

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 Шкаріна Микити Миколайовича
(ПІБ)

академічної групи 101М-20-1
(шифр)

спеціальності – 101 «Екологія»
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою – «Екологія»
(офіційна назва)

на тему Оцінка стану зелених насаджень та ступеня озеленення санітарно-захисних зон промислових підприємств м. Дніпро методами дистанційного зондування

(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	Чеберячко Ю.І.		
Економічного	Павличенко А.В.		
Рецензент			
Нормоконтролер	Грунтова В.Ю.		

Дніпро
2022

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

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувачка кафедри ЕТЗНС

_____ Борисовська О.О.

(підпис) (прізвище, ініціали)

« » _____ 2021 року

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи магістра

студенту Шкаріну М.М. академічної групи 101М-20-1

(Прізвище, ініціали)

(група)

спеціальності 101 «Екологія»

(код і назва спеціальності)

на тему Оцінка стану зелених насаджень та ступеня озеленення санітарно-захисних зон промислових підприємств м.Дніпро методами дистанційного зондування, затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 08.12.2021 № 1032-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Теоретичний	Охарактеризувати роль зелених насаджень для формування навколишнього середовища міста та підходи до оцінки стану зелених насаджень на урбанізованих територіях	09.09.2021 03.11.2021
Дослідницький	Провести аналіз ступеню озеленення санітарно-захисних зон міських промислових підприємств у порівнянні з іншими за призначенням територіями	30.09.2021 24.11.2021
Технологічний	Запропонувати заходи щодо відтворення зелених насаджень територіях санітарно-захисних зон	11.11.2021 30.11.2021
Охорона праці	Запропонувати заходи з охорони праці та техніка безпеки при висадці зелених насаджень на урбанізованих територіях	20.11.2020 05.12.2020
Економічний	Розрахувати витрати на озеленення типової ділянки на території санітарно-захисної зони	01.12.2021 15.12.2021

Завдання видано _____
 (підпис керівника)

_____ (прізвище, ініціали)

Дата видачі: _____

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

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

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: с., рис., табл., додатків, джерела.

Мета дипломної роботи: проведення аналізу динаміки стану зелених насаджень та ступеня озеленення санітарно-захисних зон у порівнянні з іншими за призначенням територіями м. Дніпро.

У вступі підкреслюється значимість зелених насаджень в благоустрої промислових міст та актуальність проблеми оцінки їх стану.

У теоретичному розділі наведені основні функції зелених насаджень у формуванні навколишнього середовища міста та підходи до оцінки стану зелених насаджень на урбанізованих територіях.

У дослідницькому розділі проведено аналіз ступеню озеленення санітарно-захисних зон міських промислових підприємств у порівнянні з парковими зонами та балочно-яружною мережею міста. Проведено рангування міських територій за вегетаційними показниками та площами озеленення. Визначено динаміку показників біомаси на досліджених територіях впродовж вегетаційного періоду 2020 року.

У технологічному розділі запропоновано заходи щодо відтворення зелених насаджень на територіях санітарно-захисних зон. Наведено типові схеми озеленення санітарно-захисних зон.

У розділі «Охорона праці» обґрунтовано заходи з охорони праці та техніки безпеки при висадці зелених насаджень на урбанізованих територіях.

В «Економічному розділі» наведено кошторис на озеленення типової ділянки на території санітарно-захисної зони.

У висновках наведені основні результати кваліфікаційної роботи та перспективи щодо її подальшого використання в моніторингу зелених насаджень на урбанізованих територіях.

ЗЕЛЕНІ НАСАДЖЕННЯ, ІНДЕКСИ РОСЛИННОСТІ, ПАРКИ, ЯРИ,
САНІТАРНО-ЗАХИСНІ ЗОНИ, ПРОМИСЛОВІ ПІДПРИЄМСТВА, ДЗЗ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- LAI* – від англ. *Leaf Area Index*, індекс листяного покриву у кронах дерев;
- FAPAR* – від англ. *Fraction of Absorbed Photosynthetically Active Radiation*, індекс фотосинтетично активної поглинутої радіації;
- FCOVER* – від англ. *Fraction of Vegetation Cover*, індекс, що вказує на загальну частку покриву рослинами;
- CCL* – від англ. *Carotene Content in the Leaf*, індекс вмісту хлорофілу;
- CW* – від англ. *Content of Water*, індекс вмісту води у кроні
- NDVI* – від англ. *Normalized Difference Vegetation Index*, індекс фотосинтетично активної біомаси (або вегетаційний індекс).
- Sen2Cor* – від англ. *Sentinel to Correction*, програмний модуль атмосферної корекції мультиспектральних аерофотознімків для супутників *Sentinel-2 A(B)*
- GIS* – географічна інформаційна система
- ДЗЗ* – дистанційне зондування Землі
- NIR* – від англ. *Near Infra-Red*, ближній інфрачервоний діапазон
- СЗЗ* – Санітарно-захисна зона промислового підприємства

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	4
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 РОЛЬ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ В БЛАГОУСТРОЇ ПРОМИСЛОВОГО МІСТА ТА ОЦІНКА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИК	10
1.1 Визначення поняття та класифікація зелених насаджень міста	10
1.2 Значення зелених насаджень для формування навколишнього середовища міста	11
1.2.1 Вплив насаджень на мікроклімат міста.....	12
1.2.2 Вплив насаджень на тепловий режим	12
1.3 Проблеми і перспективи розвитку сфери озеленення в Україні	13
1.4 Аналіз ретроспективних досліджень з оцінки стану зелених насаджень промислових міст	13
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ З ОЦІНКИ СТАНУ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ.....	21
2.1 Загальні характеристики території дослідження.....	21
2.2 Методика визначення ступеня озеленення міських територій.....	24
2.3 Хід виконання роботи	27
РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАХОДИ ІЗ ВІДТВОРЕННЯ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ ДНІПРА.....	42
3.1 Основні схеми захисних смуг санітарно-захисних зон.....	42
3.2 Обґрунтування видів дерев та чагарників для відтворення санітарно- захисних зон Дніпра.....	56
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 під час виконання робіт з посадки зелених насаджень **Ошибка! Закладка не определена.**

**РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ РОБОТ З ОЦІНКИ ТА
ВІДНОВЛЕННЯ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ НА ТЕРИТОРІЯХ САНІТАРНО-
ЗАХИСНИХ ЗОН** **Ошибка! Закладка не определена.**

5.1 Розрахунок капітальних витрат на озеленення санітарно-захисних зон
..... **Ошибка! Закладка не определена.**

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

ВИСНОВКИ 60

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 62

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

Зелені насадження відіграють важливу роль у ослабленні та нейтралізації негативного впливу промислових зон на працівників підприємств, жителів прилеглих територій і компоненти природного середовища. Саме тому стає актуальним питання озеленення території, з метою зниження техногенного навантаження.

Знищення зелених насаджень в містах може спричинити руйнівні наслідки для природи в майбутньому [1]. Тому одним з головних питань охорони та збереження зелених насаджень у містах є їх утримання у здоровому і естетичному стані, створення та формування декоративних і водночас стійких до несприятливих умов навколишнього природного середовища рослинних угруповань [2].

Проблема зменшення кількості зелених насаджень в Україні – це одна з найгостріших екологічних проблем сьогодення. Прагнення до збільшення прибутку та економія коштів є основною причиною того, що сьогодні вирубується зелених насаджень більше, ніж поновлюється. Це призводить до розповсюдження ерозії ґрунтів, забруднення повітря, погіршення акустичного режиму міста, особливо в центральних районах, що прилягають до промислових зон та автомагістралей [3].

Усі ці проблеми актуальні для такого промислового міста-гіганта, як Дніпро, де досі зберігається тенденція до підвищення рівня забруднення атмосферного повітря через викиди промисловості. Місто Дніпро – одне з найбільших індустріальних міст України, багатофункціональний обласний і промисловий центр, важливий транспортний вузол міжобласного значення, центр міської агломерації, що має складну екологічну ситуацію з екологічними проблемами техногенного та природного характеру. На його території розташовані підприємства чорної та хімічної промисловості, машинобудування, виробництва будівельних матеріалів тощо, виробнича діяльність яких є головним чинником негативного впливу на навколишнє середовище, насамперед

на стан атмосферного повітря [4].

Із зростанням міста, розвитком його інфраструктури, стає все більш складною проблема охорони навколишнього середовища, створення сприятливих умов для населення.

Підвищена загазованість і запиленість повітря, несприятливі фізико-механічні властивості ґрунту, асфальтове покриття вулиць та площ, наявність підземних комунікацій і споруд у зоні кореневої системи, додаткове освітлення рослин у нічний час, механічні пошкодження та інтенсивний режим використання міських насаджень населенням – все це надає постійний негативний вплив на життєдіяльність рослин в умовах міського середовища і призводить до передчасного відмирання дерев.

Роль і значення генеральних планів міста – зростає, бо вони мають відображати цілісність і єдність системи озеленення, відводити резервні площі, аби не дати промисловій і житловій забудові, які постійно зростають, зайняти території, передбачені під зелені насадження [5, 6].

Генплан міста Дніпра має сприяти збереженню і охороні існуючих насаджень, але розробити його грамотно, без попередніх оцінок динаміки, причин і наслідків стану зелених насаджень, майже не можливо. Цим і обґрунтовується актуальність контролю за динамікою стану озеленення міста та за станом самих зелених насаджень, тобто запровадження постійно діючої системи моніторингу зелених насаджень.

Але застосування методів прямого спостереження на місцевості, в умовах великого промислового міста, питання достатньо складне, адже потребує великих витрат часу, коштів, трудових ресурсів. Альтернативою є моніторинг стану зелених насаджень із використанням дистанційних методів оцінки та геоінформаційних технологій [7–9]. Проте використання наведених методів та технологій також є не тривіальною задачею і потребує індивідуального підходу залежно від характеру запланованих досліджень.

Все це і обумовило вибір теми науково-дослідницької роботи, метою якої було проведення аналізу динаміки стану зелених насаджень та ступеня

озеленення санітарно-захисних зон та м. Дніпро у порівнянні з іншими за призначенням територіями.

Для досягнення мети в роботі вирішувались наступні завдання:

- провести аналіз основних функції зелених насаджень у формуванні навколишнього середовища міста та методичні підходи до оцінки стану зелених насаджень на урбанізованих територіях;

- дослідити ступінь озеленення санітарно-захисних зон міських промислових підприємств та провести порівняльний аналіз з парковими зонами та балочно-яружною мережею міста. Проаналізувати динаміку показників біомаси на досліджених територіях впродовж вегетаційного періоду 2020 року;

- обґрунтувати заходи щодо відтворення зелених насаджень територіях санітарно-захисних зон та рекомендувати асортимент газостійких рослин;

- запропонувати заходи з охорони праці та техніка безпеки при висадці зелених насаджень на урбанізованих територіях;

- визначити кошторис на відновлення та озеленення умовної ділянки на території санітарно-захисної зони.

Матеріали роботи апробовані на XIV міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми екології та енергозбереження», та відображені у тезах доповіді:

Шкарін М.М. Розробка муніципального електронного реєстру зелених насаджень в умовах урбанізованих територій / М.М. Шкарін, Ю.В. Бучавий // «Проблеми екології та енергозбереження»: Матеріали XIV Міжнародної науково-технічної конференції. 17–19 вересня 2021 р. Миколаїв: Видавець Торубара В.В., 2021 – С. 141–144.

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

1.1 Визначення поняття та класифікація зелених насаджень міста

Зелені насадження – це сукупність деревних, чагарникових і трав'янистих рослин на визначеній території. До них належать дерева, кущі, газони, квітники в парках, скверах, лісових масивах, вздовж вулиць і доріг, а також на земельних ділянках приватних будинків, підприємств, навчальних і лікувальних закладів, військових частин [10].

За функціональними ознаками міські зелені насадження діляться на три групи:

– загального користування – міські та районні парки; парки культури і відпочинку, сади житлових районів і груп житлових будинків, сквери, бульвари, набережні, лісопарки, лугопарки, гідропарки та інші;

– обмеженого користування – насадження на територіях громадських і житлових будівель, шкіл, дитячих закладів, спортивних споруд, закладів охорони здоров'я, промислових підприємств, складських територій та інші;

– спеціального призначення – насадження вздовж вулиць, у санітарно-захисних і охоронних зонах, на територіях ботанічних і зоологічних садів, виставок, кладовищ і крематоріїв, ліній електропередач високої напруги; лісомеліоративні насадження; а також насадження розсадників, квітникарських господарств; пришляхові насадження в межах міст та інших населених пунктів.

Насадження загального користування – озеленені упорядковані території, призначені для відпочинку міського населення, з вільним доступом.

Парк – самостійний архітектурно-організаційний комплекс площею понад 2 га, який виконує санітарно-гігієнічні функції і призначений для короткочасного відпочинку населення. Залежно від характеру і призначення вони діляться на парки культури і відпочинку, районні, спортивні, дитячі, ботанічні, дендрологічні, зоологічні, історичні, національні, меморіальні та інші.

Сквер – благоустроєна і озеленена ділянка площею від 0,05 до 2,0 га,

призначена для короткочасного відпочинку населення, яка є елементом архітектурно-художнього оформлення населених місць.

Бульвар – озеленена територія вздовж проспекту, транспортної магістралі, вулиці або набережної, з алеями і доріжками для пішохідного руху і короткочасного відпочинку.

Набережна – озеленена та благоустроєна транспортна та пішохідна магістраль вздовж берега річки і водоймища.

Лісопарк – лісовий масив з елементами паркового благоустрою для масового відпочинку населення.

Лугопарк – відкритий луговий простір з насадженнями і водоймищами. Оптимальне співвідношення площ лугів, насаджень, водойм 5: 2: 1.

Гідропарк – благоустроєний водноспортивний комплекс. Оптимальне співвідношення площ водойм, насаджень та лугів 2:1:1 [5].

1.2 Значення зелених насаджень для формування навколишнього середовища міста

Зелені насадження за своєю участю у формуванні міського середовища є поліфункціональними, виконуючи, крім архітектурно-планувальної і естетичної функцій, ще й санітарно-гігієнічну, інженерно-захисну та рекреаційну. Естетичні якості зелених насаджень служать джерелом духовного збагачення людини, знижують психологічну напруженість, покращують візуальні властивості міста. Відсутність зелених насаджень у місті може призвести до погіршення загального стану здоров'я людини [11].

Велике і різноманітне значення мають зелені насадження у містобудуванні. Вони відіграють значну роль у формуванні навколишнього середовища людини, тому що мають властивості поліпшувати санітарно-гігієнічну обстановку. Посадки знижують силу вітру, регулюють тепловий режим, очищають і зволожують повітря, це має величезне оздоровче значення.

Зелені насадження – найкраще середовище для відпочинку населення міст і селищ, для організації різних масових культурно-просвітніх заходів. Створення

насаджень – це не тільки засіб поліпшення санітарно-гігієнічних умов життя в окремих населених пунктах, але й один з основних методів корінного перетворення природних умов цілих районів. Також значну роль зелені насадження мають в архітектурі міста.

