондування та ГІС [90%].

2.4 Методика визначення ступеня озеленення міських територій

Сучасні геоінформаційні системи та технології доцільно використовувати для оцінки стану зелених насаджень та контролю системи озеленення міста [8, 9]. Як інструмент, ГІС добре підходить для зберігання і управління великими обсягами просторової інформації. Але для дослідника важливо, щоб вона стала зрозумілою, і її можна було б використовувати в різних цілях.

Геометричні примітиви відображення і особливості введення атрибутивної інформації в ГІС обумовлюють більшою мірою кількісний аналіз. ГІС-це технологія, що базується на математичній основі (як у вигляді картографічних джерел, так і мови програмування, що кодує інформацію, що вводиться). Це накладає серйозні обмеження для «якісного» аналізу, хоча, наприклад, історична складова надає матеріал для якісної оцінки.

Нормалізований відносний індекс рослинності NDVI є показник кількості фотосинтетичної активної біомаси, завдяки якому можна охарактеризувати рослинність із використанням методів ДЗЗ і обчислюється за формулою 2.1:

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{NIR} - \text{VIS})}{(\text{NIR} + \text{VIS})} \quad (2.1)$$

де *NIR* – відображення у ближній інфрачервоній області спектру, *VIS* – відображення у видимій області спектру (переважно червоній).

Згідно з цією формулою, щільність рослинності NDVI в певній точці зображення дорівнює різниці інтенсивності відбитого світла у видимому і інфрачервоному діапазоні, діленою на суму їх інтенсивності. Розрахунок NDVI базується на двох найбільш стабільних ділянках спектральної кривої відображення судинних рослин.

Область максимального відображення клітинних структур листа, який знаходиться в інфрачервоній області, в той час, як у видимій частині спектру (яка дорівнює 0,4-0,7 мкм), знаходиться максимум поглинання сонячної радіації хлорофілом вищих судинних рослин.

Таким чином, завдяки своїм властивостям, пов'язаною з густою рослинністю, висока фотосинтетична активність веде до більшого відображення в інфрачервоній області спектру та меншому у видимій області (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – Типовий спектр, і характеристики відображення для здорової й пригніченої рослинності

Відношення цих показників один до одного дозволяє відділяти і аналізувати рослинні від інших природних об'єктів. Використання нормалізованої різниці між мінімумом і максимумом відображень збільшує точність вимірювання, та дозволяє зменшити вплив освітленості знімка,

хмарності, поглинання радіації атмосферою і ін.

Для відображення індексу *NDVI* використовується стандартизована безперервна градієнтна або дискретна шкала, що показує значення в діапазоні від -1 до $+1$. Завдяки особливості відображення в *NIR-RED* областях спектру, природні об'єкти, не пов'язані з рослинністю, мають фіксоване значення *NDVI*, що можна ідентифікувати за допомогою наступної шкали (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Значення *NDVI* та характеристика рослинності у літній період

Значення <i>NDVI</i>	Тип поверхні (характеристика рослинності)
<0	Вода та штучні матеріали (рослинність відсутня)
$0 - 0,3$	Відкриті Ґрунти (рослинність відсутня)
$0,3 - 0,5$	Розряджена рослинність
$0,5 - 0,6$	Нормальна рослинність
$0,6 - 0,7$	Рясна рослинність
$>0,7$	Густа рослинність

З часу розробки алгоритму для розрахунку *NDVI* [15 ш] у нього з'явилося досить багато модифікацій (*EVI*, *TSAVI*, *IPVI*), призначених для зменшення впливу різних чинників (атмосферна волога, пил та ін.). Що підвищує точність визначення присутності рослин, але не дозволяє визначити їх стан. Тому сьогодні окрім *NDVI* при дослідженні зелених насаджень дистанційними методами слід застосовувати спеціальні біофізичні показники рослин, такі як *LAI*, *FAPAR*, *FCOVER*, *CCL* та *CW*. Проте методика з визначення цих показників є складною, бо потребує спеціалізованого програмного забезпечення та даних про відображення в вузьких областях спектру, які можна отримати зокрема із гіперспектральних знімків сучасних супутників, переважно на комерційній основі.

В результаті аналізу характеристик сучасних супутників [16] було визначено, що для вирішення завдань даної роботи найбільш придатним є оптичний супутник *Sentinel-2*. Перевагами даного супутника є достатня

роздільна здатність інфрачервоного та кольорових каналів (рис. 2.3), наявність спеціальних каналів для визначення біофізичних показників рослин а також спеціалізоване програмне забезпечення *SNAP Desktop* для обробки аерофотознімків й розрахунку відповідних індексів на безкоштовній основі.

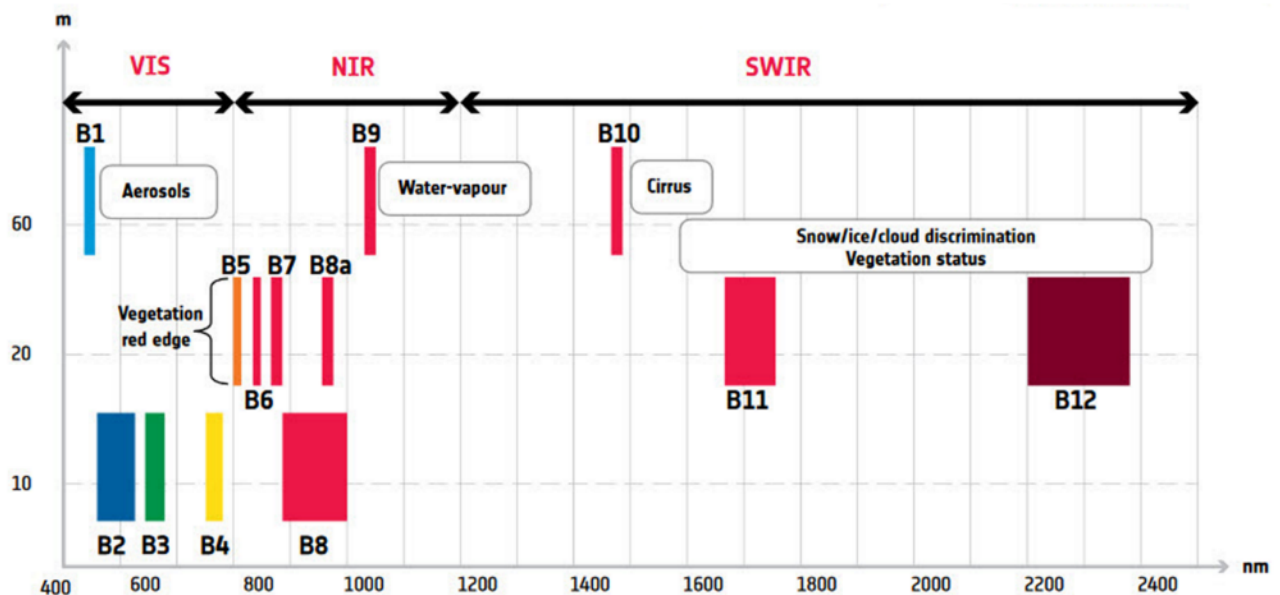


Рисунок 2.3 – Характеристика каналів супутника Sentinel-2

Виходячи з наведених характеристик супутник Sentinel-2 є найбільш придатним та перспективним для проведення досліджень з визначення вегетаційних індексів на основі мультиспектральних каналів відносно високої просторової роздільної здатності.

2.5 Хід виконання роботи

За допомогою програми SAS.Planet завантажуюємо необхідні зображення досліджувальної місцевості.

Враховуючи те, що перед нами виникає потреба в створенні власної геоінформаційної бази даних та обробки аерофотознімків, вважаємо за доцільне застосування комплексу програм ArcGIS Desktop від компанії ESRI.

Зображення перетворюємо на файли програми і називаємо їх ТороGZK та АероGZK.

Формуємо базу даних гірничо-промислових, підприємств об'єктів за допомогою *Shapefile Properties* (рис 2.4)

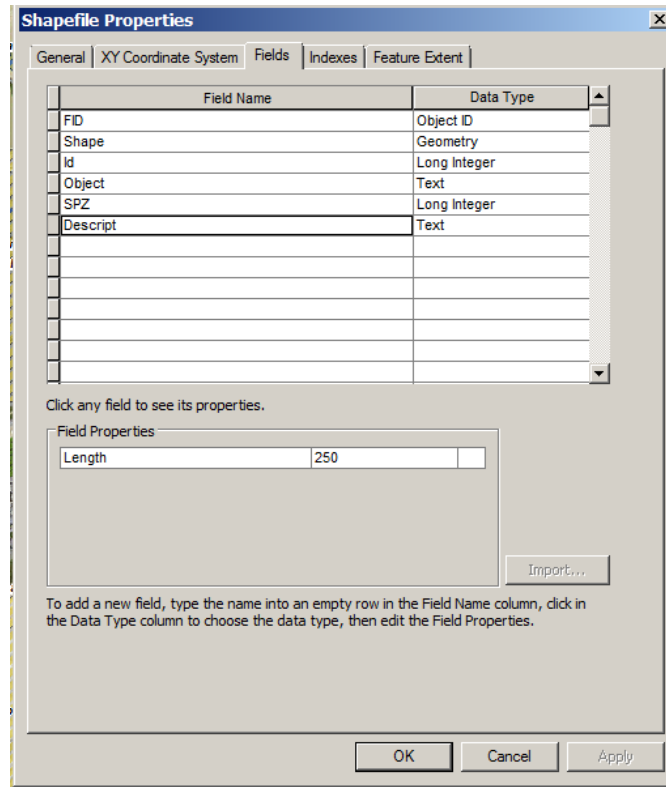


Рисунок 2.4 - Формування бази даних промислових об'єктів в ArcCatalog

Далі формуємо об'єкти, за допомогою інструмента *Polygon*, також можна редагувати створені об'єкти (рис 2.5).