1.2.1 Вплив насаджень на мікроклімат міста

На формування мікроклімату міста значний вплив роблять зелені насадження. У залежності від рельєфу, наявності водойм, лісів, відкритих просторів, характеру ґрунтів, режиму ґрунтових вод перераховані вище основні кліматичні показники в окремих районах можуть досить значно змінюватися, створюючи мікроклімат даного району. На формування мікроклімату міста впливають і такі фактори, як характер забудови, тобто поверховість будинків, система їхнього розміщення, ширина, орієнтація міських проїздів, тротуарів і тип їхніх покриттів.

1.2.2 Вплив насаджень на тепловий режим

Тепловий режим будь-якого району визначається кількістю отриманої від сонця променистої енергії з врахуванням всіх видів її витрат (у конкретних умовах стану атмосфери і характеру поверхні землі) у даному районі. Прихід і втрата сонячної енергії складають так званий тепловий баланс.

При штилі рух більш холодного повітря від зеленого масиву до відкритої території може досягати швидкості 1 м/с, тобто утворювати легкий вітер, що прохолоджує і провітрює цю відкриту територію.

Взимку температура повітря серед насаджень вища, ніж на відкритих просторах. Це пояснюється захисною дією насаджень навіть коли на них немає листя. Велике значення мають особливості теплового випромінювання штучних і природних поверхонь навколо людини в населеному пункті.

1.3 Проблеми і перспективи розвитку сфери озеленення в Україні

На жаль, дослідженнями у сфері озеленення займається дуже обмежена кількість вчених і практиків. Реформування системи озеленення в Україні триває понад 20 років, але кардинальних позитивних змін у цій сфері не відбулося, що є передумовою необхідності подальших пошуків напрямів покращення стану даної галузі.

У результаті проведеного дослідження були виявлені такі проблеми у сфері озеленення: відсутність достовірних і повних даних статистичної звітності; відсутність повної інвентаризації та паспортизації зелених насаджень; неповна забезпеченість населених пунктів програмами збереження та розвитку зелених зон; непропорційність фінансування кількості зелених насаджень, недостатні та неповні обсяги фінансування зелених насаджень.

Для вирішення зазначених проблем необхідно активно реформувати сферу озеленення та впроваджувати проекти з її удосконалення. До перспектив розвитку сфери озеленення варто віднести підвищення її ролі у забезпеченні сталого розвитку територій. При своєчасному і повному догляді зелені насадження будуть виконувати усі свої різноманітні та важливі функції, що дозволить зробити середовище життєдіяльності людини більш якісним і комфортним.

1.4 Аналіз ретроспективних досліджень з оцінки стану зелених насаджень промислових міст

В роботі [12] розроблено методичні підходи для застосування результатів дистанційного зондування Землі, одержаних за допомогою спектрорадіометра *MODIS*. Картографічні дані дозволяють уявити можливості підходу та основні тренди варіювання фітомаси рослинного покриву, оціненого на основі індексу *NDVI*. Установлено закономірний тренд збільшення фітомаси протягом весняного періоду, а також закономірності просторового розподілу фронту нарощування біомаси рослин. В ході виконання роботи було розроблено

процедуру для оцінки варіювання у просторі та часі рослинного покриву засобами дистанційного зондування Землі на прикладі Полтавської області, щоб вирішити питання прогнозування урожайності сільськогосподарських культур та динаміки чисельності шкідників агроєкосистем.

За результатами роботи [13] було визначено, що на територіях СЗЗ м. Дніпра переважають наступні рослини: ялина колюча (*Picea pungens* Engelm.), сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.), робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia* L.), клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), клен ясенелистий (*Acer negundo* L.), горіх грецький (*Juglans regia* L.), тополя чорна (*Populus nigra* L.), тополя пірамідальна (*Populus pyramidalis* Borkh.), тополя Болле (*Populus bolleana* Louche), в'яз гладкий (*Ulmus laevis* Pall.), каштан кінський (*Aesculus hippocastanum* L.), айлант найвищий (*Ailanthus altissima* Mill.), вишня звичайна (*Cerasus vulgaris* Mill.), абрикос звичайний (*Armeniaca vulgaris* Lam.), бузина чорна (*Sambucus nigra* L.) та бузок звичайний (*Syringa vulgaris* L.). При цьому середній вік насадження складає 25 років, середня висота у насадженні становить близько 7 м.

Середній вік насадження складає 25 років, середня висота у насадженні становить близько 7 м. У насадженнях наявний самосів деревних порід (клен ясенелистий, айлант найвищий), підріст робінії звичайної. Насадження по всій території СЗЗ розміщені нерівномірно: в більшості випадків лінійно в один ряд деревних рослин, що можуть перериватися на незначну відстань, а в деяких місцях рослини розташовані групами. Деревя мають ознаки вповільненого росту і розвитку, до 17 % гілок у кроні сухі. Дослідна ділянка сильно забур'янена.

Інтродуценти у насадженнях санітарної зони складають 97,4 % від загальної кількості екземплярів і 87,5 % від числа видів. До них належать ялина колюча, робінія звичайна, клен ясенелистий, горіх грецький, тополя пірамідальна, тополя Болле, гіркокаштан кінський, айлант найвищий, вишня звичайна, абрикос звичайний, бузина чорна, бузок звичайний, в'яз гладкий, тополя чорна. Аборигенні види складають 2,6 і 12,5 %, відповідно (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Розподіл деревних рослин СЗЗ ПАТ «Дніпротяжмаш» за родинами та видами

Вид (українською мовою)	Вид (латинською мовою)	Загальна кількість, шт.	% від загальної кількості екземплярів
Голонасінні			
Родина Соснові (<i>Pinaceae</i>)			
Ялина колюча	<i>Picea pungens</i> Engelm.	2	0,23
Сосна звичайна	<i>Pinus sylvestris</i> L.	2	0,23
	Всього	4	0,47
Покритонасінні			
Родина Бобові (<i>Fabaceae</i>)			
Робінія звичайна	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	228	26,95
Родина В'язові (<i>Ulmaceae</i>)			
В'яз гладкий	<i>Ulmus laevis</i> Pall.	148	17,49
Родина Симарубові (<i>Simaroubaceae</i>)			
Айлант найвищий	<i>Ailanthus altissima</i> Mill.	135	15,95
Родина Жимолостеві (<i>Caprifoliaceae</i>)			
Бузина чорна	<i>Sambucus nigra</i> L.	6	0,7
Родина Маслинові (<i>Oleaceae</i>)			
Бузок звичайний	<i>Syringa vulgaris</i> L.	3	0,35
Родина Розові (<i>Rosaceae</i>)			
Вишня звичайна	<i>Cerasus vulgaris</i> Mill.	9	1,06
Абрикос звичайний	<i>Armeniaca vulgaris</i> Lam.	2	0,23
Родина Гіркокаштанові (<i>Hippocastanaceae</i>)			
Гіркокаштан звичайний	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	9	1,06
Родина Кленові (<i>Aceraceae</i>)			
Клен гостролистий	<i>Acer platanoides</i> L.	20	2,36
Клен ясенелистий	<i>Acer negundo</i> L.	148	17,49
Родина Горіхові (<i>Juglandaceae</i>)			
Горіх грецький	<i>Juglans regia</i> L.	4	0,47
Родина Вербові (<i>Salicaceae</i>)			
Тополя чорна	<i>Populus nigra</i> L.	43	5,08
Тополя Болле	<i>Populus bolleana</i> Louche	71	8,39
Тополя пірамідальна	<i>Populus pyramidalis</i> Borkh.	16	1,89
	Всього	842	99,53
	Разом	846	100

Найчисленнішою за кількістю екземплярів родиною виявилася родина Бобові (*Fabaceae*). До неї відносяться 228 шт. дерев робінії звичайної, що

становить 26,95 % від загальної кількості екземплярів санітарно-захисної зони підприємства. Найменша кількість екземплярів відносилась до родин Маслинові та Соснові (0,47 і 0,35, % відповідно). Більшість родин представлена 1–2 видами. Найбільша кількість видів рослин санітарної зони належить до родини Вербові (3 види).

За збільшенням кількості екземплярів родини, до яких відносяться рослини, можна ранжувати наступним чином: *Oleaceae* < *Pinaceae* < *Juglandaceae* < *Caprifoliaceae* < *Hippocastanaceae* < *Rosaceae* < *Salicaceae* < *Simaroubaceae* < *Ulmaceae* = *Aceraceae* < *Fabaceae*.

Найпоширенішою деревною породою є робінія звичайна. Її кількість складає 228 шт., що дорівнює 26,95 % від загальної кількості деревних насаджень парку. Інші породи зустрічаються у меншій кількості (табл. 1). Такі види як ялина колюча, сосна звичайна, абрикос звичайний, взагалі, представлені 2-ма екземплярами кожний.

Аналіз дерев за діаметром штамбу, відображений на рис. 1, вказує на те, що найчисленнішою є група рослин, діаметр яких коливається від 15,1 до 30,0 см (28,25 % від загальної кількості екземплярів). Другою є група з величиною цього показника в межах 4,1–15 см – 218 екземплярів (25,77 %). Найменша кількість дерев входить до 7-ї групи (від 90,1 до 120 см) – 16 екземплярів (1,89 % від загальної кількості дерев). За зменшенням кількості числа рослин у групах останні можна розташувати так: 15,1–30 > 4,1–15 > 30,1–45 > 60,1–75 > 45,1–60 > 75,1–90 > 90,1–120.

Таким чином, оцінка якісного стану деревних порід на території СЗЗ показала, що найбільша кількість екземплярів відноситься до II-ї групи (ослаблені рослини), це 64,77 % від загальної кількості рослин. Без ознак ослаблення у насадженнях зростають 25,18 % рослин. До сухостою минулих років відносяться 0,24 % деревних насаджень.

Розподіл деревних рослин СЗЗ промислових підприємств м. Дніпро [13] за фітосанітарним станом наведено у табл. 1.2

Таблиця 1. 2 – Розподіл деревних рослин СЗЗ машинобудівного підприємства за фітосанітарним станом

Види	Загальна кількість рослин	Категорія стану дерев, шт.						Кількість уражених хворобами і шкідниками дерев
		I	II	III	IV	V	VI	
Робінія звичайна	228	42	173	10	3			127
Ялина колюча	2		2					2
Сосна звичайна	2						2	
Вишня звичайна	9	5	3	1				1
Горіх грецький	4	3	1					
Бузок звичайний	3		3					3
Бузина чорна	6	4	1	1				2
Абрикос звичайний	2	2						
Гірकोкаштан звичайний	9		9					9
Тополя чорна	43	8	35					26
Клен ясенелистий	148	55	90	3				53
Тополя пірамідальна	16	1	14	1				15
Клен гостролистий	20	8	12					8
В'яз гладкий	148	35	105	8				92
Айлант найвищий	135	50	79	5	1			77
Тополя Болле	71		21	50				38
Всього	846	213	548	79	4		2	453
% від загальної кількості	100	25,18	64,77	9,34	0,47	0	0,24	53,54

Без ознак ослаблення виявилось близько чверті від загальної кількості рослин дослідної ділянки (25,18 %). 64,77 % всіх рослин мають ознаки ослаблення росту, а саме зменшений на 20–30 % приріст, всихання окремих гілок, морозобійни, об'їдання листя до 25 % та ін. Найчисленнішими у цій категорії виявилися робінія звичайна та в'яз гладкий. Дрібне листя незначний

приріст, поодинокі сухі скелетні гілки в різних частинах крони, соковиділення на стовбурах і скелетних гілках мають 9,34 % всіх рослинних об'єктів. До сухостою минулих років відноситься 0,24 % всіх екземплярів.

В роботі [14] для оцінки ступеня озеленення територій та якості зелених насаджень використовували нормалізований відносний індекс рослинності (*NDVI*). Для його розрахунку використовували мультиспектральні аерофотознімки, які отримані з архівів зйомки супутника *Landsat 8*. Обробка аерофотознімків, розрахунок середньосезонних показників *NDVI*, а також їх класифікація з наступним зонально-статистичним аналізом на територіях санітарно-захисних зон виконувалася в програмі *ESRI ArcGIS*.

Слід відмітити, що сьогодні виникає необхідність проведення комплексних досліджень стану зелених насаджень на територіях техногенно-навантажених міст, до яких можна віднести місто Дніпро. Для оперативного визначення ступеню озеленення певних міських зон доцільніше використовувати мультиспектральні аерофотознімки із застосуванням інструментів зональної статистики, та геоінформаційних систем.

В усьому світі екологічні зміни істотно вплинули як на регіональний, так і місцевий клімат, який супроводжується змінами земельного покриття та відповідними довгостроковими наслідками [15, 16]. В останні десятиліття основні зміни поверхні Землі визначалися в міських районах, особливо в тих регіонах, які знаходяться в посушливих умовах [17, 18].

Питання зменшення кількості зелених насаджень в Україні є однією з найбільш актуальних проблем сьогодення [19]. Прагнення до прибутку є основною причиною, чому сьогодні в містах спостерігається тенденція щодо зменшення площ зелених насаджень. Це призводить до поширення ерозії ґрунту, забруднення повітря та погіршення міського акустичного режиму, особливо в центрах міста та в районах, що прилягають до залізниць. Ці проблеми найбільш актуальні в забруднених містах, де промисловість дуже розвинена. До таких міст України належить і Дніпро, де зберігається тенденція до збільшення рівня забруднення повітря через промислові викиди [20].

На жаль, дуже обмежена кількість науковців та практиків займається дослідженнями міських зелених насаджень. Реформування системи озеленення в Україні триває більше 20 років, але в цій галузі не відбулися різкі позитивні зміни, що є передумовою для подальшого пошуку шляхів покращення ситуації [19, 14].

Застосування методів оцінки промислового міського зеленого закладу за прямим спостереженням є складним питанням, оскільки це вимагає багато часу, грошових та робочих ресурсів [21, 22]. Альтернативою є моніторинг стану зеленого посадки за допомогою методів оцінки віддаленого зондування та географічних технологій.

З кінця ХХ століття дані з супутникових зображень були широко використані для вивчення поверхні Землі [23, 24]. Дистанційне зондування стає одним з найбільш ефективних засобів для характеристики та відображення поверхні земельних ресурсів [25, 26]. Для того, щоб визначити ефективність функціонування рослинності, було розроблено ряд показників, нормалізована різниця індексу рослинності (NDVI), яка є найбільш поширеною [27–29]. Значення NDVI можна визначити з інструментами дистанційного зондування, дозволяє визначити особливості просторової та сезонної мінливості фітомаси, що є найважливішим показником міських фітоценозів. Це дозволяє відстежувати та записувати довгострокові зміни в ландшафтних процесах, зокрема, моделях змін у міських районах [26].

Інформація, отримана з аналізу супутникових зображень, також використовується для розуміння змін функцій екосистем, просторового розподілу компонентів екосистеми та впливу змін до системи екосистем [30–32].

Слід підкреслити, що довгостроковий аналіз змін зелених насаджень в динаміці ускладнюється необхідністю тимчасового, географічного та просторового покриття даних. Тим не менш, успішний довгостроковий аналіз динамічних процесів дав перспективним результатам моніторингу досить великого діапазону модифікацій зелених ділянок посадки [33, 29]. Інші

дослідження, зроблені за допомогою методів ДЗЗ та ГІС технологій, допомогли зрозуміти вплив змін різних показників ландшафтної структури на розподіл міських компонентів екосистеми [34].

Тому методи віддаленого зондування можуть бути використані для ефективного характеристики екосистем, спрямованих на виявлення локалізацій потенційно небезпечних місць у міських зелених районах [35]. Більше 50% світового населення є міськими та за деякими вченими, ця марка збільшиться до 70% до 2050 року [36, 37].

У регіонах країн, що розвиваються, включаючи Україну, найбільш очікується зростання міського населення. Інформація про функціонування зеленого посадки в деяких регіонах цих країн недостатньо задокументовано. Це пов'язано, перш за все, через те, що емпіричні дослідження в таких країнах зосереджується головним чином на природних екосистемах, тоді як міське середовище відносно ігнорується [38, 39].

Таким чином, моніторинг стану зелених насаджень на територіях промислових міст доцільно 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.

РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ З ОЦІНКИ СТАНУ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ

2.1 Загальні характеристики території дослідження

Територія дослідження розташована у Дніпропетровській області, яка знаходиться у південно-східній частині України, в басейні середньої та нижньої течії р. Дніпро (рис. 2.1). Дніпропетровська область розташована у степовій зоні України, й охоплює площу 31 920 га.

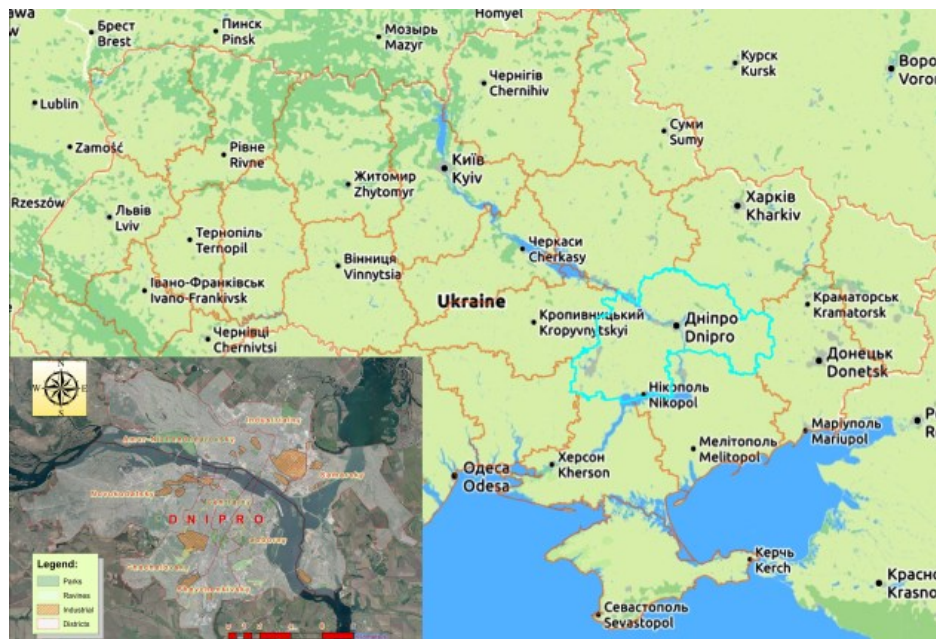


Рисунок 2.1 – Карта дослідницької зони

Ландшафт переважно рівнинний. Дніпропетровська область розташована в зоні помірних широт. Клімат області – помірно-континентальний. Загалом, він характеризується відносно прохолодними зимами та гарячими літами. Середньорічна температура знаходиться в діапазоні $+7 - +9$ °C. Найхолодніший місяць – січень ($-8,4$ °C), найтепліший – липень ($26,7$ °C). Річні опади збільшуються з 400 – 430 мм на півдні до 450 – 490 мм на півночі. Кількість сонячних днів становить 240 днів на рік.

Відповідно до комплексного індексу забруднення повітря за пріоритетними речовинами, рівень забруднення повітря в містах

Дніпропетровської області вище середнього [20].

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. тонн вуглекислого газу, основного парникового газу, що впливає на зміни клімату [20].

Місто Дніпро є одним з найбільших промислових міст України, багатофункціональний регіональний та промисловий центр, важливий транспортний центр міжрегіонального значення, міський агломераційний центр, що характеризується напруженою екологічною ситуацією та відповідними антропогенними й природними екологічними проблемами. На території міста знаходяться підприємства чорної та хімічної промисловості, машинобудування, виробництво будівельних матеріалів тощо, виробнича діяльність яких є основним чинником негативного впливу на навколишнє середовище, насамперед на стан атмосферного повітря.

Одним із завдань для міста Дніпро є збереження та захист існуючих насаджень, але практично неможливо розробити це грамотно, без попередньої оцінки динаміки, аналізу причин та наслідків погіршення стану зелених насаджень. Це зумовлює актуальність контролю над динамікою міського рослинності, а саме до впровадження постійної системи моніторингу зелених насаджень.

Сьогодні роль та значимість генерального плану міста зростає, оскільки в ньому має відобразитись цілісність та єдність системи озеленення, виділені резервні простори, що спрямовані на озеленення та рекреаційні зони для запобігання постійного збільшення промислових та житлових площ.

Аналізуючи генеральний план міста, доцільно стежити за зеленими насадженнями та визначити показники озеленення на різних його територіях: парки (сквери), балки, санітарні захисні зони промислових підприємств та міські райони в цілому.

Запропоновані функціональні області були відібрані відповідно до наступних міркувань. Парки та сквери виконують важливу рекреаційну та естетичну функцію, оскільки вони є місцями відпочинку та розваг для багатьох мешканців міста всіх соціальних груп. Залежно від їх характеру та мети, вони поділяються на культурно-рекреаційні парки, районні, спортивні, дитячі, ботанічні, дендрологічні, зоологічні, історичні, національні, меморіальні та інші. Зазвичай більшість паркових зон покриваються зеленими насадженнями, що створює сприятливі умови для відвідувачів, але вигляд та санітарний стан дерев потребують постійного моніторингу.

Яри є невід'ємною частиною ландшафту практично будь-якого населеного пункту, зазвичай займають від 5 до 45% своєї території. У степовій зоні України, особливо в густонаселених районах, міські яри залишаються натуральними притулками для багатьох видів флори та фауни. Яри також є областями незайманої природи, а також перспективними територіями для рекреації населення.

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. Дерев 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 [14].

Моніторинг стану зелених насаджень та визначення площ озеленення в міських адміністративних районах необхідно здійснювати відповідно вимогам

до озеленення міських територій [40], 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 [41]. Нажаль в містах України фактичний показник зелених насаджень на одного мешканця становить 16,3 м² [19]. 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.

2.2 Методика визначення ступеня озеленення міських територій

Для створення та контролю системи озеленення міста і оцінки стану зелених насаджень на окремих територіях доцільно використовувати сучасні геоінформаційні системи та технології. Сьогодні методи дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) є досить розвинутими, та застосовуються в багатьох напрямках наукових досліджень [8, 9]. Вони дають змогу швидко й комплексно отримувати та аналізувати накопичену інформацію, маніпулювати нею, оперативно її поновлювати та аналізувати, поєднувати з прийняттям управлінських рішень на різних рівнях: локальному, регіональному, глобальному.

Одним з найпоширеніших показників за яким можна охарактеризувати рослинність із використанням методів ДЗЗ є *NDVI*, тобто нормалізований відносний індекс рослинності. *NDVI* це простий показник кількості фотосинтетичний активної біомаси, який обчислюється за формулою:

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

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.

У видимій області спектру (0,4–0,7 мкм) лежить максимум поглинання сонячної радіації хлорофілом вищих судинних рослин, а в інфрачервоній області (0,7–1,0 мкм) знаходиться область максимального відображення клітинних структур листа. Тобто висока фотосинтетична активність (пов'язана, як правило, з густою рослинністю) веде до меншого відображення у видимій області спектру і більшому в інфрачервоній (рис. 2.2)

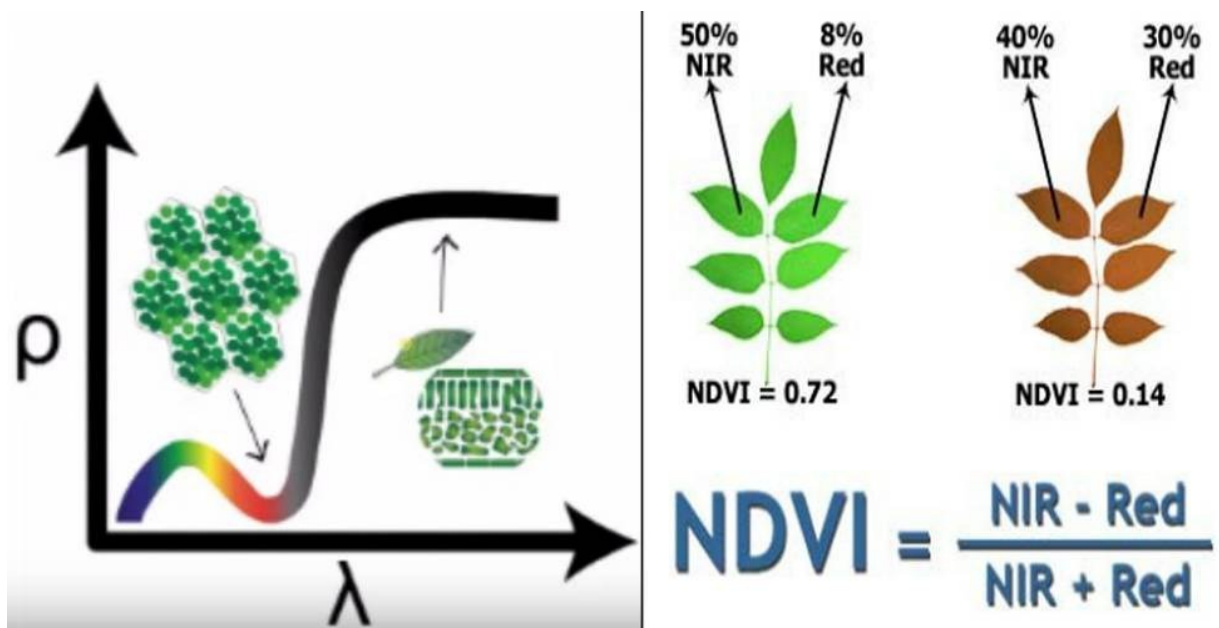


Рисунок 2.2 – Типовий спектр, і характеристики відображення для здорової й пригніченої рослинності

Відношення цих показників один до одного дозволяє чітко відділяти і аналізувати рослинні від інших природних об'єктів. Використання ж не простого відношення, а нормалізованої різниці між мінімумом і максимумом відображень збільшує точність вимірювання, 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] 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. 2.2), 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.

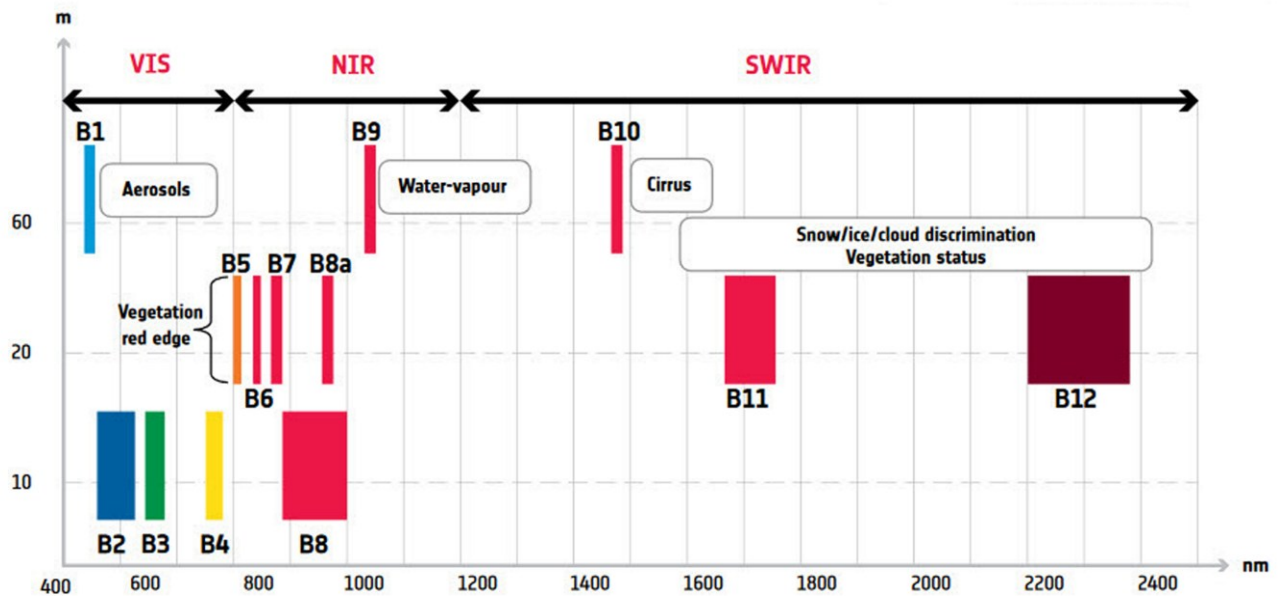


Рисунок 2.3 – Характеристика каналів супутника Sentinel-2

2.3 Хід виконання роботи

Із загальнодоступного ресурсу Copernicus Open Access Hub для території Дніпра було завантажено набір даних з 20 мультиспектральних аерофотознімків супутників Sentinel-2A та Sentinel-2B за вегетаційний період 2020 року (квітень-жовтень). Для обробки даних використовувалося спеціалізоване програмне забезпечення – SNAP 8 (Sentinel Application Platform) із плагінами, рис. 2.4, 2.5.

За допомогою програми *SNAP Desktop* та модуля *Sen2Cor* виконано атмосферну корекцію аерофотознімків. Це сприяло усуненню ефектів впливу атмосфери, зокрема хмар та тіней від них на результати розрахунків вегетаційних індексів та отримання значень Альбеда земної поверхні у різних спектральних діапазонах (рис. 2.6).

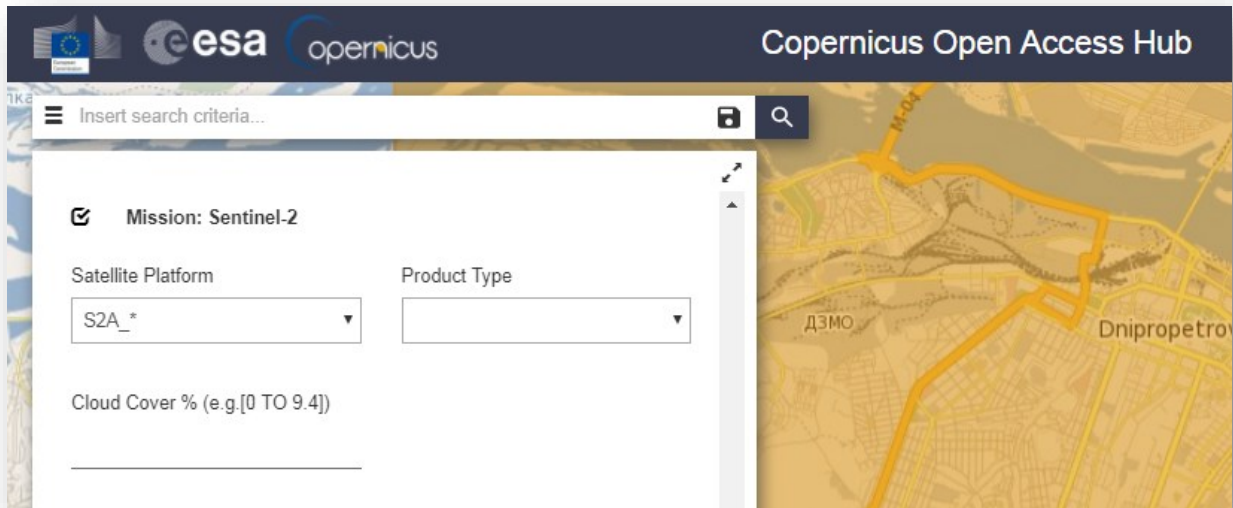


Рисунок 2.4 – Процедура завантаження аерофотознімків з ресурсу Copernicus Open Access Hub



Рисунок 2.5 – Проведення атмосферної корекції у програмі SNAP Desktop

Для кожного мультиспектрального аерофотознімку території м. Дніпро за допомогою модуля *Biophysical Processor* побудовано карти стану зелених насаджень на основі розрахованих індексів: *LAI* (індекс площі листя), *FAPAR* (фракція абсорбованого фотосинтетично активного випромінювання), *FCOVER* (частка рослинного покриття), *CCL* (вміст хлорофілу в листі) та *CW* (вміст води у кроні).