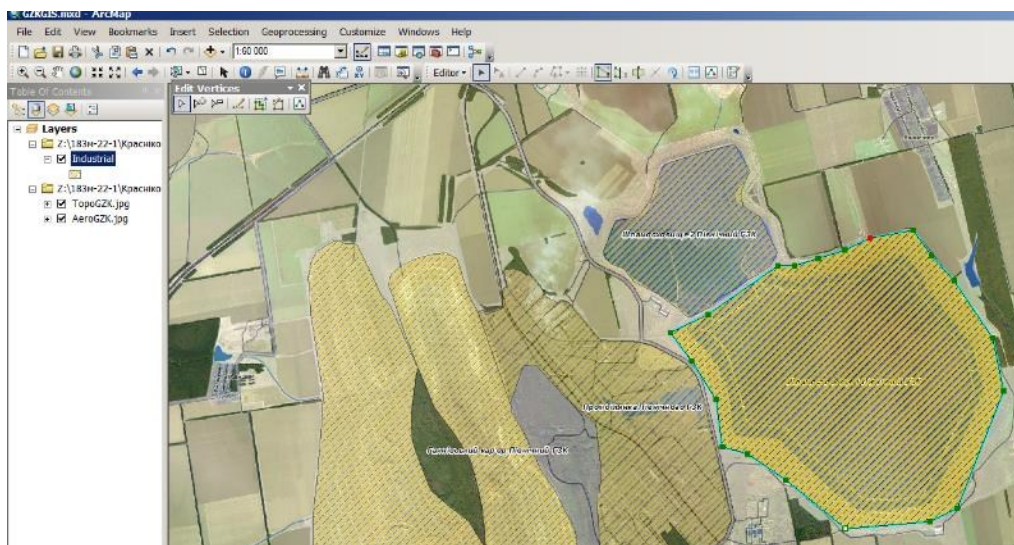


Рисунок 2.5 - Редагування контурів промислових об'єктів

Та у процесі заповнюємо об'єкти атрибутивними даними (рис 2.6).

FID	Shape *	Id	Object	SPZ	Descript
0	Polygon	1	Шламосковище 1 Північний ГЗК	300	
1	Polygon	2	Шламосковище 2 Північний ГЗК	300	
2	Polygon	3	Ганнівський кар'єр Північний ГЗК	1000	
3	Polygon	4	Відвал Ганнівського кар'єру Північний	500	
4	Polygon	5	Промдлянка Північного ГЗК	300	
5	Polygon	6	Першотравневий кар'єр	1000	
6	Polygon	7	Відвал Першотравневого кар'єру	500	
7	Polygon	9	Шламосковище Центрального ГЗК	300	
8	Polygon	10	Відвал 1 Центрального ГЗК	500	
9	Polygon	11	Відвал 2 Центрального ГЗК	500	
10	Polygon	12	Відвал 3 Центрального ГЗК	500	
11	Polygon	14	Промдлянка Центрального ГЗК	300	
12	Polygon	16	Кар'єр 1 Центрального ГЗК	1000	
13	Polygon	346	Кар'єр 2 Центрального ГЗК	1000	
14	Polygon	434	Відстійник 1 АрселорМіттал	300	
15	Polygon	134	Відстійник 1 АрселорМіттал	300	
16	Polygon	522	Відвал АрселорМіттал	500	
17	Polygon	745	Арселор Міттал гірничозбагачувальн	300	
18	Polygon	855	АрселорМіттал Промдлянка	300	
19	Polygon	456	Кар'єр 1 Новокриворівського ГЗК	1000	
20	Polygon	534	Кар'єр 2 Новокриворівського ГЗК	1000	
21	Polygon	322	Північний відвал	500	
22	Polygon	532	Кар'єр 3 Новокриворівського ГЗК	1000	
23	Polygon	432	Відвал 1 Новокриворівського ГЗК	500	
24	Polygon	344	Відвал 3 Новокриворівського ГЗК	500	
25	Polygon	563	Відвал 1 Новокриворівського ГЗК	500	
26	Polygon	657	Кар'єр Південного ГЗК	1000	
27	Polygon	145	Правобережний відвал Південного ГЗ	500	
28	Polygon	654	Кар'єр Південний	1000	
29	Polygon	544	Кар'єр Південний	1000	
30	Polygon	654	Відвал Південний	500	
31	Polygon	844	Відвал Північний	500	
32	Polygon	346	Південний ГЗК промдлянка	300	
33	Polygon	634	Шламосковище Південного ГЗК	300	
34	Polygon	745	Відвал Дальній	500	
35	Polygon	728	Об'єднане хвостосковище	300	
36	Polygon	194	Відвал Об'єднаного хвостосковища	500	
37	Polygon	200	Хвостосковище Войкове	300	
38	Polygon	201	Відвал Войкового хвостосковища	500	
39	Polygon	555	Промдлянка Южного ГОК	300	
40	Polygon	231	Лівобережний відвал Южного ГЗК	500	
41	Polygon	662	Південна станція звалий	300	

Рисунок 2.6 - Заповнення атрибутивних даних для промислових об'єктів

Далі за допомогою інструмента *Buffer*, будемо СЗЗ навколо об'єктів (рис 2.7).

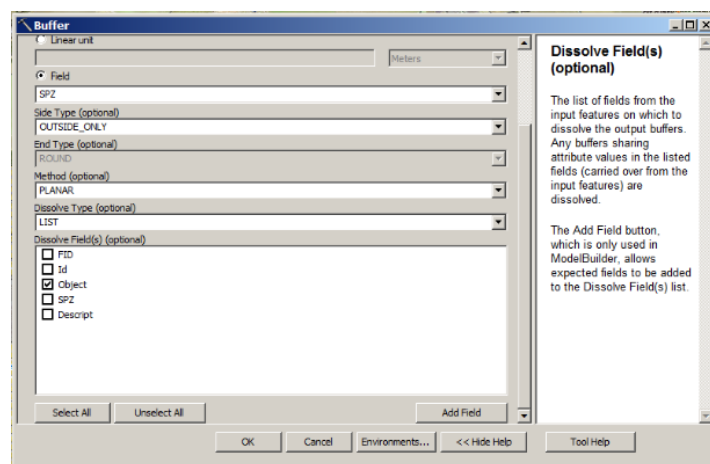
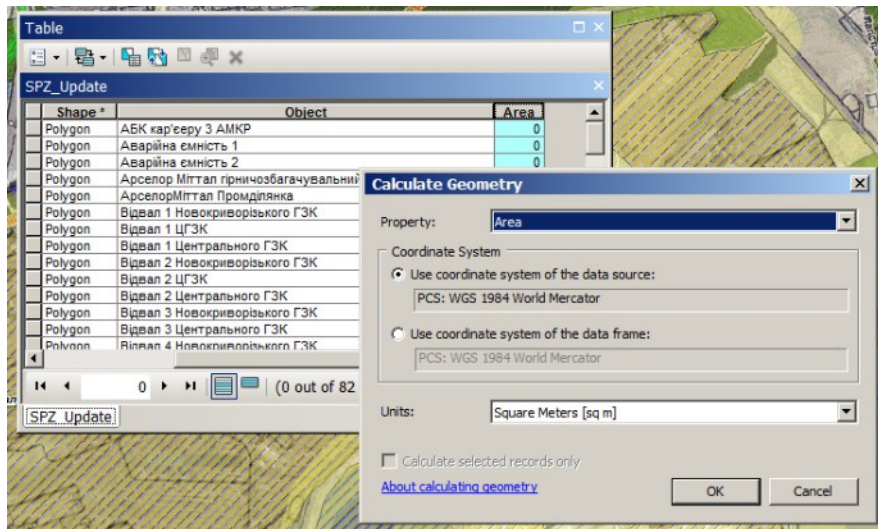


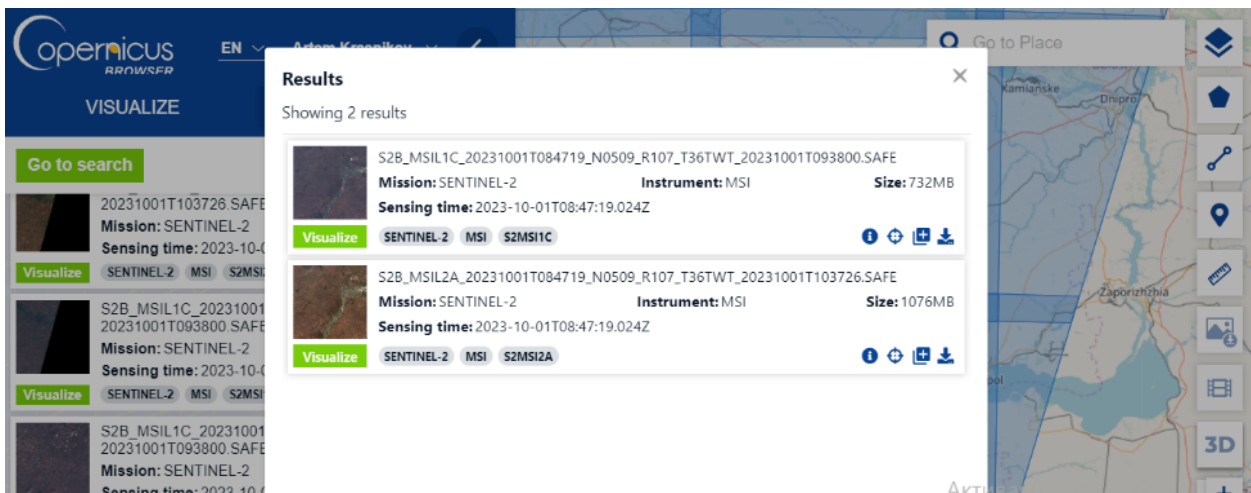
Рисунок 2.7 - Використання інструменту для побудови СЗЗ (буферів) навколо промислових об'єктів

За допомогою інструмента *Calculate geometry* розраховуємо площу СЗЗ (рис. 2.8).



**Рисунок 2.8 - Розрахунок площ СЗЗ засобами ГІС
(інструмент *Calculate geometry*)**

У програмі *ESRI ArcGIS Desktop 10.5* сформовано геоінформаційну базу, що містить в окремих шарах контури та атрибутивну інформацію про СЗЗ м. Кривий Ріг. Із загальнодоступного ресурсу *Copernicus Open Access Hub* для криворізької території було завантажено набір даних з мультиспектральних аерофотознімків супутників Sentinel-2A та Sentinel-2B за жовтень 2023 року (рис 2.9).



**Рисунок 2.9 – Процедура завантаження аерофотознімків з ресурсу
*Copernicus Open Access Hub***

Наступним шагом, за допомогою інструмента *Subset* локалізуємо необхідні зони на аерофотознімках (рис 2.10).

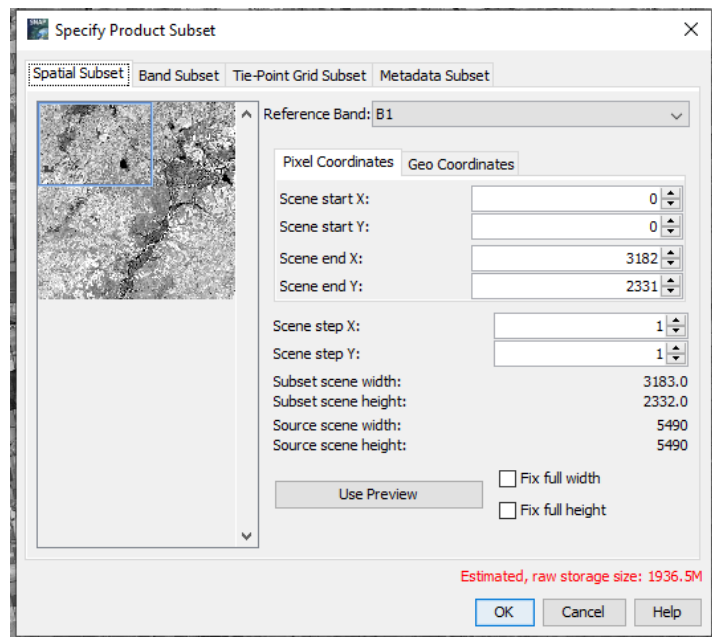


Рисунок 2.10 - Використання інструменту Subset для обмеження зони розрахунку

Далі розраховуємо вегетаційний індекс NDVI за допомогою формули 2.1 та калькулятора растру (рис.2.11).

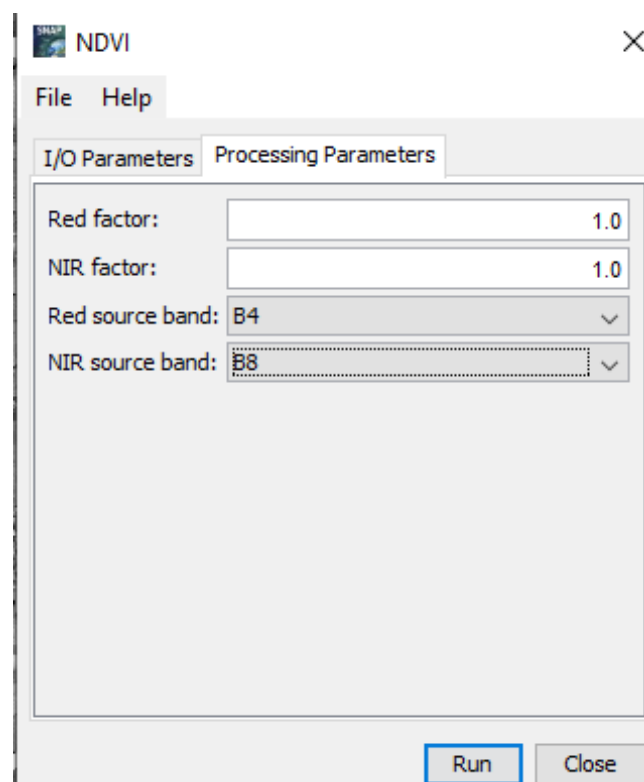


Рисунок 2.11 - Налаштування калькулятора растру для розрахунку NDVI

Та будемо растр для аналізу ступеня озеленення (рис 2.12).

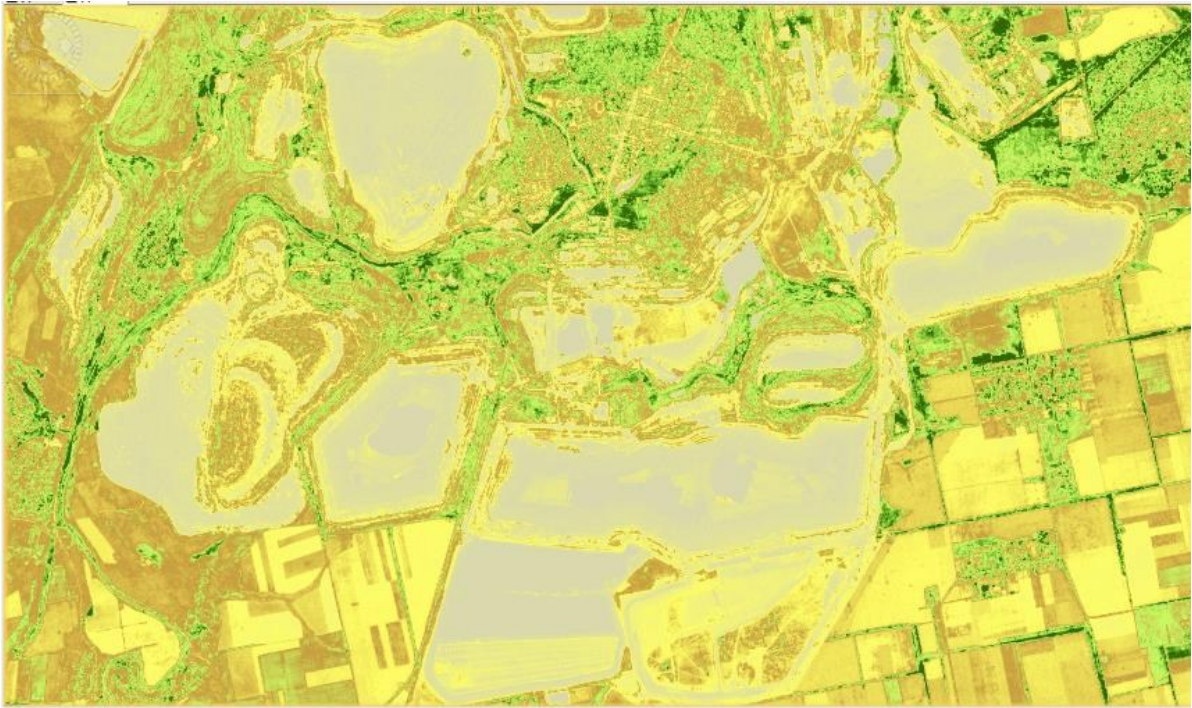


Рисунок 2.12 - Побудова растру за NDVI для аналізу ступеня озеленення

Після чого, для отримання єдиного растру дослідженої робимо мозаїку в ArcMap, для об'єднання зображень, використовуючи інструмент *Mosaic* (рис 2.13).

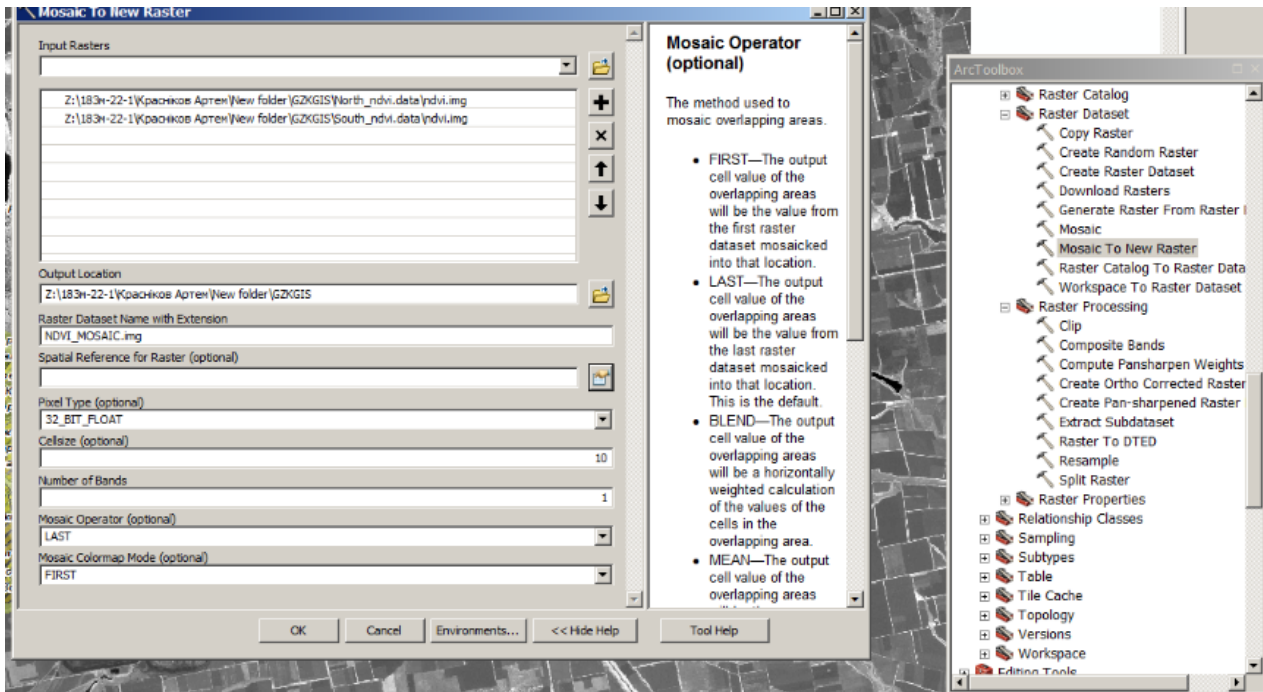


Рисунок 2.13 - Використання інструменту Mosaic для об'єднання растрів

Для визначення показників на досліджених територіях, в межах контурів ССЗ, проводимо зонально статистичний аналіз вегетаційних індексів (2.14).