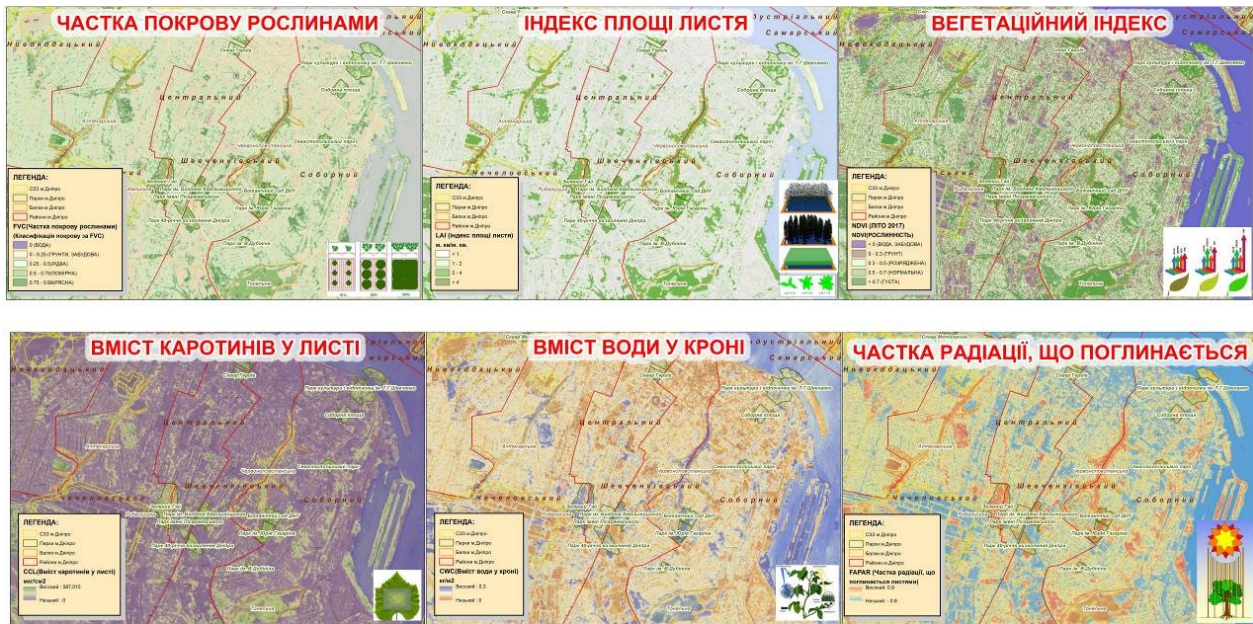


Рисунок 2.6 – Розрахунок біофізичних показників рослин м. Дніпро за допомогою модуля Biophysical Processor

У програмі *ESRI ArcGIS Desktop 10.5* сформовано геоінформаційну базу, що містить в окремих шарах контури та атрибутивну інформацію про райони, парки, санітарно-захисні зони та балки м. Дніпро (рис. 2.7).

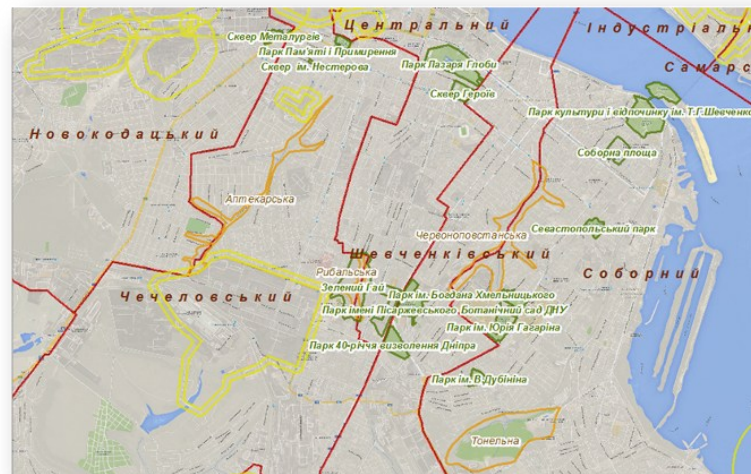


Рисунок 2.7 – Формування ГІС у програмі ESRI ArcGIS Desktop 10.5

Далі для кожного аерофотознімку було побудовано карти фотосинтетичної активності зон м. Дніпро за показником *NDVI* (рис. 2.8), проведено аналіз його динаміки та розраховано середні значення за різні періоди 2020 року.



**Рисунок 2.8. – Розрахунок середньо сезонного
вегетаційного індексу 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) та і усього шару ГІС. Площі типу поверхні за значеннями *NDVI* визначались окремо для кожного об'єкту ГІС за допомогою інструменту *Tabulates Area*.

Такий методичний підхід дозволив провести зонально-статистичний аналіз показників рослинності на території м. Дніпро та визначити динаміку показників озеленення міста.

Геоінформаційна база, яка містить окремі контури шарів та атрибутивну інформацію про райони, парки, санітарні захисні зони та яри м. Дніпро сформована в програмному середовищі *ESRI ArcGIS 10.5* (рис.2.9).

Потім, для кожного зображення, були побудовані карти фотосинтетичної діяльності міста Дніпро відповідно до цінностей NDVI, а потім аналіз його динаміки та розрахунку середніх сезонних цінностей до 2020 року.



Рисунок 2.9 – Алгоритм обробки даних для визначення зелених площ

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.

Області різних типів поверхні відповідно до NDVI були визначені окремо для кожного об'єкта GIS, використовуючи інструмент табуляція площ (Tabulate Area).

Цей методологічний підхід дозволив провести зональний-статистичний аналіз показників рослинності на території Дніпро та визначити динаміку показників озеленення міст.

2.4 Результати досліджень

Аналіз динаміки території міста Дніпро за показниками фотосинтетичної активності наведений на рис. 2.10 та 2.11.

Характеристики озеленення м. Дніпро за показником NDVI на даний наведено на рис 2.10. На зображенні виділяються області деяких ярів та парків, які мають значно вищий рівень NDVI, ніж інші міські райони протягом тривалого періоду. Аналіз динаміки індексів NDVI різних функціональних зон ілюструє, що найвищі показники характерні для балочно-яружної мережі, найнижчі – для СЗЗ промислових підприємств (рис. 2.11).

На рисунку 2.11 також показані режими змін у досліджуваних показниках протягом періоду вегетації. Як бачимо, навесні відбувається швидке зростання показників NDVI в усіх функціональних зонах. Пік рослинної вегетативної активності виникає в першій декаді червня, далі спостерігається невелике зниження показників протягом 2–3 тижнів, після чого відбувається зростання показників фотосинтетичної активності, що досягає максимуму в середині липня. Навіть восени фотосинтетична активність залишається відносно високою для більшості міських територій, знижуючись лише з середини жовтня.

Завдяки мінливості показників з часом, середні сезонні розподільчі карти NDVI (рис. 2.11) були розраховані для аналізу ступеня зелених зон, зокрема, за класами, що характеризують тип поверхні землі та ступінь його озеленення (рис. 2.12).

Аналіз озеленення території відповідно до середніх сезонних значень NDVI дає більш об'єктивну оцінку загальних характеристик зелених насаджень у порівнянні з аналізом цих даних протягом певного періоду часу. Це впливає з того, що впродовж усього періоду залежно від часу значення NDVI можуть суттєво відрізнятися для різних областей. Наприклад, з рисунка 2.10 зрозуміло, що для луків та газонів NDVI значення навесні перевищує ті, що покриті деревами та чагарниками, тоді як у середині літа, протилежна тенденція спостерігається через придушення лугової рослинності. Крім того, цей підхід дозволяє пом'якшити вплив хмарних або затінених ділянок у окремих

зображеннях, що зазвичай є значною перешкодою при аналізі даних з оптичних зображень.

Відповідно до класифікації NDVI, територія вважається озеленоною на значеннях вище за 0,3 [42]. Таким чином, за допомогою інструментів зонального статистика ми провели аналіз ступеня озеленення та розподіл районів зони промислового підприємства (табл. 2.2) та адміністративних районів міста (табл. 2.3) за класами індексів рослинності.

Внаслідок аналізу ступеня СЗЗ визначалося, що у 8 з 40 досліджених підприємств відсоток озеленення СЗЗ не відповідає стандартам.

Серед міських адміністративних районів найменш озеленими виявилися Центральний і Соборний, де площа зелених насаджень становить менше 50%. Чечелівський, Нижньодніпровський та Новокадацький райони виявилися найкращими за показниками озеленення NDVI.

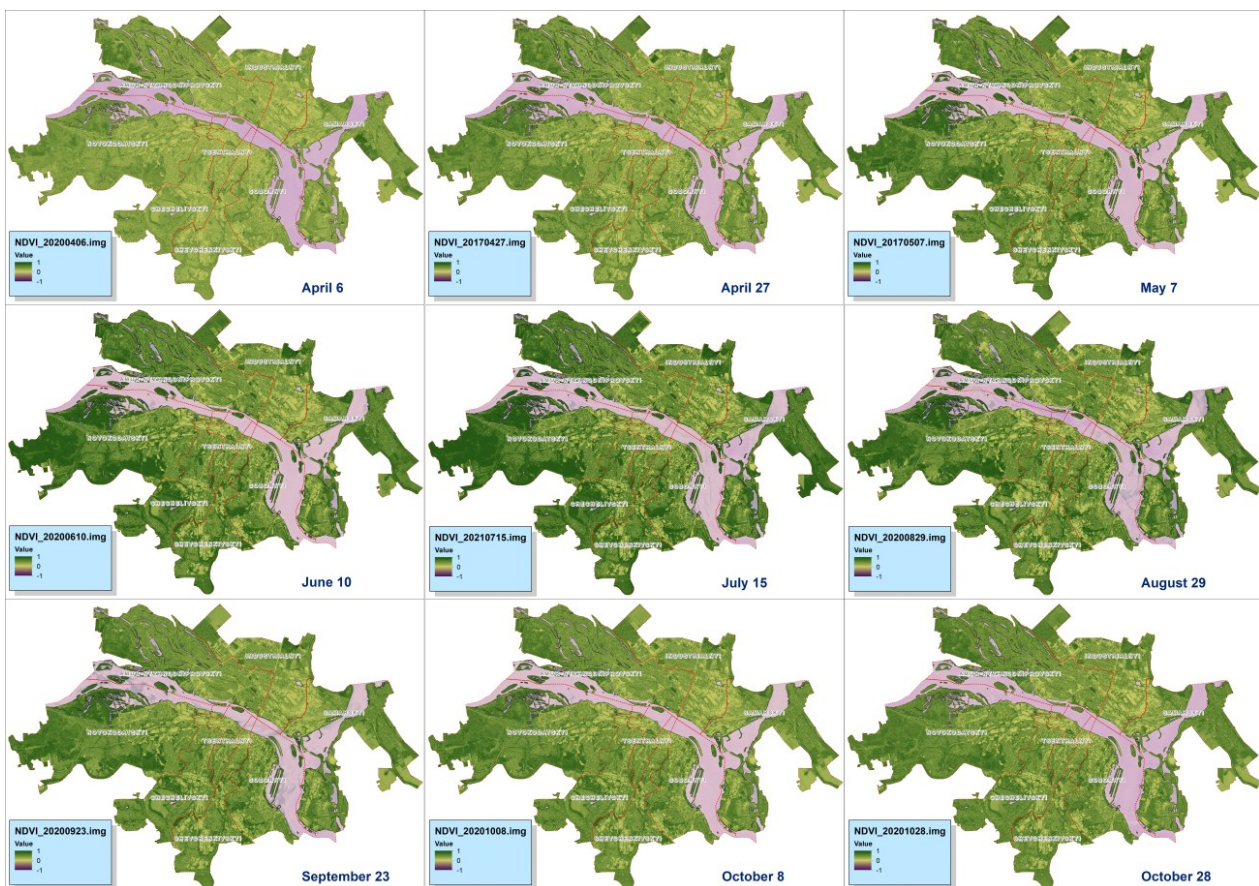


Рисунок 2.10 – Відображення території м. Дніпро відповідно до фотосинтетичної активності (NDVI)

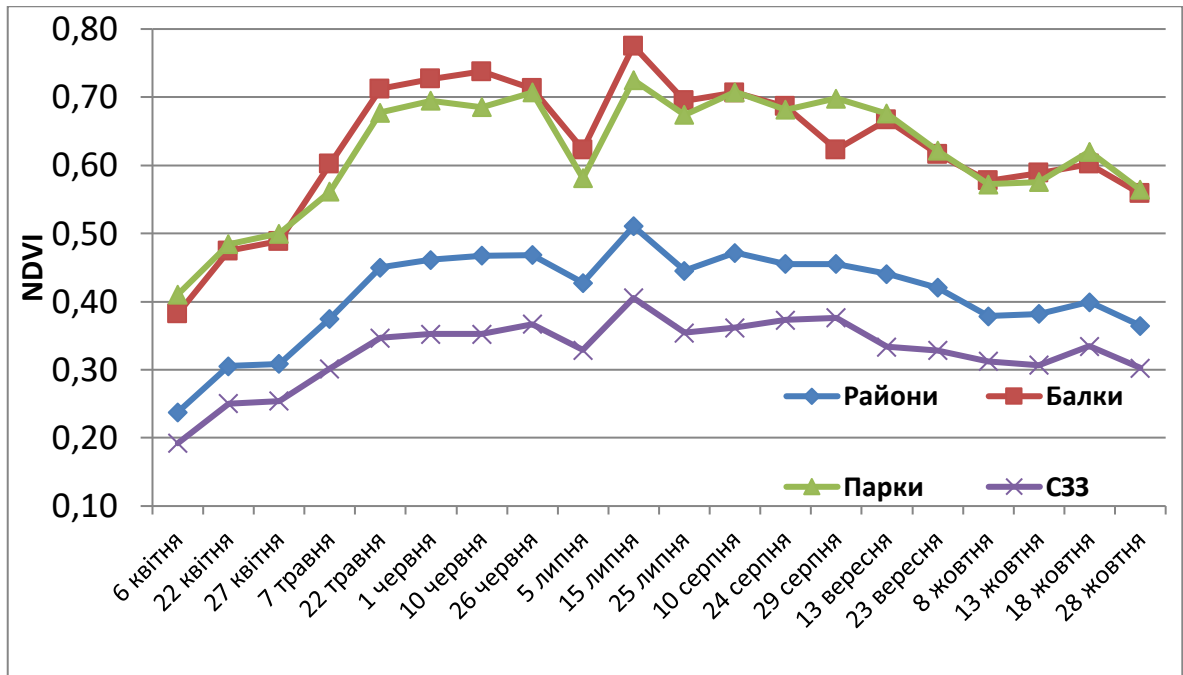


Рисунок 2.11 – Динаміка фотосинтетичної активності зелених насаджень згідно з показниками NDVI у різних функціональних зонах м. Дніпро