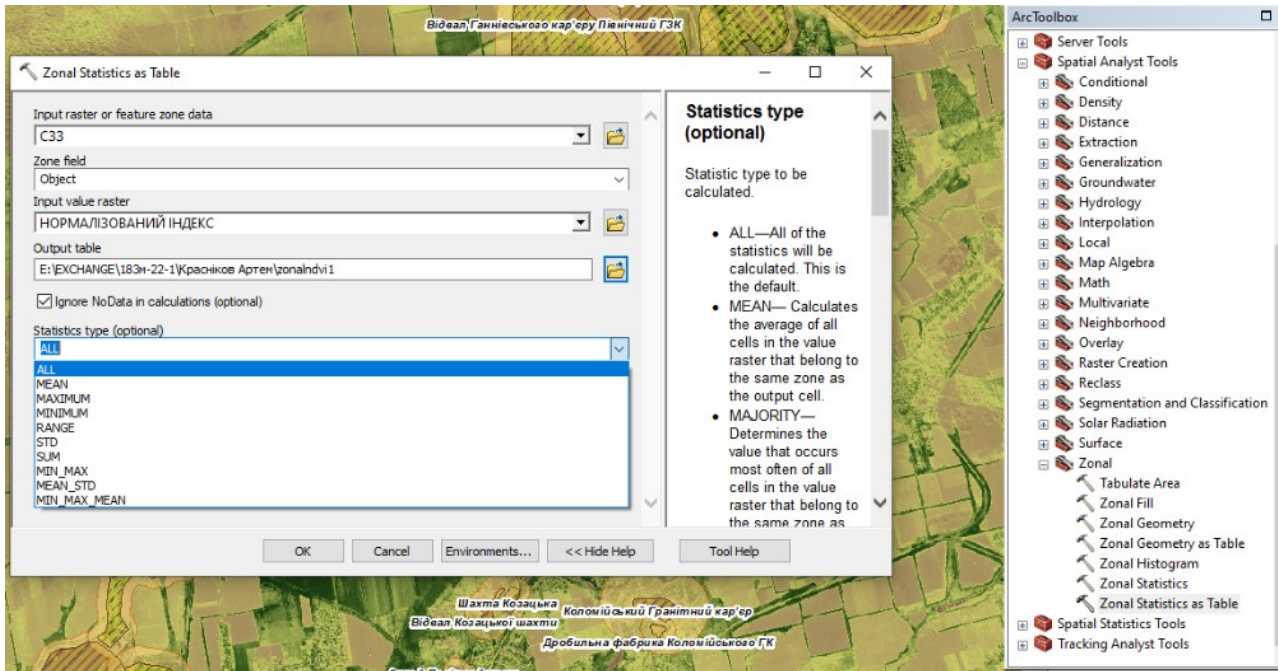


Рисунок 2.14 - Зонально-статистичний аналіз за показниками NDVI на територіях СЗЗ

Далі робимо класифікацію растру за NDVI, для визначення площі. Визначаємо площі на територіях ССЗ відповідно до класів NDVI (рис 2.15).

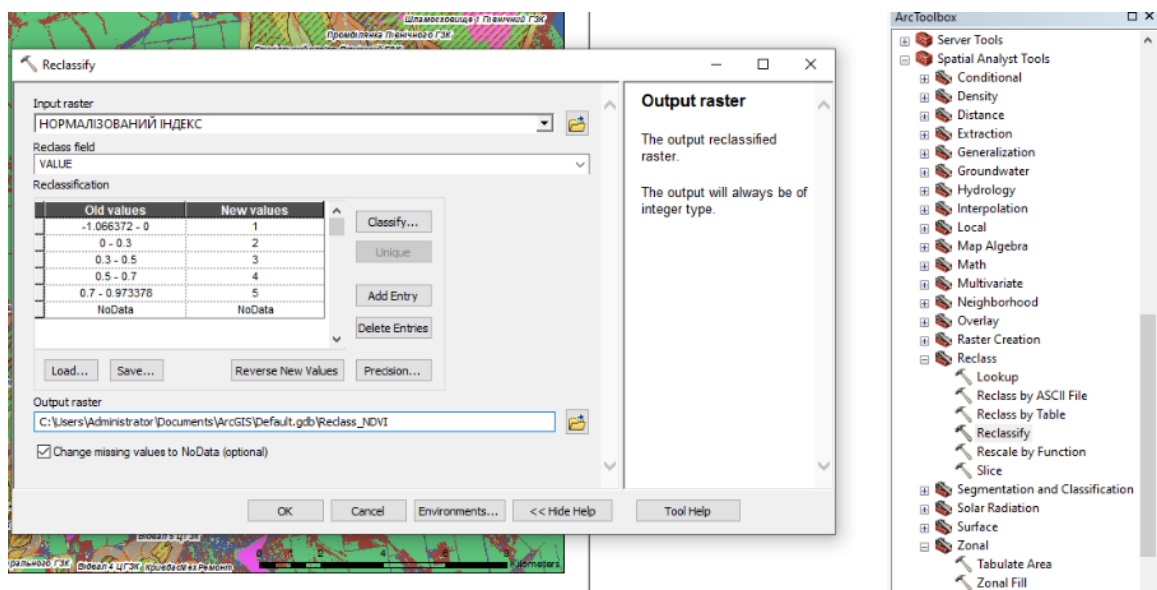


Рисунок 2.15 - Класифікація растру за NDVI

За допомогою інструментів зональної статистики у програмі *ESRI ArcGIS Desktop 10.5* здійснено класифікацію досліджених об'єктів міста за станом зелених насаджень та показниками озеленення та отримано числові значення про розподіл визначених індексів рослинності.

Інструменти зональної статистики в модулі *Spatial Analyze* до програми *ESRI ArcGIS Desktop* дозволяють визначати статистичні показники такі як найбільше, найменше, середнє арифметичне, медіана, мода, більшість, сума як для кожного окремого контуру об'єкту (балка, район, санітарно-захисна зона) і усього шару ГІС. Площі типу поверхні за значеннями *NDVI* визначались окремо для кожного об'єкту ГІС за допомогою інструменту *Tabulates Area*.

Геоінформаційна база, яка містить окремі контури шарів та атрибутивну інформацію СЗЗ м. Кривий Ріг сформована в програмному середовищі *ESRI ArcGIS 10.5* (рис 2.16).