Рисунок 2.12 – Відображення території міста Дніпро за середнім сезонними значеннями NDVI

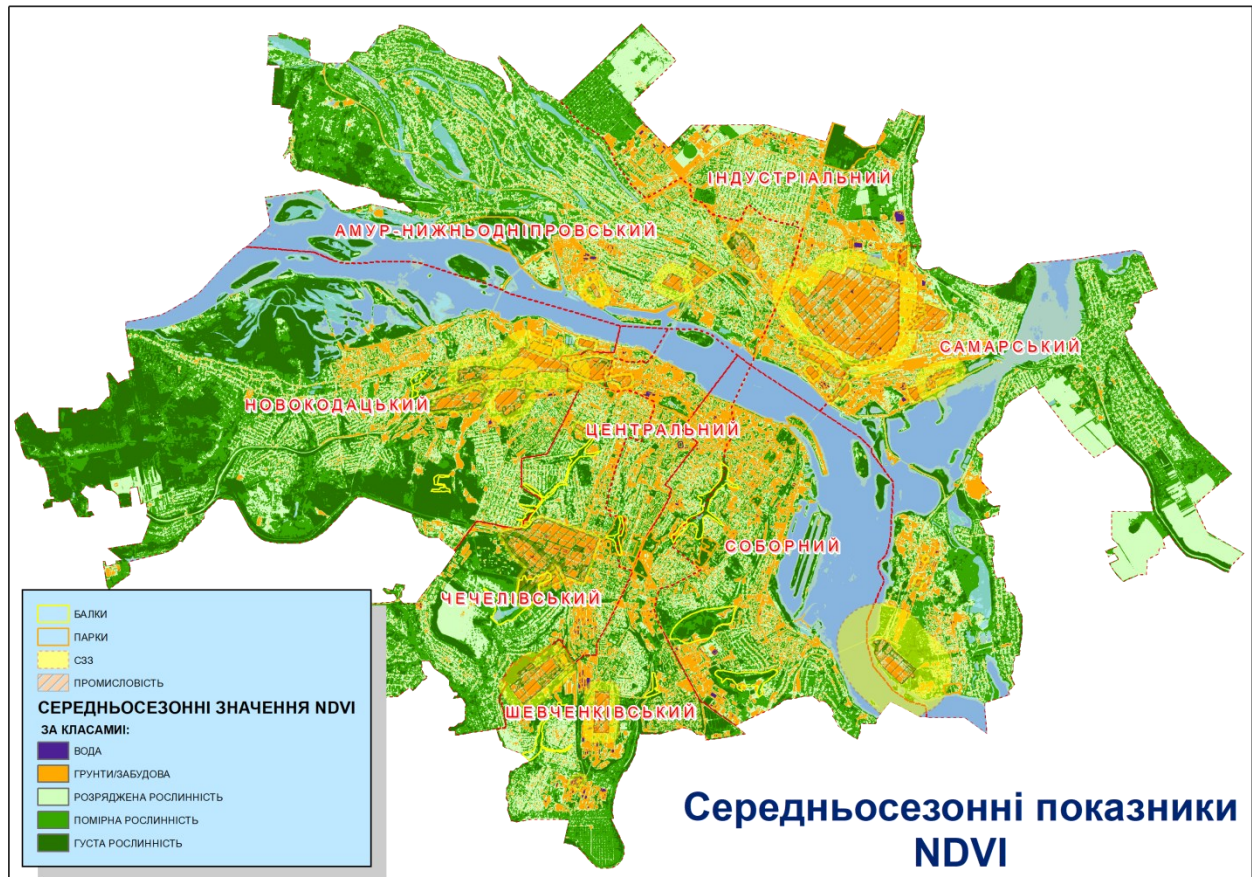


Рисунок 2.13 – Зонування міських територій за класами середніх сезонних значень NDVI

Таблиця 2.2 – Оцінка ступеня озеленення та розподіл площ санітарно-захисних зон підприємств за класами NDVI

Назва підприємства	< 0	0–0,3	0,3–0,5	0,5–0,7	> 0,7	Площа, м ²	Озеленення (NDVI > 0,3) %
	%	%	%	%	%		
ПАТ «Інтерпайп НТЗ»	1,6	53,2	30,0	13,9	1,3	5421700	45,2
ПАТ «Дніпровський металургійний завод»	0,5	44,3	24,6	23,2	7,4	2922800	55,2
ПрАТ «Дніпрококс»	0,3	23,7	29,9	32,0	14,0	817700	75,9
ПрАТ «Завод металокопункцій Укрсталь Дніпро»	0,0	51,4	44,2	4,1	0,2	45900	48,6

Назва підприємства	< 0	0–0,3	0,3–0,5	0,5–0,7	Продовження табл. 2.2	Площа, м ²	Озеленення (NDVI > 0,3) %
	%	%	%	%	%		
ПрАТ «Дніпропетровський металургійний завод» цех №2 СТАН 550	0,0	29,1	50,0	15,6	5,3	153600	70,9
ЗАТ «Дніпропетровський цементний завод»	0,0	47,1	35,0	17,9	0,0	27400	52,9
ПрАТ «ІнтерМікро Дельта, Інк»	0,2	15,7	18,6	35,2	30,2	1612300	84,1
ПАТ «Дніпропетровський трубний завод»	0,0	34,3	28,5	28,0	9,2	1016000	65,7
ПАТ «Дніпроважмаш»	0,7	20,0	22,9	37,7	18,7	276300	79,3
КВП «Дніпропетровський комбайновий завод»	1,4	62,8	24,4	10,8	0,5	205600	35,7
ДП «ВО «Південний машинобудівний завод ім. О. М. Макарова»	0,2	22,5	23,4	35,3	18,5	941600	77,3
ПАТ «Дніпропетровський металургійний завод ім. Комінтерну»	0,0	21,5	50,5	25,8	2,2	808100	78,5
ПАТ «Дніпропетровський завод прокатних валків»	1,4	45,4	40,0	12,6	0,7	95600	53,2
ПАТ «Дніпропетровський завод по ремонту та будівництву пасажирських вагонів»	0,1	43,1	37,6	17,2	1,9	338800	56,7
Дніпровський завод «Алюмаш»	5,9	59,2	22,6	10,6	1,7	617100	34,9
ПАТ «Дніпровагонрембуд»	0,0	19,9	42,8	33,7	3,5	192100	80,1
ПАТ «НВО Дніпропрес»	3,7	40,1	23,2	24,4	8,6	1196300	56,2
ПАТ «Дніпротяжбуммаш»	0,0	70,7	19,5	9,4	0,4	140800	29,3
ПАТ «Дніпропетровський стрілочний завод»	0,0	35,9	37,1	25,5	1,4	186700	64,1

Назва підприємства	< 0	0–0,3	0,3–0,5	0,5–0,7	> 0,7	Площа, м ²	Озеленення (NDVI > 0,3) %
	%	%	%	%	%		
АТ «Інтерпайп Дніпровтормет»	0,0	39,7	44,7	15,4	0,2	268700	60,3
ПАТ «Дніпропетровський комбінат харчових концентратів»	0,0	55,7	25,4	16,4	2,5	171200	44,3
ПрАТ «Інтеркорн Корн Просесінг Індастрі»	1,2	48,7	32,7	15,4	2,1	196000	50,2
ТОВ «Барс»	0,0	0,0	44,4	55,6	0,0	900	100,0
ПрАТ «Завод мостових залізобетонних конструкцій»	0,3	35,6	40,6	22,3	1,2	185600	64,1
ПАТ «Дніпропетровський агрегатний завод»	0,0	18,6	39,7	35,1	6,5	180500	81,4
ПАТ «Кондитерська фабрика А,В,К,»	3,2	63,7	19,2	13,9	0,0	38000	33,2
ВСП «Дніпропетровське локомотивне депо» ДП «Придніпровська залізниця»	0,4	77,9	15,9	5,5	0,3	173100	21,7
ПрАТ «Дніпропетровський м'ясокомбінат» Корпорація «Агро-Овен»	1,5	41,6	30,2	21,8	4,9	799700	56,9
ТОВ «УЗПВГШ»	0,0	16,6	20,4	37,6	25,4	45700	83,4
ПрАТ «Придніпровський ремонтно-механічний завод»	0,0	48,8	25,4	21,0	4,7	99500	51,2
ТОВ «Дніпромайн»	0,5	25,0	26,7	43,4	4,4	137400	74,5
ВП Придніпровська ТЕС ПАТ «ДТЕК ДНІПРОЕНЕРГО»	44,8	11,8	13,7	24,9	4,8	6474700	43,4

Продовження табл. 2.2

Назва підприємства	< 0	0–0,3	0,3–0,5	0,5–0,7	> 0,7	Площа, м ²	Озеленення (NDVI > 0,3) %
	%	%	%	%	%		
ТОВ Дніпропетровський дослідницький завод «Енергоавтоматика»	2,3	79,7	17,3	0,7	0,0	56200	18,0
ВАТ «Дніпропетровський сілікатний завод»	0,0	56,9	28,7	12,8	1,7	148100	43,1
ТОВ «МЗ Дніпросталь»	0,0	44,8	40,8	14,4	0,0	34800	55,2
ТОВ «Укрсплав»	5,2	92,6	2,2	0,0	0,0	40700	2,2
ТОВ «Вініл»	27,4	59,3	9,1	4,2	0,0	43000	13,3
ПАТ «ВЕСТА-Дніпро»	0,0	26,3	23,2	37,2	13,3	176500	73,7
ПрАТ «Іста-Центр»	0,0	77,2	22,5	0,3	0,0	28900	22,8

Закінчення табл. 2.2

Таблиця 2.3 – Оцінка ступеня озеленення та розподілу областей адміністративних районів Дніпра за класами NDVI

№	Назва району	< 0	0–0,3	0,3–0,5	0,5–0,7	> 0,7	Площа, м ²	Озеленення, % (NDVI > 0,3)
		%	%	%	%	%		
1	Центральний	17,6	32,7	22,9	20,5	6,3	10420700	49,7
2	Чечелівський	2,0	17,2	29,9	38,2	12,8	37695000	80,9
3	Індустріальний	3,0	32,3	33,3	26,6	4,8	38142800	64,7
4	Шевченківський	3,0	24,2	27,5	33,1	12,2	30557200	72,8
5	Соборний	31,7	20,2	17,6	21,6	8,9	44147900	48,1
6	Амур-Нижньодніпровський	9,8	15,2	27,6	39,6	7,8	69996700	75,0
7	Новокодацький	8,9	12,2	18,5	30,2	30,2	89406400	78,9
8	Самарський	12,6	20,9	29,1	30,4	7,1	68268300	66,5

Згідно з таблицею 2.3, кількість була визначена кількість зеленого простору що припадає на одного мешканця адміністративного району міста, та порівняна з відповідними показниками згідно вітчизняним стандартам та рекомендація ВООЗ (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Рангування міської території за озелененням

№	Назва району	Населення, осіб	Озеленення, м ²	Озеленення, м ² на особу
1	Центральний	48780	2792747,6	57,25
2	Чечелівський	85587	19224450	224,61
3	Індустріальний	98182	11976839,2	121,98
4	Шевченківський	107151	13842411,6	129,18
5	Соборний	112888	13465109,5	119,27
6	Амур- Нижньодніпровський	123165	33178435,8	269,38
7	Новокодацький	134803	54001465,6	400,59
8	Самарський	59627	25600612,5	429,34

Ці показники озеленення міських районів Дніпро перевищують як державні стандарти, так і рекомендації ВООЗ, згідно з якими на одного мешканця міста має припадати 50 м² зелених насаджень. Слід зазначити, що це співвідношення узагальнено і визначалося на всю територію будь-якого адміністративного району. Однак для багатоповерхової та густонаселеної житлової забудови ці цифри будуть набагато нижчими, тому існує необхідність більш детально вивчити цю проблему та збирати необхідні дані про кількість мешканців на територіях певних житлових масивах. У будь-якому випадку, під час озеленення територій цих житлових масивів, зелені зони повинні бути максимально близько до місця мешкання людей.

2.5 Аналіз результатів дослідження та висновки

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

Супутникові зображення Sentinel-2 з досить високим рівнем роздільної здатності дозволяють проводити моніторинг зелених насаджень на урбанізованих територіях і є досить інформативним [43].

Зрештою, шляхом оцінки зображень, отриманих у різні періоди часу, можна відстежувати динаміку зелених насаджень, а також визначити екологічний баланс окремих санітарно-захисних зон, житлових та рекреаційних територій промислових міст.

Індекси NDVI широко і успішно використовується для визначення тимчасових змін зелених насаджень як в межах України так і за кордоном [29]. Деякі автори вказують на те, що тимчасові зміни в міській зеленій зоні, які базуються на отриманих значеннях NDVI, можуть бути використані як показник змін у землекористуванні даної області [44, 45].

Дані з супутникових зображень також активно використовуються при кількісному значенні характеристик зеленої зони за умов розширення міської інфраструктури [45, 46].

Цілком природно, що міські зелені простори з низьким покриттям зеленого посадки зосереджені в центральних областях, що в цілому можуть спричинити негативний екологічний та соціальний вплив на населення. Зрештою, нерівномірний розподіл міського зеленого посадки в цілому призводить до зменшення біологічної продуктивності своїх видів компонентів, зовнішнє розширення міста та в кінцевому підсумку може призвести до втрати біорізноманіття [45].

Таким чином, розглядаючи отримані закономірності, цей спосіб отримання NDVI дозволяє чітко оцінити фотосинтетичний процес, а також регулювати частку зелених областей різних функцій у міській системі населених міст.

Використання дистанційного зондування ми розділили та класифікуємо відповідно до NDVI три типи областей з зеленою рослинністю у досліджуваному місті: яри, парки та зелені санітарні захисні зони.

Оцінка фотосинтетичної вегетативної активності згідно з NDVI вказує на два вершини під час вегетаційного періоду: у першій декаді червня та середині липня. Порівняльний аналіз значень NDVI різних функціональних зон міста Дніпро виявив, що найнижчий рівень цього параметра був у СЗЗ.

У майбутньому підхід до оцінки середньорічних NDVI в різних функціональних областях міста може бути використаний при плануванні розподілу міського розвитку та зеленого посадки на регіональному рівні.

Отримані результати NDVI показали недостатньо ефективне планування зеленої зони Дніпро, особливо для СЗЗ. Як видно з представленої карти розподілу середнього сезонного значення NDVI, значно більша інтенсивність зеленого простору спостерігається лише в системі та парках яру, і характерна лише деяких міських районів (Новокадацький, Нижньодніпровський та Чечелівський). Щільність зелених просторів у цих сферах пов'язана, перш за все, через близькість до території, яка є приміським лісовим поясом [38].

Слід також зазначити, що були виявлені суттєві відмінності в значеннях NDVI у різних функціональних зонах. Особливо це стосується територій санітарно-захисних зон, для яких розраховане значення NDVI значно нижча, ніж для парків та балочно-яружної мережі міста.

Проведені дослідження дозволили виявити 8 підприємств для яких ступінь озеленення їх санітарно-захисних зон не відповідають нормативам. Запропонований у роботі підхід також дозволив розрахувати площу озеленення, що є мінімально необхідною для кожної санітарно-захисної зони зазначених підприємств.

РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАХОДИ ІЗ ВІДТВОРЕННЯ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ ДНІПРА

3.1 Основні схеми захисних смуг санітарно-захисних зон

Основним елементом агролісомеліорації є зелені захисні смуги. Смугові насадження характеризують слідувачі показники:

- конструкції лісосмуги – продувні, ажурні, непродувні (щільні);
- форма – прості одноярусні і складні – дво- і троярусні;
- склад насаджень визначають виділи;
- спосіб посадки або посіву – рядовий, гніздовий, шаховий та ін.;
- походження – штучні і природні;
- вік – якщо головна порода розрізняється на один клас або більше (тривалість класу віку в лісовій і лісостеповій зонах для всіх порід, окрім тополя і верби складає 10 років, в сухостеповій і напівстеповій зоні – 5 років);
- висота - якщо ділянки відрізняються не менше, ніж на 20%;
- ступінь зімкнутості крон – якщо загальна зімкнутість дерев без врахування чагарників змінюється не менше ніж на 20%;
- ширина – якщо смуги розрізняються на одне або більше міжряддя;
- рядність – при зміні на один і більше рядів.

До складних відносять насадження, в яких середня висота першого або другого ярусу відрізняється від середньої висоти наступного ярусу на 20% і запас другорядного ярусу складає не менше 30 м³/га при повноті не менше 0,3.

Захисні смуги розташовують по можливості у взаємно перпендикулярних напрямленнях так, щоб обмежені ними ділянки мали прямокутну форму. Основні лісові смуги розміщують впоперек пануючих ерозійно небезпечних суховійних вітрів. Відстань між основними лісовими смугами не повинна перевищувати більше ніж в 30 раз робочу висоту дорослого деревостою; відстань між допоміжними смугами приймають до 2000 м. (табл. 3.1)

Таблиця 3.1 – Параметри захисних зелених смуг

Ґрунти	Можлива висота дорослих деревостоїв	Відстань між смугами - не більше, м	
		Основними	допоміжними
Сірі лісові, опідзолені і вилужені	20–22	600	2000
Типові і звичайні чорноземи	16–18	500	2000
Південні чорноземи	12–14	400	2000
Темно-каштанові і каштанові	8–10	350	1500
Світло каштанові	6–8	250	1500

На легких ґрунтах для запобігання ерозії, відстань зменшують. В залежності від розміщення смуг площа ріллі, складає 20–120 га.

Захисні зелені смуги застосовують при похілах місцевості не більше 2°, Конструкція смуг впливає на зниження швидкості вітру, на умови ерозії ґрунту, снігонакопичення і випаровування вологи. Найбільш ефективні продувні і ажурні смуги,

Захисні зелені смуги закладають в три-чотири ряди, рідко в п'ять рядів шириною до 15 м. В середині полів сівозміни допускається застосування дворядних смуг [10].

Зелені смуги бувають чистими або змішаними. Чисті насадження складаються із однієї головної породи. При використанні повільноростущих порід (дуб, сосна) для прискорення дії смуги вводять швидкоростущу породу, на каштанових ґрунтах вводять 20–30% чагарників, чередуючи їх з деревними породами.

Змішані насадження із світлолюбивих і тіневиносливих деревних порід застосовують в степових районах. Останні розташовують в крайніх рядах, а в

трьохрядних смугах висаджують через одне дерево головної породи.

Відстань між рядами на сірих лісових ґрунтах і чорноземах 2,5–3 м, на південних чорноземах і каштанових ґрунтах 3–4 м, відстань між сіянцями в ряду 1,5–2 м. Необхідна кількість сіянців на 1 га лісової смуги складає від 880 до 4000 штук. Саджанці і черенки висаджують через 2,5–3 м. табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Кількість сіянців на 1 га при рядовому висаджуванні, шт,

Відстань між сіянцями в рядах, м	Відстань між рядами, м				
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
1,0	4000	3300	2900	2500	2200
1,5	2668	2201	1934	1668	1467
2,0	2200	1650	1450	1250	1100
2,5	1600	1320	1160	1000	880

Зелені смуги створюють діагонально-груповим, шаховими, групово-рядовим та іншими способами, при яких забезпечується механізований догляд за грантами. Шаховий спосіб краще використовувати в засушливих районах.

Вплив захисних зелених смуг на мікроклімат, випаровування, вологість ґрунту, снігозатримання. На полях, які прилягають до лісових смуг змінюються всі елементи мікроклімату: температура, вологість повітря, вологість ґрунту, випаровування, розподіл снігу, промерзання та ін..

Температура повітря пов'язана з температурою ґрунту і швидкістю теплообміну. Із зменшенням швидкості вітру в зоні впливу лісових смуг зменшується турбулентність і швидкість теплообміну. Це змінює температуру повітря, Ці зміни, в свою чергу, залежать від стану поверхні ґрунту, від наявності на ньому рослин. Температурний режим повітря на захищених полях залежить від конструкції лісових смуг. На полях серед непродувних лісових смуг

температура повітря підвищується до 3° С, серед ажурних смуг – до 1° С. Продувні лісові смуги майже не впливають на температуру повітря на прилеглих полях.

Вологість повітря також залежить від швидкості вітру і його турбулентності. Оскільки швидкість вітру і турбулентний обмін під впливом лісових смуг зменшується, то пари води довше утримуються в приземному шарі, і тому вологість повітря на таких полях буде вище, ніж у відкритому степу. Різниця вологості повітря досягає в засушливий період у відносному значенні до 12%, При суховіях таке перевищення збільшується в 1,5–2 рази, що має велике значення для життєдіяльності рослин.

Дуже важливим показником мікроклімату є випарність, яка визначається відношенням опадів до випаровування. На полях, захищених лісовими смугами, швидкість вітру зменшується в середньому на 40–45%, а вологість повітря підвищується на 5%, тому значно знижується випарність (на 25%). Якщо в степу відношення опадів до випаровування дорівнює приблизно 0,6, то під дією лісових смуг воно збільшується до 0,9, тобто умови зволоження становляться в степу такими як і в лісостепу. Отже лісові смуги перетворюють степ в лісостеп не тільки по зовнішньому вигляду, але і по мікроклімату полів.

Умови, які впливають на величину випаровування, аналогічно діють на інтенсивність випаровування з ґрунту, транспірацію рослин, які також зменшуються на полях, захищених лісовими смугами, на 10–15%. Внаслідок чого волога ґрунту повніше і економічніше витрачається на формування врожаю. Загальна величина витрат води збільшується на транспірацію в зв'язку із збільшенням врожаю рослинної маси.

Зменшення випаровування серед лісових смуг має велике значення для зрошуваного землеробства. При наявності лісових смуг можна знизити норму поливу на 15%.

Відкладення снігу. Величина і характер відкладення снігу на полях в значній мірі визначає глибину промерзання і швидкість відтаювання ґрунту, кількість води, що випитується і інтенсивність стоку.

Кількість води (у вигляді снігу) на полях серед лісових смуг в 1,3–1,4 рази більше, ніж на полях незахищених, з яких сніг зноситься в балки і ярки, Додаткове снігонакопичення на полях серед лісових смуг, зменшення випаровування і поверхневого стоку на полях, сприяє збільшенню запасів вологи в ґрунті за вегетаційний період до 15%. Більш рівномірно сніг розподіляється на полях захищених лісовими смугами продувної або ажурної конструкції. Непродувні лісосмуги накопичують великі кучугури снігу всередині (до 3 м) і на галявинах (до 2,5 м). Це визиває повільне танення снігу весною і затримує початок польових робіт.

В зв'язку із зменшенням швидкості вітру, кращому розподіленню снігу і підвищенню вологості ґрунту на полях, захищених лісовими смугами, майже повністю припиняється вітрова ерозія.

Меліоративне районування, Вибір деревних і чагарникових порід залежить від конкретних умов природно-господарських зон. У відповідності з агролісомеліоративним районуванням виділений цілий ряд ґрунтово-біокліматичних областей, кожна із яких має зони (лісова, лісостепова, степова і напівпустельна) і райони.

Біологічні властивості дерев і чагарників характеризуються показниками їх морозостійкості, солевитривалості, вимогливості до родючості ґрунту, швидкістю росту і відновлювання.

По лісопридатності в залежності від ступеню солонцюватості ґрунти розділені на 4 групи:

– 1-а група: несолонцюваті або слабосолонцюваті (каштанові і світло-каштанові) ґрунти, поза комплексом або в комплексі із солонцями до 10%. До глибини 2 м відсутні водно-розчинні солі, ґрунтові води залягають глибоко (6–8м). Лісорослинні властивості ґрунтів хороші, окрім солонців.

– 2-а група: каштанові і світло-каштанові, слабо і середньо-солонцюваті ґрунти з участю солонців до 25%, сольові горизонти на глибині до 15 м. Для насадження лісосмуг провадять попередню меліорацію солонців.

– 3-я група: солонцюваті і сильносолонцюваті світло-каштанові ґрунти, солонці складають 25–50%, місцями солончаки і легкі бурі ґрунти, легкорозчинні солі залягають на глибині до 1 м. Перед насадженням лісових смуг на ґрунтах проводять меліорацію.

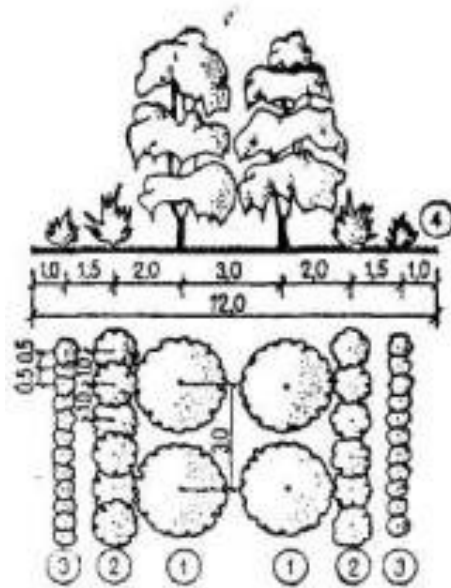
– 4-я група: бурі і світло-каштанові ґрунти важкого механічного складу, засолені, з участю солонців більше 50%, солончаки, глибокі піски. Перед насадженням лісових смуг провадять протисолеву меліорацію.

Для захисного лісорозведення посадковий матеріал вирощують із насіння, зібраного в штучних насадженнях або в природних лісах. В лісомеліоративних розсадниках застосовують в основному триполу сівозміну: чистий або сидеральний пари, сіянці першого року і сіянці другого року вирощування. При виборі порід враховують їх сільськогосподарське значення.

Розміщення захисних лісосмуг в умовах рівнинного рельєфу. На рівнині, де відсутній виражений поверхневий стік води, основні (поздовжні) лісові смуги розміщують перпендикулярно напрямленню вітрів, які визивають чорні бурі, завірюхи і суховії. Ширина захищеного поля в залежності від кута зустрічі вітра з лісовою смугою повинна мінятися слідуючим чином: при 90° – 25Н (найбільша), при відхиленні від нормалі на 30° – 21Н, на 45° – 18Н.

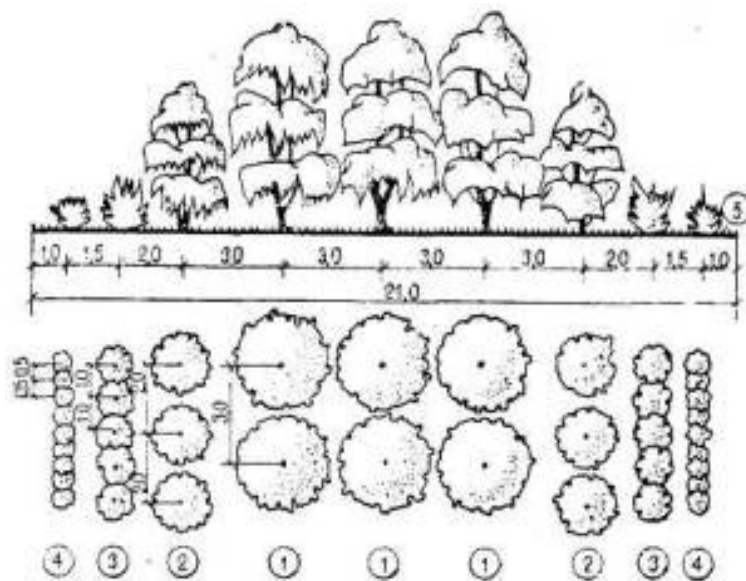
Цю залежність необхідно враховувати при землеустрої, так як лісові смуги розміщують по межах полів. При прямокутній формі полів сівозміни довгі їх сторони розміщують поперек напрямлення шкідливих вітрів. По цих межах проектують основні лісові смуги, а по коротких – допоміжні (поперечні). В особливих випадках, як виключення, допускається відхилення від нормалі, але не більше 30 – 45° . При проектуванні розміщення лісових смуг величина Н приймається рівною висоті дорослих дерев. Швидкоростущі породи досягають цієї висоти у віці 25–30 років, середньоростущі – в 40–50 років.

Розглянемо найбільш ефективні схеми лісосмуг та особливості їх застосування для умов Дніпропетровщини (рис, 3,3 – 3,8).