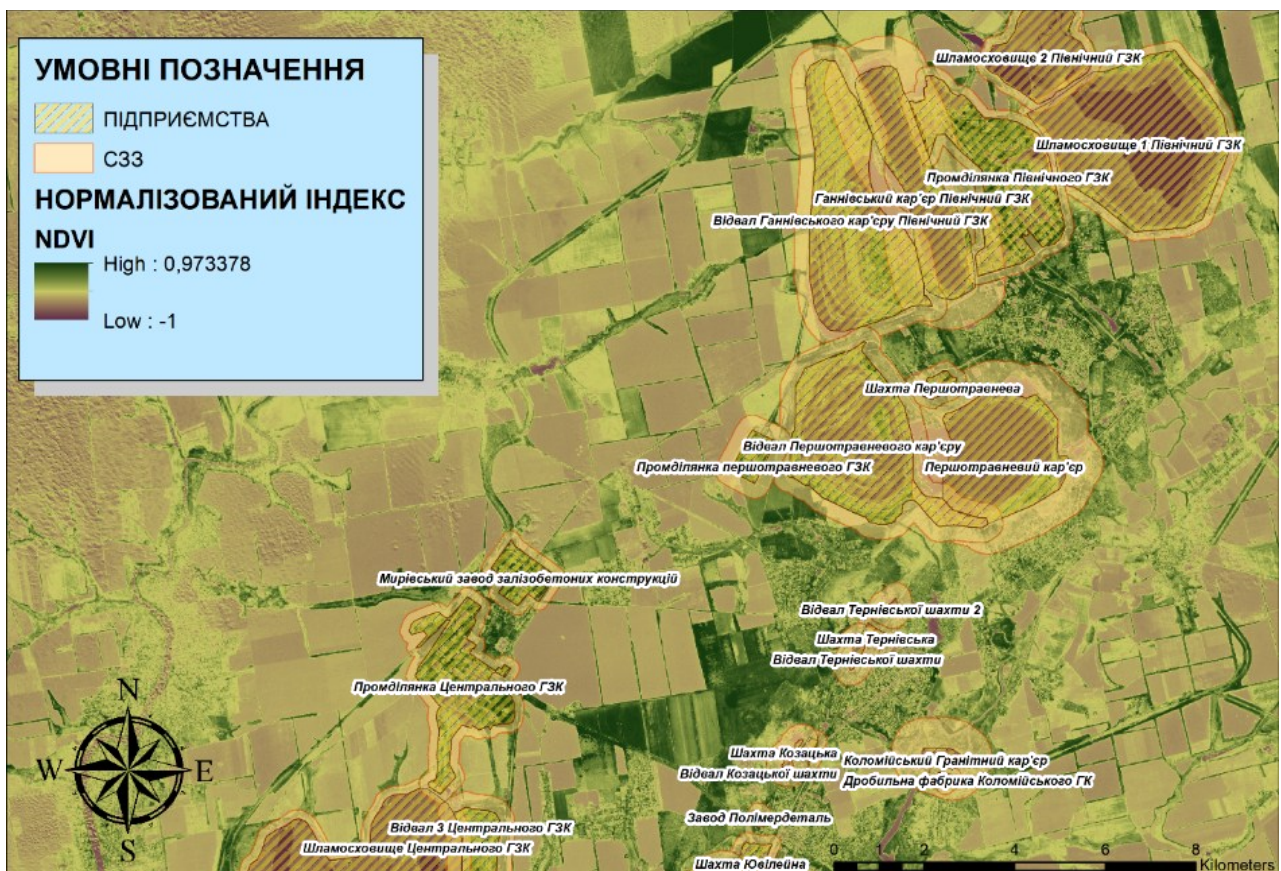


Рисунок 2.16 – Геоінформаційна база з NDVI

Використовуючи інструменти зональної статистики в програмі ESRI ArcGIS Desktop 10.5, ми здійснили класифікацію досліджуваних об'єктів міста відповідно до стану зелених насаджень та визначення ступеню озеленення й отримали чисельні значення щодо розподілу вегетаційних індексів рослинності, тобто NDVI.

2.6 Результати досліджень

Характеристики озеленення Криворізького району за показником NDVI, як приклад, наведено на рис. На зображенні виділяються області ділянок, які мають значно вищий рівень NDVI, ніж інші райони.

Відповідно до класифікації NDVI, територія вважається озеленою на значеннях вище за 0,3 [42]. Таким чином, за допомогою інструментів зональної статистики ми провели аналіз ступеня озеленення за класами індексів рослинності.

Класифікація показників озеленення, СЗЗ, в залежності від класу небезпеки, наведено в таблиці

Таблиця 2.2 – Класи небезпеки об'єктів промисловості та розміни нормативної санітарно-захисної зони

Клас Небезпеки	Відсоток озеленення, %	СЗЗ, м
I	40%	1000
II – III	50%	500
IV - V	60%	300

Внаслідок аналізу ступеня СЗЗ визначалося, що у 33 з 84 досліджених підприємств відсоток озеленення СЗЗ не відповідає стандартам.

Серед міських об'єктів, було виділено ті, які не були озелененими за своїми нормативними показниками.

Результати розрахованих площ за класами NDVI наведено в табл. 2.3

Таблиця 2.3 – розподіл площ СЗЗ за класами NDVI

Назва об'єкту	< 0	0–0,3	0,3–0,5	0,5–0,7	> 0,7	Площа, м ²	Озеле- нення (NDVI > 0,3) %	Норати- вний % озеле- нення
	%	%	%	%	%			
Шламосховище 1 Північний ГЗК	20700	1128100	1251100	354300	5500	2759700	58,37	60
Відвал Ганнівського кар'єру Північний ГЗК	4100	2163100	1241400	570200	38500	4017300	46,05	50
Відвал 1 Центрального ГЗК	72000	2220600	1452600	324200	58200	4127600	44,45	50
Відвал 2 Центрального ГЗК	15000	1380700	360900	320800	26700	2104100	33,66	50
Відвал 3 Центрального ГЗК	52500	1030500	375700	542800	91100	2092600	48,24	50
Промділянка Центрального ГЗК	9500	1317400	705700	715700	156000	2904300	54,312	60
Відстійник 2 АрселорМіттал	26800	325800	124000	148600	4500	629700	44,0	60
Відстійник 1 АрселорМіттал	200	234800	217500	132000	1300	585800	59,883	60
Відвал АрселорМіттал	266900	1984700	1320800	851500	29700	4453600	49,44	50
Арселор Міттал гірничозбагачувал ьний комбінат	43500	663200	626700	174800	500	1508700	53,155	60
Відвал 3 Новокриворізьког о ГЗК	88500	384400	5400	500	0	478800	1,23	50
Відвал Північний	28100	312100	279000	46100	0	665300	48,86	50
Південний ГЗК промділянка	119600	887500	678700	162400	700	1848900	45,52	60
Шламосховище Південного ГЗК	13700	832200	720100	158400	0	1724400	50,94	60
Відвал Дальній	177800	985700	652900	291300	2500	2110200	44,86	50
Об'єднання хвостосховище	214700	1775900	106000	800	0	2097400	5,09	60
Відвал	753500	2140300	1314800	263100	0	4471700	35,28	50

Назва об'єкту	< 0	0–0,3	0,3–0,5	0,5–0,7	> 0,7	Площа, м ²	Озеле- нення (NDVI > 0,3) %	Норати- вний % озеле- нення
	%	%	%	%	%			
Об'єдненого хвостосховища								
Шламосховище Войково	122600	1031200	64600	0	0	1218400	5,3	60
Промділянка Південного ГЗК	100	307500	149200	6500	0	463300	33,63	60
Відвал 4 Новокриворізьког о ГЗК	66600	1037700	287400	85900	0	1477600	25,26	50
АБК кар'єру 3 АМКР	2100	60600	0	0	0	62700	0	60
Промділянка першотравневого ГЗК	0	627500	287300	271100	3100	1189000	47,22	60
Дробильна фабрика Коломійського ГК	100	26100	500	0	0	26700	1,87	60
Трансмаш	9500	392400	295500	234300	23000	954700	57,9	60
Криворізький ремонтно- механічний завод	700	454300	308600	191800	24700	980100	53,57	60
Криворізька нафтобаза	0	234300	194300	134300	6200	569100	58,82	60
Миролюбівське шламосховище	136300	1310200	8200	0	0	1454700	0,56	60
Аварійна ємність 2	24000	414800	168700	11100	0	618600	29,06	60
Аварійна ємність 1	500	178600	34000	5100	0	218200	17,91	60
Відстійник гірничозбагачувал ьного комбінату	25700	246100	108900	23500	0	404200	32,75	60
Гірничий цех 5	0	282700	163200	239900	4100	689900	59,02	60
Відвал 1 ЦГЗК	7200	381300	14600	1700	0	404800	4,02	50
Відвал 2 ЦГЗК	2700	409300	228100	99900	200	740200	44,30	50

Таблиця 2.1 – Оцінка ступеня озеленення та розподіл площ санітарно-захисних зон підприємств за класами NDVI.

Графічна інтерпретація проведених досліджень (фрагмент) наведено на рис. 2.17

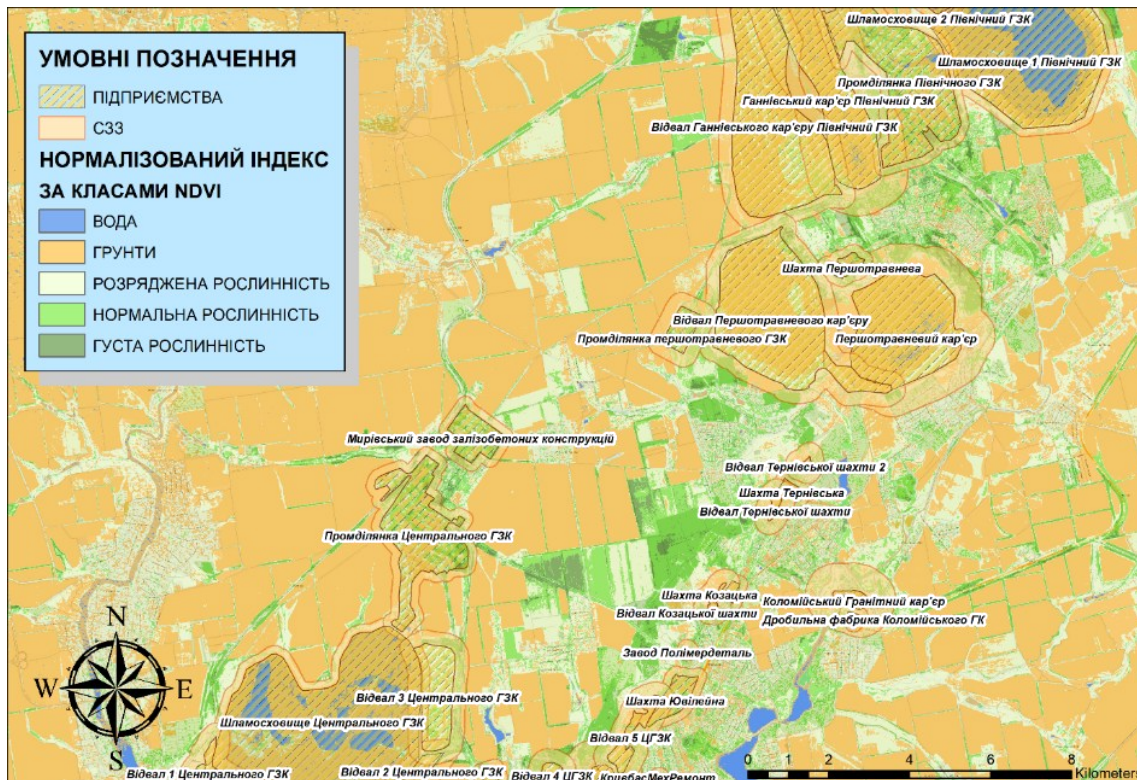


Рисунок 2.17 - Класифікація території за класами NDVI

Дана схема дозволяє при масштабуванні в ГІС аналізувати досліджені показники у порівнянні з іншими шарами геопросторових даних, в яких міститься інформація про населені пункти, заповідні території та інші об'єкти які не мають потрапляти до санітарно-захисної зони.

2.7 Аналіз результатів дослідження та висновки

Представлені результати досліджень ілюструють поточний рівень озеленення в різних функціональних зонах міста Кривий Ріг. У контексті поточних досліджень виявлено, що сьогодні існує необхідний набір даних та інструментарій для оцінки характеристик озеленення міст [40, 14].

У процесі досліджень, було виявлено, що за наступним переліком підприємств було виявлено недостатньо озеленену ССЗ: Шламосховище 1 Північний ГЗК, Відвал Ганнівського кар'єру Північний ГЗК, Відвал 1 Центрального ГЗК, Відвал 2 Центрального ГЗК, Відвал 3 Центрального ГЗК, Промділянка Центрального ГЗК, Відстійник 2 АрселорМіттал, Відстійник 1 АрселорМіттал, Відвал АрселорМіттал, Арселор Міттал гірничозбагачувальний комбінат, Відвал 3 Новокриворізького ГЗК, Відвал Північний, Південний ГЗК промділянка, Шламосховище Південного ГЗК, Відвал Дальній, Об'єднанне хвостосховище, Відвал Об'єдненого хвостосховища, Шламосховище Войково, Промділянка Південного ГЗК, Відвал 4 Новокриворізького ГЗК, АБК кар'єру 3 АМКР, Промділянка першотравневого ГЗК, Трансмаш, Криворізький ремонтно-механічний завод, Криворізька нафтобаза, Миролюбівське шламосховище, Аварійна ємність 2, Аварійна ємність 1, Відстійник гірничозбагачувального комбінату, Гірничий цех 5, Відвал 1 ЦГЗК, Відвал 2 ЦГЗК.

Для того, щоб озеленити СЗЗ цих підприємств, сумарно треба 5524280 м² зелених насаджень. Найкритичнішими виявилися:

1. Відвал 3 Новокриворізького ГЗК з показником озеленення у 1,232247285 % від нормативних 50%.
2. Об'єднанне хвостосховище (ЮГЗК) з показником озеленення у 5,09201869 % від нормативних 60%.
3. Шламосховище Войково з показником озеленення у 5,302035456 % від нормативних 60%.
4. АБК кар'єру 3 АМКР з показником озеленення у 0 % від нормативних 60%.
5. Дробильна фабрика Коломійського ГК з показником озеленення у 1,872659176 % від нормативних 60%.
6. Миролюбівське шламосховище з показником озеленення у 0,563690108 % від нормативних 60%.
7. Аварійна ємність 1 (АрселорМіттал) з показником озеленення у 17,91934005 % від нормативних 60%.

8. Відвал 1 ЦГЗК з показником озеленення у 4,026679842 % від нормативних 50%.

На основі аналізу картографічного матеріалу можна виділити Коломійський гранітний кар'єр (рис 2.18), який хоч і озеленений на 82,75 %, але розташований на південно-східному напрямку с. Тернуватий Кут, який потрапляє до його СЗЗ, який не захищений зеленими насадженнями.



Рисунок 2.18 - Коломійський гранітний кар'єр

Схожа за характеристиками ділянка, яка потребує озеленення – Криворізька ТЕЦ (рис), яка озеленена на 68,1%, що вище за нормативні 60%, але з незахищеними ділянками міста Кривий Ріг.

Також, на цьому рисунку (рис 2.19) СЗЗ потрапляють на житлові забудови КривбасМехРемонту та Кар'єру 2 Центрального ГЗК, Дробильно – сортувальної фабрики.

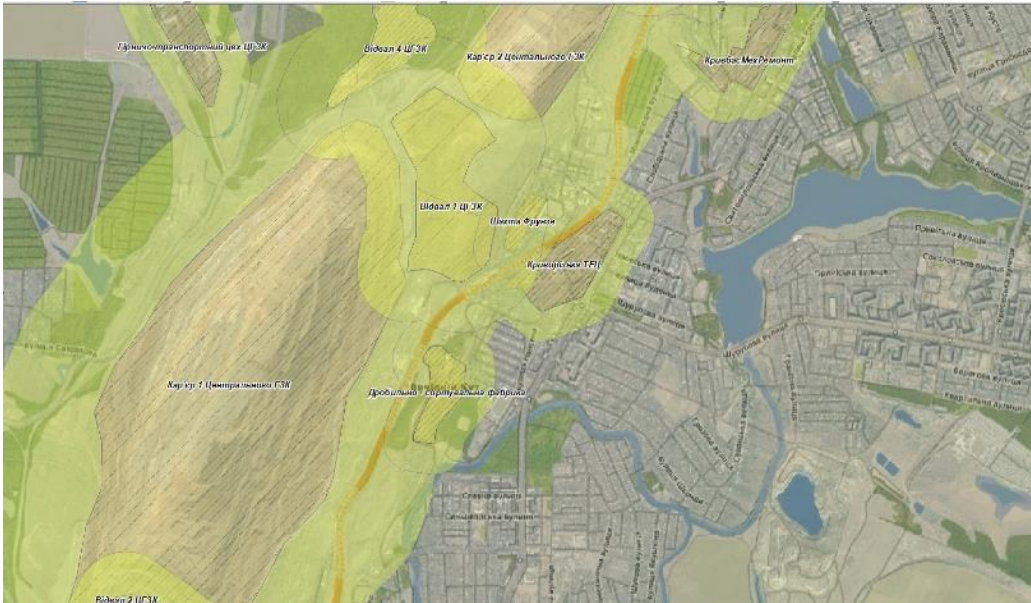


Рисунок 2.19 - Незахищені ділянки міста Кривий Ріг

На наступному рисунку (рис 2.20) зображено, як незахищена ділянка СЗЗ Північного Кар'єру та Північного відвалу знаходиться на житловій забудові. Також це стосується таких підприємств, як Механобрчермет та Металобазу.



Рисунок 2.20 – проблемні ділянки міста Кривий Ріг

Таким чином, отримані результати дозволили виявити міські території, що підлягають ризику від забруднення атмосфери через наявність поблизу джерел забруднення та відсутність зелених насаджень, що могли б суттєво знизити рівень забруднення.

РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАХОДИ ІЗ ВІДТВОРЕННЯ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ КРИВОРІЗЬКОГО РАЙОНУ

3.1 Підбір асортименту рослин для озеленення санітарно-захисних зон

При створенні зелених насаджень санітарно-захисних смуг, вибір рослин проводять за ґрунтово-кліматичними параметрами території, якісного й кількісного складу викидів, закономірностей розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі місцевості, ефективності даної породи для очищення повітря від конкретного забруднювача або їхньої комбінації, а також її газостійкості в реальній ситуації.

Для озеленення санітарно-захисних використовують рослини з високою стійкістю до газів. Асортимент порід середньої стійкості слід використовувати для озеленення промислових міст, де концентрація атмосферних забруднень значно нижча, ніж на території санітарно-захисних смуг. Найбільш стійкі породи дерев і чагарників висаджують у рядах узлісь, а менш стійкі – в середині масиву [9, 19, 20].

Високу стійкість до двооксиду сірки має клен ясенелистий, троянда зморшкувата, чубушник вінцевий. Але вони мають низьку поглинальну здатність. Високою поглинальною здатністю й стійкістю відрізняються тополя бальзамічна, дерен білий.

Поглинання двооксиду азоту обумовлено двома процесами: нейтралізацією кислот, що утворюються, і відновленням азоту із включенням його до складу амінокислот. Двооксид азоту поглинається рослинами в 3 рази швидше, ніж оксид азоту. Двооксид азоту поглинають клен срібlistий, горобина звичайна, тополя бальзамічна, липа дрібнолиста, береза повисла.

Оксид вуглецю засвоюють клен американський, бирючина звичайна, вільха біла, ялина звичайна. Кожен 1 м² листової поверхні вищих рослин засвоює за 1 добу від 12 до 120 кг оксиду вуглецю. При цьому на світлі оксид вуглецю засвоюється значно краще, ніж у темряві [9, 19, 20].

Деякі рослини, наприклад, здатні до біологічного накопичення (концентрації) ряду хімічних сполук. Так, вираженою здатністю до поглинання й накопичення свинцю володіють клен гостролистий, тополя пірамідальна, липа крупнолиста, береза пухната, а з трав - кульбаба лікарська. Виражену здатність до акумуляції фенолів мають бузина червона, бузок звичайний та ін. Крім того, деякі рослини здатні накопичувати радіоактивні речовини.

В санітарно-захисних смугах створюють змішані посадки, які мають найвищу біологічну стійкість і декоративність. Рекомендують використовувати в насадженні одну-дві стійкі деревні породи; дві-три чагарникові породи з урахуванням їх позитивної взаємодії. Решта деревних порід має сприяти кращому росту головної. Для збереження ґрунтової вологи та загальної листової площі насаджень всередині масивів висаджують невеликими групами або поодинокими чагарниками [9, 19, 20].

Підбір рослин для створення зелених насаджень на території міста потрібно здійснювати з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов території, закономірностей розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, ефективності даної породи для очищення повітря від конкретного забруднювача або їхньої комбінації, а також її газостійкості в реальній ситуації. Крім того, при використанні рослин в озелененій території, прилеглих до підприємств та автомагістралей, необхідно враховувати їх вибірккову поглинальну здатність і газостійкість до наступних забруднюючих речовин:

- високу стійкість та поглинальну здатність до двооксиду сірки має: *Populus balsamifera* L. - тополя бальзамічна, *Populus nigra* L. - тополя чорна, *Populus canadensis* auct. - тополя канадська, *Populus italica* (Du Roi) Moench. - тополя пірамідальна, *Populus laurifolia* Ledeb. - тополя лавролиста, *Acer negundo* L. - клен ясенolistий, *Acer platanoides* L. - клен гостролистий, *Acer campestre* L. - клен польовий, *Fraxinus excelsior* L. - ясен звичайний, *Castanea vulgaris* Lam. - каштан кінський, *Ulmus carpinifolia* Rupp. - в'яз граболистий, *Salix alba* L. - верба біла, *Ailanthus altissima* (Mill.), *Picea pungens* Engelm. -

ялина колюча. Чагарники: *Syringa vulgaris* L. - бузок звичайний;

- двооксид азоту в значних кількостях поглинають *Populus balsamifera* L.