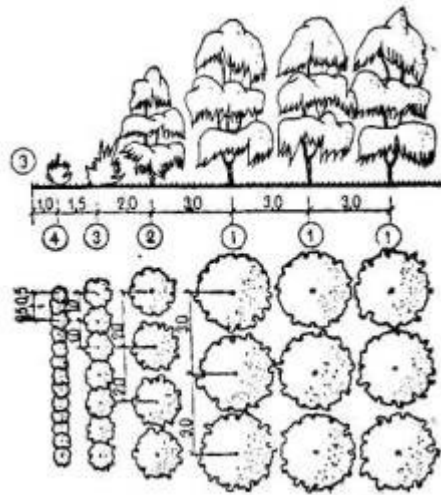
1 – дерева головної породи; 2 – чагарник високий; 3 – чагарник середній; 4 – газон

Рисунок 3.3– Конструкція захисної смуги ізолюючого типу (ЛПІ-1)



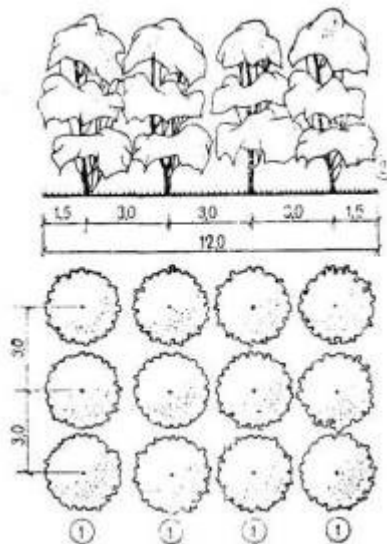
1 – дерева головної породи; 2 – дерева супутньої породи; 3 – чагарник високий;
4 – чагарник середній; 5 – газон

Рисунок 3.4 – Конструкція захисної смуги ізолюючого типу (ЛПІ-2)



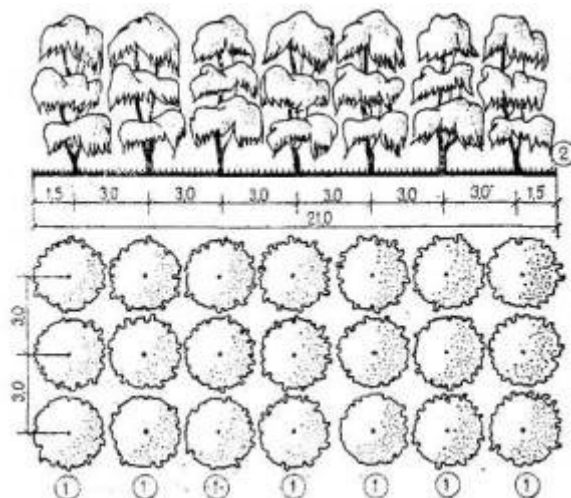
1- дерева головної породи; 2 -дерева супутньої породи; 3 - чагарник високий;
4 чагарник середній; 5 - газон

Рисунок 3.5 – Конструкція зеленого масиву ізолюючого типу (ЛПІ-3)



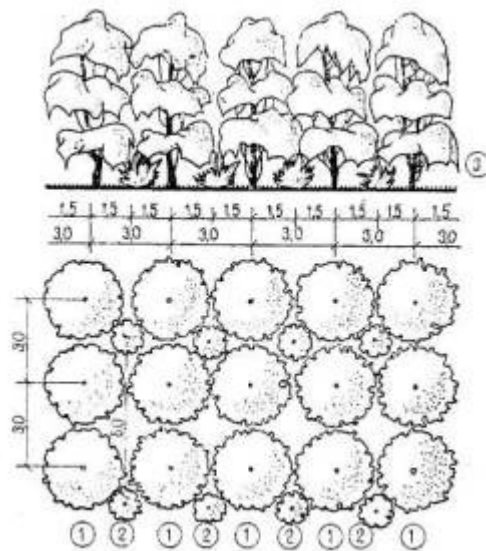
1 - дерева головної породи; 2 - газон

Рисунок 3.6– Конструкція зеленої смуги фільтруючого типу (ЛПФ-1)



1 - дерева головної породи; 2 - газон

Рисунок 3.7 – Конструкція захисної смуги фільтруючого типу (ЛПФ-2)



1 - дерева головної породи; 2 - чагарник високий; 3 - газон

Рисунок 3.8 – Конструкція зеленого масиву фільтруючого типу (ЛМФ)

Ширину захисних зелених смуг встановлюють в залежності від їх конструкції: для утворення продувних смуг на суглинистих ґрунтах від 7,5 до 15 м і ажурно-продувних на пісчаних ґрунтах від 12,5 до 21 м. В цих межах основні лісові смуги створюють більш широкими, а допоміжні – вузькими (рис. 3.9).

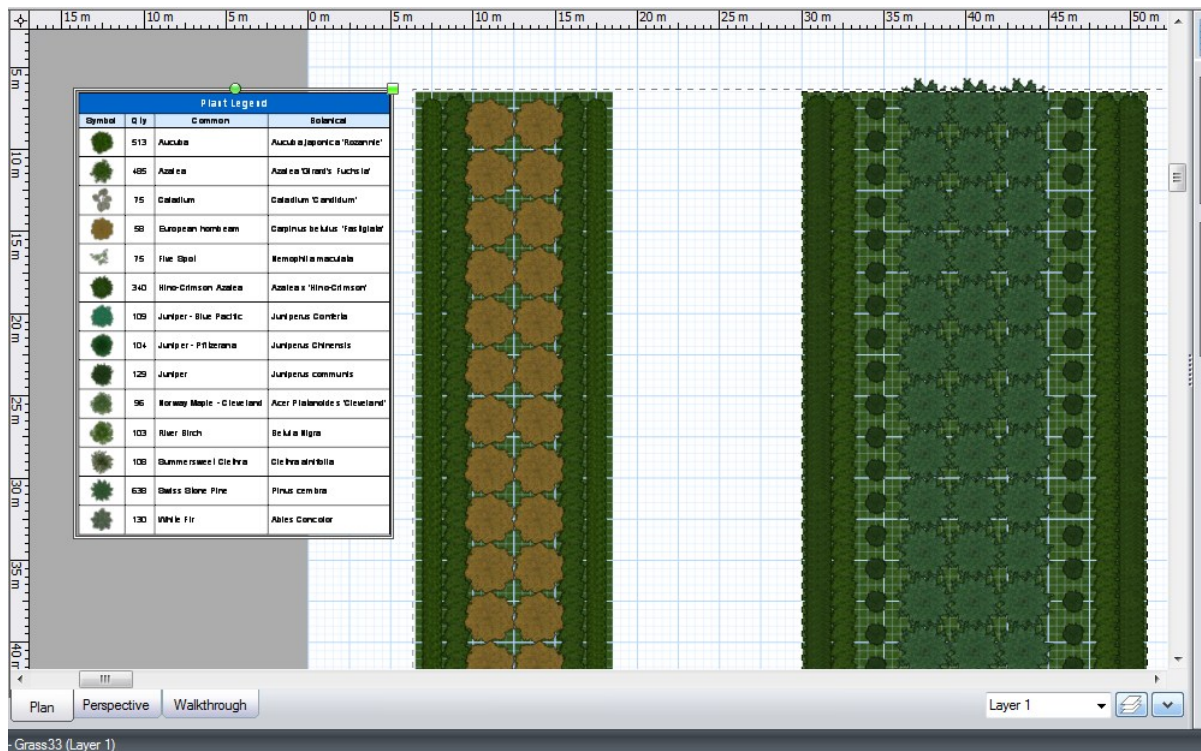


Рисунок 3.9 – Складання плану захисних зелених смуг за допомогою програми Realtime Landscaping Architect 2016

На пасовищах закладаються захисні лісові смуги, Вони позитивно впливають на ріст травостою, зменшують випаровування вологи, зменшують інтенсивність транспірації, підвищують вологість повітря, покращують якість травостою і збільшують урожайність трав на пасовищах.

Захисні смуги створюються у вигляді основних і допоміжних. Основні лісові смуги виконують головну вітрозахисну роль і розміщуються поперек напрямлення шкідливих вітрів. Допоміжні закладаються перпендикулярно до основних. Таким чином, відстань між основними смугами 300–400 м, між допоміжними –1500–200 м. Ділянки під пасовища будуть мати площу 45–80 га.

Пасовищні лісові смуги створюються із п'яти рядів деревовидних і чагарникових порід при розміщенні рослин між рядами 3 м і в ряду 1 м.

Для захисту тварин від сонцпеку і створення кращих умов відпочинку в місцях водопою на пасовищах створюються «зелені зонти» із деревних і чагарникових порід, площею 0,5–1,2 га.

Для захисту тваринницьких приміщень зимою від заносу снігом або при сильних вітрах - від дрібнозему, закладають прифермські і прикошарні захисні насадження із трьох лісових куліс (стрічок) шириною 10-20 м кожна. Відстань між лстрічками –15 м, Кожна куліса має 5 рядів деревних і чагарникових порід.

Зелені смуги вздовж автомобільних доріг мають свою специфіку і призначені для захисту доріг від заносу снігом. Їх висаджують у вигляді 2–3 куліс з розрахунком відкладення снігу між ними, Польові дороги обсаджують алейними або продувними лісовими смугами, розміщуючи їх на завітреній стороні.

Захисні лісові смуги в плодкових садах створюють для захисту плодкових дерев від шкідливої дії вітру. Під захистом лісових смуг створюється затишок із особливим мікрокліматом: вологість повітря збільшується на 30%, в період цвітіння збільшується температура до 4–5°C, збільшується відвідування квітів бджолами, більше і рівномірніше накопичується сніг під плодковими деревами, створюються кращі умови їх зимування. Врожай плодів підвищується на 25%.

По межі саду закладаються садовозахисні лісові смуги, а по межах

кварталів - вітроломні садові смуги. Перші створюють із 4–5 рядів основних і супутникових порід і ряду чагарників, другі з 1–2 рядів. Лісові смуги від рядів плодкових дерев розміщують на відстані 12 м. Розміщення дерев 2,5 на 2 м. На рівних місцях найбільш ефективні ажурні лісові смуги. На схилових землях створюють продувні лісові смуги, щоб не задержувалося холодне повітря, що стікає з схилів.

Конструкції захисних зелених смуг. Вітрозахисна дія лісових смуг знаходиться в великій залежності від конструкції лісових смуг. Конструкція – це склад лісової смуги, яка характеризується розмірами і розподіленням просвітів по вертикальному профілю, тобто вітропроникністю лісового насадження. Конструкція лісової смуги залежить від її ширини, складу порід і ярусності. Виділяють наступні основні конструкції, між якими можуть бути проміжні:

- непродувна (масивна) конструкція відрізняється майже повною відсутністю просвітів на боковій поверхні лісової смуги; насадження багатоярусні, але можуть бути і простими. Основна маса потоку вітру обтікає таку смугу зверху; через неї проходить не більше 10% вітрового потоку;

- ажурна конструкція характеризується рівномірним розміщенням просвітів;

- (різної крупності) на боковій поверхні лісової смуги. Площа просвітів складає 25–30% площі стіни лісу. Ширина таких смуг 15–20 м; насадження складні. Основна частина потоку повітря проходить через таку ажурну стіну, а інша обтікає її зверху;

- продувна конструкція відрізняється від ажурної більшою щільністю зверху і в середині бокового профілю і більш великими просвітами внизу.

Площа просвітів між стовбурами більше 60%, в кронах –15%. Ширина таких лісових смуг 10–15 м; насадження двоярусні, без підліску або з низьким чагарником. Основна частина потоку повітря проходить через нижню частину такої полоси, а інша обтікає її зверху. В таблиці 3.3 та на рис. 3.8 приведена характеристика сучасних конструкцій фільтруючих лісових смуг.

Таблиця 3.3 – Сучасні конструкції захисних смуг

Конструкція	Вітропроникність в літній період, %	
	між стовбурами	в кронах
Непродувна (густа між стовбурами і в кронах)	менше 10	менше 10
Ажурна (ажурна між стовбурами і в кронах)	15–35	15–35
Продувна (рідка між стовбурами і густа в кронах)	більше 60	0–15

Вирощування лісосмуг. Закладка лісових смуг здійснюється різним посівним і садивним матеріалом – насінням, плодами, сіянцями, черенками, саджанцями. Насіння і сухі плоди використовують для посіву в лісовому розсаднику для вирощування сіянців (рис. 3.10).

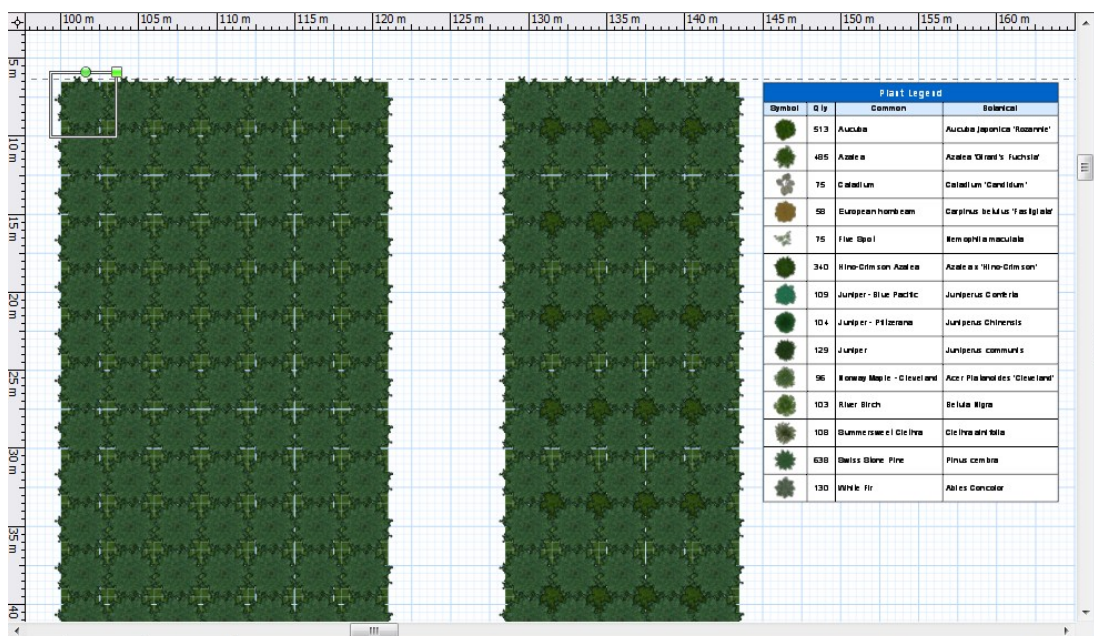


Рисунок 3.10 – Складання плану фільтруючих зелених смуг за допомогою програми Realtime Landscaping Architect 2016

Сіянці 1–2 річні деревні рослини, вирощені із лісового насіння, Необхідна висота сіянців всіх порід дерев і чагарників не менше 10 см і не більше 60 см.

Коренева система повинна бути довжиною від 10 до 30 см, товщина стовбуру біля кореневої шийки не менше 2 мм.

Черенки – частини річних пагонів товщиною 0,5 – 2 см і довжиною 25–30 см з 4–5 бруньками. Розмножуються черенками тополя, верба і деякі плодові чагарники. Для розмноження декоративних дерев і чагарників використовують зелені черенки з 2–3 листями. Кореневими черенками розмножують осину, тополь білу, шовковицю та ін. Їх нарізають восени, після опадання листя, із коренів товщиною 8–10 мм і довжиною 10–15 см.

Саджанці вирощують із сіянців і черенків на протязі 2–10 років, в залежності від їх виду і призначення. Для посадки лісових смуг використовують 2–3 річні саджанці висотою 1,5–3,0 м. діаметром на висоті грудей (130 см) від 2 до 4 см і кореневою системою довжиною 35–40 см. Саджанці чагарників повинні мати висоту 0,70–1,0 м. кореневу систему довжиною і шириною 30–35 см. Сіянці, черенки і саджанці вирощують на спеціально відведених майданчиках які називаються лісовими розсадниками. Сіянці вирощують в посівному відділі лісового розсадника.

Великомірний садивний матеріал вирощують в особливому відділенні лісового розсадника – деревовидній школі. Тут у них формують крону і компакту для пересадки кореневу систему. В залежності від величини саджанці вирощують в одній або в 2–3 школах – пересаджують з однієї школи в іншу. Цим досягається формування необхідної кореневої системи, збільшується площа живлення рослин. В першій школі саджанці тримають 2–3 роки.

У саджанців дерев формують рівний сильний стовбур і рівномірно розвинену крону. У багатьох деревних порід хороша крона формується без обрізання (береза, каштан, рябина, горіхи і ін.) У хвойних порід крону не формують, В лісовому розсаднику є маточні плантації ів і тополі, з яких щорічно зрізають всі річні пагони на черенки. При організації лісового розсадника виходять із необхідності в садивному матеріалі на період 5 – 10 років. Загальна площа розсадника визначається як сума корисних площ відділень (посівного,

школи, плантації) з врахуванням службової площі, яка приймається 40% від корисної площі.

Лісонасадження на зрошуваних землях. Захисні лісові насадження на зрошуваних землях окрім основного призначення (боротьба з ерозією) виконують такі функції:

- зменшують непродуктивне випаровування і забезпечують економію поливної води;
- покращують рівномірність і якість поливу, особливо при дощуванні;
- знижують вплив пилових буревій і захищають канали від заносу піском та дрібноземом;
- затримують сніг і сприяють вологонакопиченню в ґрунті;
- захищають посіви від вимерзання, видування або атмосферної засухи;
- дренають землі і послаблюють процеси повторного засолення ґрунтів;
- укріплюють берега каналів і зменшують їх заростання та ін.

Розміщення зелених смуг ведуть одночасно з проектуванням зрошувальної мережі. Створюють їх, як правило, вздовж постійних каналів і лоткової мережі, по межах полів сівозмін. Відстань між основними смугами на зрошувальних системах з поверхневим поливом приймається в межах 450–600м, на рисових системах від 600 до 800 м, при дощуванні відстань між смугами повинна бути кратною ширині захвату машин. Відстань між поперечними лісовими смугами приймається не більше 2 км, а на піщаних ґрунтах – 1 км. Лісові смуги вздовж внутрішньогосподарської зрошувальної і колекторно-збросної мережі розміщують з однієї сторони каналів для забезпечення можливостей їх очищення і використання.

На осушених землях захисні лісові смуги необхідні, перш за все, для боротьби з вітровою ерозією ґрунтів, водною ерозією на заплавах, для покращення мікроклімату і боротьби з заморозками, покращення якості води і умов ведення рибного господарства, для захисту доріг від снігових заносів і ін. Принципи розміщення захисних насаджень такі як і на зрошуваних землях.

Основні фільтруючі смуги створюють дво-, трирядні, поперечні – дворядні, табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Розміщення зелених насаджень на зрошувальних системах

Елемент зрошувальної системи	Кількість рядів в лісовій смузі	Ширина лісової смуги	Розміщення лісових смуг відносно каналу
Магістральні канали і великі колектори	$\geq 5-8$	18–25	З двох сторін
Гілки МК і міжгосподарських розподільників	3	>10	З однієї сторони
	2	6	З двох сторін
Внутрішньогосподарські канали	2–3	6–12	З однієї сторони
Канали колекторно-дренажної мережі	≥ 2	≥ 6	З двох сторін
Розподільчі лотки	≥ 2	≥ 6	З однієї сторони
Дороги	1–2	≥ 3	З двох сторін
Ставки, водосховища	≥ 3	≥ 20	По периметру
Межа зрошуваного масиву	≥ 5	≥ 15	

Зелені насадження на зрошуваних землях створюють із швидкоростучих, довговічних і цінних порід. На засолених землях і при неглибокому заляганні мінералізованих ґрунтових вод використовують солестійкі деревні породи (білу акацію, тополь, шовковицю білу та ін.). В останні роки запропонована технологія створення смуг з вузькими (1,3 м) міжряддями для вирощування дерев з пірамідальною кроною. Це забезпечує економію землі до 28%.

3.2 Обґрунтування видів дерев та чагарників для відтворення

санітарно-захисних зон Дніпра

Перш ніж приступити до закладки лісових насаджень підбирають необхідний видовий склад деревних рослин. Це досягається співставленням вимог окремих деревних рослин до факторів життя і умовам навколишнього середовища: родючості ґранту, зволоженості території, теплового режиму.

Керуючись рекомендаціями для конкретного ґрунтово-кліматичного району складається перелік необхідних деревних порід з врахуванням місцевого досвіду і біології порід. Потім вибирають тип лісових культур: деревно-чагарниковий або деревно-тіневий. При цьому враховують меліоративне призначення лісового насадження і його біологічну стійкість. В степових умовах біологічно-стійким типом лісового насадження є деревно-чагарниковий, а в лісостепових - деревно-тіневий.

Наступний крок в проектуванні лісонасаджень - вибір сполучення деревних порід, Із складеного списку деревних порід вибирають головну породу. Стосовно до неї підбирають супутні породи і чагарники. Правильно складене сполучення деревних порід забезпечує формування біологічно стійкого змішаного лісового насадження. Це саме складна задача в розведенні садів та лісів. В таблиці 3.5 приведені основні види насаджень, які рекомендуються для агролісомеліорації Дніпропетровської області.

Таблиця 3.5 – Основний асортимент деревних і чагарникових порід для відновлення санітарно-захисних зон

Продовження табл. 3.5

Ґрунти	Рекомендовані породи		
	Головні	супутні	чагарники
Сірі лісні опідзолені вилужені і типові чорноземи	береза плакуча (бородавчата), дуб мережчатий, верба деревовидна, сосна звичайна, тополя, ясьень звичайний	в'яз звичайний, груша лісова, клен гостролистий і срібрядний, липа великолиста і дрібнолиста,	Акація жовта, бузина червона, бояришник, клен татарський, ліщина, обліпіха,

Ґрунти	Рекомендовані породи		
	Головні	супутні	чагарники
Звичайні і південні чорноземи	береза плакуча (бородавчата), дуб мережчатий, верба деревовидна, сосна звичайна, тополя, ясеня звичайний	в'яз звичайний, груша лісова, клен гостролистий, липа дрібнолиста, горіх чорний	Клен татарський, бояри шник, кизильник, ліщина, обліпіха, смородина золота, терен
Типові звичайні і південні чорноземи	акація біла, дуб мережчатий, верба деревовидна, горіх грецький, сосна звичайна, (кримська), тополя (пірамідальна, дельтовидна, берлінська, осока)	груша лісова, клен (гостролистий, польовий), явір, шовковиця, липа великолиста і дрібнолиста	Алича, жимолость (звичайна, татарська), кизильник, обліпіха, клен татарський, смородина золота
Темно каштанові і каштанові	акація біла, в'яз приземистий, дуб мережчатий, верба дерево видна (звичайна, кримська), тополя (бальзамічна, дельтова, берлінська)	груша лісова, клен (гостролистий, польовий), шовковиця, в'яз звичайний	Акація жовта, жимолость татарська, клен татарський, смородина золота, скумпія, тамарикс
Світло-каштанові	акація біла, в'яз приземистий, дуб мережчатий, верба деревовидна, сосна звичайна, тополя	груша лісова, клен ясенелистий, ясеня (зелений, звичайний)	Акація жовта, жимолость татарська, клен татарський, смородина золота,

Схеми змішування складають у вигляді малюнка, на якому показано просторове розміщення різних видів порід по відношенню один до одного. Ця

схема – основа проекту лісових культур; вона показує, які породи, в якій кількості і як повинні розташовуватися на площі. При складанні схеми змішування велике значення має вибір способів змішування, за допомогою якого можна регулювати взаємовідношення деревних рослин.

Деревні породи змішують одна з другою в ряду подеревно або ланками, рядами - порядно або кулісами (стрічками), а також групами (гніздами) або майданчиками. Подеревне змішування використовується для рослин, взаємовідношення яких благополучні, а також для рослин, що виконують другорядну роль в лісовому насадженні. Змішування ланками застосовують для порід із слабкими благополучними відношеннями з метою посилення стійкості основної породи. Змішування рядами застосовують частіше.

Кулісне (стрічкове) змішування застосовується для збільшення долі участі головних порід, а також якщо взаємовідношення дуже неблагополучні, а невелика суміш породи – інгібітору необхідна. Куліса або стрічка утворюється із декількох чистих рядів однієї породи. Наприклад 6–8 рядів сосни чергується з двома рядами берези або 2–3 рядами дуба, з одним рядом клена або липи.

Слід зауважити, що важливим також є загально екологічне значення лісових смуг. В лісових смугах оселяються багато птахів і тварин, які знищують шкідники сільськогосподарських культур. Більшість штучних лісонасаджень на берегах балок, ярків, ставків, водосховищ утворюють мальовничі куточки природи, як є місцем відпочинку людини.

Запропоновані схеми лісосмуг є ефективним заходом для підвищення рівня озеленення територій Дніпропетровської області, зокрема санітарно-захисних зон промислових підприємств та еродованих земельних ділянок. Проте лісовідновлення є складним й довготривалим процесом, що потребує зусиль багатьох фахівців різних галузей та коштів на впровадження ефективних заходів.

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, а також розподілу та класифікації зелених зон відповідно до їх функціонального призначення в міських районах Дніпра. Нормалізований різницевий індексу рослинності (NDVI) використовувався для картографування міських зелених насаджень ярів, паркових та санітарно-захисних зон.

В рамках роботи оцінено ступінь озеленення та розподіл районів зони санітарно захисту промисловості. Також визначено рівні озеленення та розповсюдження областей адміністративних районів Дніпра за класами індексів рослинності (NDVI). Згідно з результатами досліджень, виявлено, що значення NDVI значно нижчі на територіях санітарно-захисних зон у порівнянні з іншими функціональними зонами.

Пік рослинної вегетативної активності виникає в першій десятиліття червня, а потім невелике зниження протягом 2–3 тижнів, то існує ще одне збільшення діяльності, що досягає максимуму в середині липня. Навіть восени фотосинтетична діяльність залишається відносно високою для більшості міських територій, знижуючись лише з середини жовтня.

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.

Аналіз динаміки індексів NDVI у функціонально різних областях демонструє, що найвищі показники характерні для мережі яру, найнижчі – для СЗЗ промислових підприємств.

Аналіз озеленення території відповідно до середніх сезонних цінностей NDVI дає більш об'єктивну оцінку загальних характеристик зеленого посадки порівняно з аналізом цих даних протягом певного періоду часу. Це впливає з того, що протягом усього періоду зростаючого сезону режим зміни значення NDVI може суттєво відрізнятися для різних областей.

Серед міських адміністративних районів найменш зелений – Центральний і Соборний, де площа зеленого посадки становить менше 50%. Чечелівський, Нижньодніпровський та Новокадацький – найкращі за показниками NDVI.

Внаслідок аналізу ступеня СЗЗ визначалося, що у 8 з 40 досліджених підприємств відсоток озеленення СЗЗ не відповідає стандартам. 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 106166 грн. Проте це значення є орієнтовним, оскільки на вартість з відновлювальних робіт впливають залежить від багато факторів, зокрема розташування та характеристики ділянки, а також кількості й стан зелених насаджень на територіях санітарно-захисних зон.

Потребує подальшого вдосконалення алгоритм оцінки фотосинтетичної активності шляхом вдосконалення обробки супутникових зображень, заснованого на застосуванні описаного методу в різних сферах землекористування та моніторингу стану зелених насаджень.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. В. В. Швець, В. С. Калініченко, О. О. Кудлаєнко. Аналіз та вдосконалення зеленого каркаса міста на прикладі м. Вінниці // Науково-технічний збірник «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві». Вінниця: ВНТУ.– 2013. – №1(18), с.83-87
2. Роговський С.В. Досвід створення і утримання зелених насаджень у містах Європи та його використання в Україні / С.В. Роговський // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2013. – Вип. 187, ч. 1. – С. 126-134.
3. Левон Ф. М. Біолого-екологічні основи створення зелених насаджень в умовах урбогенного і техногенного середовища : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня ... доктора с-г. наук : спец. 06.03.01 „Лісові культури та фітомеліорація” / Ф. М. Левон — Львів, 2004. — 30 с.
4. Екологічний паспорт м. Дніпро // Департамент транспорту та охорони навколишнього середовища Дніпропетровської міської ради, 2016 р.
5. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Государственные строительные нормы Украины (ДБН 360 - 92). – К. – 2002.
6. Правила утримання зелених насаджень міст та інших населених пунктів України // Наказ Державного комітету України по житлово-комунальному господарству № 70 від 29.07.1994 року/ [Електронний ресурс] <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0301-94>
7. Коросов А. В. Техника ведения ГИС: приложение в экологии : учеб. пособие / А. В. Коросов, А. А. Коросов. Петрозаводск : Издательство ПетрГУ, 2006. 186 с.
8. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування: монографія / [за ред. В. І. Лялько, М. О. Попова]. – К. : Наук. думка, 2006. – 360 с.
9. Контроль состояния лесных ресурсов мира с помощью дистанционного

измерения и инвентаризации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fao.org/newsroom/ru/news/2008/1000884/index.html>.

10. Кучерявий В. П. Озеленення населених місць : підручник / В. П. Кучерявий – Львів : Світ, 2005. — 456 с.

11. Розробка науково-обґрунтованих принципів озеленення території м. Дніпропетровська з урахуванням рівнів техногенного навантаження // Звіт про виконання проекту «Молодь Дніпропетровська – рідному місту». – Д. : РВК НГУ., 2009, – 198 с.

12. Жуков, О. В. Оцінка варіювання у просторі та часі рослинного покриву засобами дистанційного зондування землі / О. В. Жуков, П. В. Писаренко, О. М. Кунах. – С.105–112.

13. Іванченко О.Є., Чередниченко А.Д. (Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет), Видовий склад та стан зелених насаджень санітарно-захисної зони підприємства ПАТ «Дніпротяжмаш». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.rusnauka.com>

14. Бучавий Ю.В. Оцінка ступеня озеленення санітарно-захисних зон промислових підприємств Дніпропетровська / Бучавий Ю.В., Горова А.І. //Environment&Health. № 2, 2016. – С 35–39.

15. ROUSE, J.W., HAAS, R.H., SCHELL, J.A. and DEERING, D.W., 1973, Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In 3rd ERTS Symposium, NASA SP-351 I, pp. 309–317.

16. Новости космоса (космонавтики) МКС [Електронний ресурс]. Режим доступу до огляду: <http://mapgroup.com.ua>

17. Мозенбах А.Е. Аналіз динаміки стану зелених насаджень міста Дніпра із застосуванням геоінформаційних технологій // *Матеріали* п'ятої всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Молодь: наука та інновації» (Дніпро, 29–30 листопада 2017 року). – Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2017. – С. 53–54.

18. Шкарін М.М. Розробка муніципального електронного реєстру зелених насаджень в умовах урбанізованих територій / М.М. Шкарін, Ю.В. Бучавий //

«Проблеми екології та енергозбереження»: Матеріали XIV Міжнародної науково-технічної конференції. 17–19 вересня 2021 р. Миколаїв: Видавець Торубара В.В., 2021 – С. 141–144.

15. Alberti, M. (1999). Urban patterns and environmental performance: what do we know? *J. Plan. Educ. Res.*, 19, 151–163. DOI: [10.1177/0739456X9901900205](https://doi.org/10.1177/0739456X9901900205)

16. Niemelä, J., Saarela, S-R., Söderman, T., Kopperoinen, L., Yli-Pelkonen, V., Väre, S. & Kotze, D.J. (2010). Using the ecosystem services approach for better planning and conservation of urban green spaces: a Finland case study. *Biodivers. Conserv.*, 19, 3225–3243. DOI: [10.1007/s10531-010-9888-8](https://doi.org/10.1007/s10531-010-9888-8).

17. Hoffman, M.T. (2014). Changing Patterns of Rural Land Use and Land Cover in South Africa and their Implications for Land Reform. *Journal of Southern African Studies. Routledge*, 40(4), 707–725. DOI: [10.1080/03057070.2014.943525](https://doi.org/10.1080/03057070.2014.943525).

18. Fahey