- тополя бальзамічна, *Tilia cordata* Mill. - липа серцелиста, *Betula pendula* Roth

- береза повисла;

- оксид вуглецю засвоюють *Acer platanoides* L. - клен гостролистий, *Alnus incana* (L.) Moench - вільха сіра, *Picea pungens* Engelm. - ялина колюча;

- пилоосаджувальні властивості ярко виражені у *Ailanthus altissima* (Mill.)

Swingle - айлант найвищий, *Ulmus carpinifolia* Rupp. - в'яз граболистий, *Salix*

alba L. - верба біла, *Acer platanoides* L. - клен гостролистий, *Acer negundo* L. -

клен ясенolistий, *Populus canadensis* Auct. - тополя канадська, *Populus italica*

(Du Roi) Moench. - тополя пірамідальна, *Populus balsamifera* L. - тополя

бальзамічна, *Populus alba* L. - тополя біла, *Fraxinus excelsior* L. - ясен

звичайний, *Fraxinus viridis* Michx. – ясен зелений.

Середню відносну стійкість до газопилових викидів має: *Populus alba* L. -

тополя біла, *Populus balsamifera* L. - тополя бальзамічна, *Populus canadensis*

auct. - тополя канадська, *Populus nigra* L. - тополя чорна, *Populus italica* (Du

Roi) Moench. - тополя пірамідальна, *Populus laurifolia* Ledeb. - тополя

лавролиста, *Tilia cordata* Mill. - липа серцелиста, *Fraxinus excelsior* L. - ясен

звичайний, *Castanea vulgaris* Lam. - каштан кінський, *Acer negundo* L. - клен

ясенolistий, *Acer campestre* L. - клен польовий, *Salix alba* L. - верба біла,

Ailanthus altissima (Mill.)

В умовах комплексної дії негативних чинників рекомендуємо створювати

змішані посадки, які складаються з однієї-двох стійких деревних порід та

можливим доповненням двох-трьох чагарникових порід з урахуванням їх

позитивної взаємодії. При цьому не менш 50% загальної кількості висаджених

дерев має становити головна порода, яка характеризується найбільшою

життєвістю [9, 19, 20].

В озелененні недостатньо використовуються хвойні (види туї, ялівця), які

мають високу декоративність, фітонцидність й стійкість до несприятливих

умов.

Для підвищення стійкості зелених насаджень міста до дії забруднюючих речовин необхідно впровадити обробку рослин на всіх стадіях росту гуміновими речовинами та іншими природними адаптогенами.

3.2 Конструкція санітарно-захисних насаджень

Санітарно-захисні зони (СЗЗ) - це території, що оперізують промислові підприємства і службовці для захисту селитебних частин міста. При проектуванні санітарно-захисної зони враховуються розміри зони забруднення промислових підприємств і розриви від джерел виробничих викидів в атмосферу. Зоною забруднення вважається територія навколо джерела забруднення, в межах якої приземний шар атмосфери забруднений шкідливими речовинами, що містяться у виробничих викидах в концентраціях, що перевищують допустимі норми. Частина цієї зони забруднення, розташована між кордоном підприємства і кордоном селитьби, є санітарно-захисною зоною. Ширина зони обчислюється від місця виділення шкідливих речовин.

Залежно від аераційної дії захисних смуг, ступеня забрудненості повітря та віддаленості від джерела виробничих викидів створюють, як і у випадку із полезахисними смугами, смуги продувної, щільної та ажурної конструкцій [11, 12].

Смуга продувної конструкції – це щільне у верхній і середній частинах насадження з великими кронами і просвітами в нижній і приземній частинах. Ширина смуги продувної конструкції, яка складається із ланок дерев і чагарників, що чергуються між собою, становить 15-18 м (із закраїнами) і має 5-6 рядів; довжина ланок дорівнює 3Н головної породи, чагарників – 2,5-3Н. Для продувних конструкцій з деревотіньовим типом культур ширина встановлюється 15-21 м (із закраїнами), з 5-7 рядами [11, 12].

Для підприємств різних класів шкідливості встановлена наступна ширина санітарно-захисної зони:

- I класу шкідливості-1000 м;
- II Каса шкідливості-500 м;
- III класу шкідливості-300 м;
- IV класу шкідливості-100 м;
- V класу (нешкідливі) - 50 м і менше.

Розміри СЗЗ для промислових районів, вузлів і великих підприємств, що надають особливо несприятливий вплив на середовище, визначаються спеціальними розрахунками. Використовують вказівки щодо розрахунку розсіювання в атмосфері шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств» і «методичні керівництва з визначення розмірів санітарно-захисних зон і величин гранично допустимих викидів (ПДВ) шляхом розрахунку розсіювання в атмосфері шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств» [11, 12].

У санітарно-захисній зоні не допускається розміщення житлових будинків, дитячих і дошкільних установ, загальноосвітніх шкіл, лікувально-профілактичних і оздоровчих установ, стадіонів і спортивних майданчиків, садів і парків [11, 12].

Територію першої підзони озеленюють двома-трьома вузькими продувними смугами, які складаються із ланок деревних і чагарникових порід, що чергуються між собою (рис. 3.1, I). Завдання цих смуг полягає в тому, щоб забезпечити розсіювання викидів радіальними та латеральними потоками. Водночас вони підвищують життєвість рослин при надзвичайно несприятливих умовах їх місцезростання [11, 12].

В середній підзоні створюють п'яти- шестирядні вузькі продувні смуги із деревно-тіньовим типом культур (рис. 3.1, II). Призначення цих смуг таке, як і попередніх – провітрювати і розсіювати шкідливі речовини у верхніх шарах атмосфери, а також частково перехоплювати і поглинати пил, аерозолі та гази [11, 12].

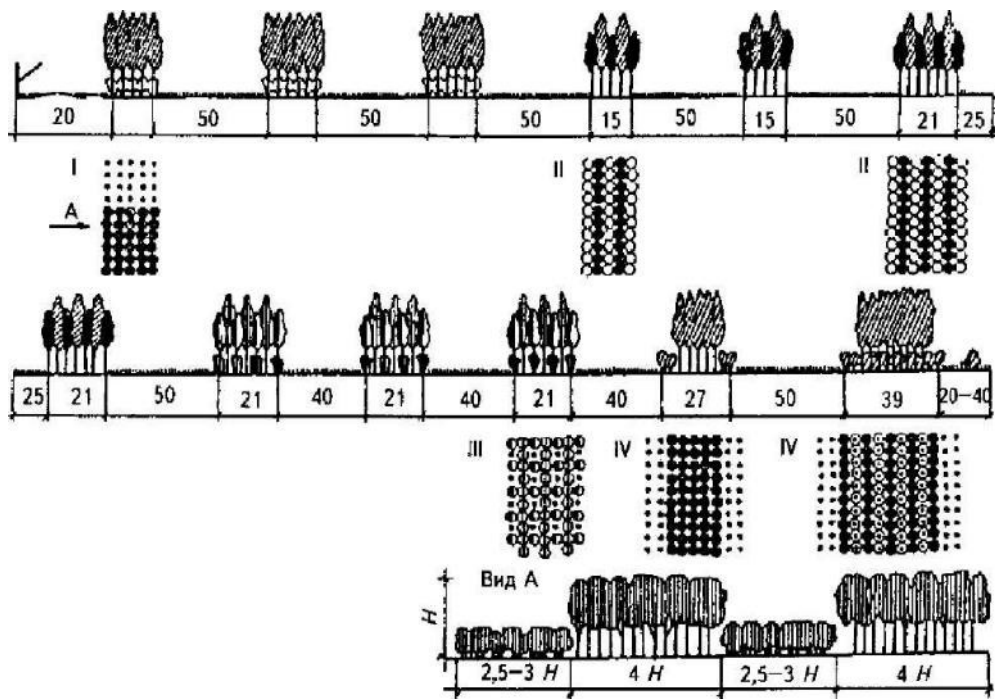
На території третьої підзони створюють дві-три смуги насаджень ажурної конструкції (рис. 3.1, III), а на межі із житловою забудовою – дві смуги щільної

конструкції (рис. 3.1, IV), які виконують роль останнього захисного бар'єру, що дає змогу запобігти доступу виробничих викидів у житловий район. Використання ажурного типу конструкції в цій частині зони зумовлено призначенням смуги – затримувати і поглинати пил і шкідливі гази в зоні концентрацій забруднень. Ширина аеродинамічного коридору між смугами складає 5-6Н головної породи в умовах продувної і 4Н – ажурної конструкцій [11, 12].

Для поглинання і відбиття шуму створюється висока з дерев і чагарників смуга з поперечним перерізом у вигляді трапеції. Для захисту від пилу - висока смуга прямокутного поперечного перерізу, з щільних посадок дерев і чагарників.

Кількість смуг в санітарно-захисній зоні залежить від класу шкідливості підприємства. На промислових підприємствах, сильно забруднюють навколишнє середовище газами, ширина санітарно-захисної зони визначається розрахунком і становить в середньому 3...5 км і більше, а деревно-чагарникові насадження займають відповідно 1...2 км і більше. Смуги дерев і чагарників чергуються зі смугами трав'янистого покриву з стійких видів трав. Принципи планування, конструкція і оптимальні параметри основних елементів захисних смуг визначаються в залежності від хімічного складу і кількості шкідливих газів, особливостей їх поширення і руху в атмосфері.

Для створення захисних смуг використовують рядовий спосіб посадки дерев і чагарників з міжряддями 3 м, це забезпечує догляд за молодими посадками, створює оптимальні умови росту і розвитку рослин. Відстань між деревними саджанцями в рядах має бути не менше 2 м, а між чагарниками – не менше 1 м. Така густота посадки забезпечує швидке змикання крон дерев в рядах, а отже, найшвидше настання захисної дії смуги. Крім того, скорочується кількість ручного догляду за ґрунтом [9, 10, 25].



I – провітрювана смуга з дерев і чагарників, що чергуються; II – провітрювана смуга з деревно-тіньовим типом культур; III – ажурна смуга; IV – щільна смуга.

Рисунок 3.1 – Розташування захисних смуг в санітарно-захисній зоні шириною 1 км

Беручи до уваги важкі умови місцезростання дерев на території санітарно-захисної зони, висоту головної породи в середньому віці приймають 10-12 м, ширина міжсмугового простору в зв'язку з цим має становити 40-70 м, що забезпечить провітрювання простору і запобігатиме застою забрудненого повітря [11, 12].

Захисні деревно-чагарникові насадження створюються біля селітебної території, між промисловими підприємствами і повинні займати площу не менше 40% ширини зони.

Розміщення елементів озеленення території санітарно-захисних зон здійснюється з урахуванням характеру виробничих шкідливостей, а також місцевих природно-кліматичних і топографічних умов. Тому планування, конструкція і асортимент захисних деревно-чагарникових смуг вирішуються з урахуванням їх призначення.

Так, наприклад, для захисту від шумового навантаження можна

використовувати насадження змішаного типу (рис 3.2)

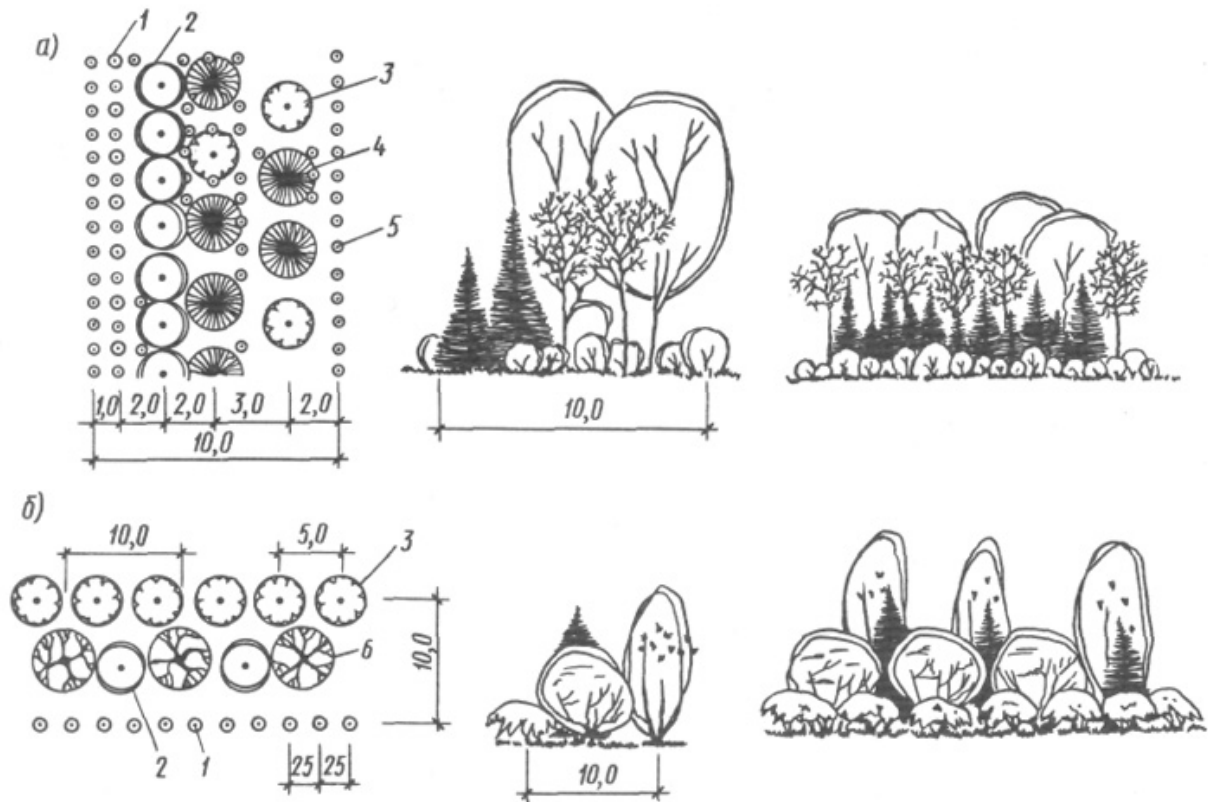


Рисунок 3.2 - Шумозахисні посадки зелених насаджень

а) приклад щільних шумозахисних посадок змішаного типу; б) – приклад посадок на вулиці для захисту від транспортного шуму; в — вплив зниження шуму смуги зелених насаджень, що з кількох рядів, з розривами з-поміж них; г - те ж, з рядів з кронами, що змикаються; 1 - чагарники високі; 2 - хвойні дерева низькорослі; 3 - листяні дерева високорослі; 4 - хвойні дерева середньої висоти та високорослі; 5 - чагарники низькі; б - листяні дерева середньої висоти.

Зазначені схеми озеленення сприятимуть зниженню рівня забруднення атмосфери на території санітарно-захисних зон промислових підприємств, за рахунок газостійких властивостей рослин.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання роботи можна зробити наступні висновки:

Визначено, що зелені насадження в промисловому забрудненому місті надзвичайно важливі для фізичної активності та психічного здоров'я її мешканців. Вони беруть участь у формуванні міського середовища, виконуючи, крім архітектурно-планувальної і естетичної функцій, ще й санітарно-гігієнічну, інженерно-захисну та рекреаційну.

Оцінку ступеня озеленення та моніторинг стану зелених насаджень на територіях санітарно-захисних зон доцільніше проводити за допомогою мультиспектральних аерофотознімків із використанням інструментів зональної статистики. Це дозволяє оперативно визначати ступень озеленення певних міських зон та аналізувати на них стан зелених насаджень за кількісними та якісними показниками.

В даній роботі використовувалися методи дистанційного зондування Землі для вивчення ступеня озеленення санітарно-захисних зон промислових підприємств Криворізького району. Нормалізований різницевий індексу рослинності (NDVI) використовувався для картографування санітарно-захисних зон.

Для збору аерофотознімків місцевості було обрано програму SAS.Planet, а для їх обробки та створення власної геоінформаційної бази даних, було обрано комплект програм ArcGIS Desktop від компанії ESRI [2].

Геоінформаційна база, яка містить окремі контури шарів та атрибутивну інформацію СЗЗ Криворізького району сформована в програмному середовищі ESRI ArcGIS 10.5

Результати аналізу NDVI вказують на значну зміну досліджуваного параметру впродовж вегетативного сезону, із двома характерними піками вегетаційної активності рослин. Запропоновано метод та алгоритм оцінки та стандартизації рівня зеленості міської зони на основі методів дистанційного зондування та інструменти зональної статистики.

В рамках роботи оцінено ступінь озеленення зони санітарно захисту промисловості.

Внаслідок аналізу ступеня СЗЗ визначалося, що у 33 з 84 досліджених підприємств відсоток озеленення СЗЗ не відповідає стандартам, а для того щоб озеленити СЗЗ цих підприємств, сумарно треба 5524280 м² зелених насаджень.

Запропоновано схеми озеленення територій санітарно-захисних зон та асортимент рослин, толерантних до несприятливих факторів довкілля.

Визначено, що загальні витрати на відновлювання 1 га зелених насаджень на територіях санітарно-захисних зон складатимуть 212406 грн. Проте це значення є орієнтовним, оскільки на вартість з відновлювальних робіт впливають залежить від багатьох факторів, зокрема розташування та характеристики ділянки, а також кількості й стану зелених насаджень на територіях санітарно-захисних зон.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дніпропетровська обласна державна адміністрація. Паспорт області.
<https://adm.dp.gov.ua/pro-oblast/dnipropetrovshina/pasport-oblasti>
2. Ю.В. Бучавий, А.В. Павличенко, К.В. Семеріч ДОСЛІДЖЕННЯ
СТУПЕНЯ ОЗЕЛЕНЕННЯ САНІТАРНОЗАХИСНИХ ЗОН
ГІРНИЧОДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ГІС-
ТЕХНОЛОГІЙ
3. Про затвердження Державних санітарних правил планування та
забудови населених пунктів <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text>
4. Лісові меліорації : підруч. / Пилипенко О.І., Юхновський В.Ю.,
Дударець С.М., Малюга В.М. ; за ред. В.Ю. Юхновського. – К. : Аграрна освіта,
2010. – 282 с. ISBN 978-966-2007-44-2
5. – Питання біоіндикації та екології. – 2015. – Вип. 20, № 2. – УДК 631.
961: 711.582.5 (477.64 – 2) ВИДОВИЙ СКЛАД ТА СТАН ЗЕЛЕНИХ
НАСАДЖЕНЬ САНІТАРНО-ЗАХИСНОЇ ЗОНИ ЗАПОРІЗЬКОГО
МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМБІНАТУ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ» А.В. Склярєнко, В.П.
Бессонова Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет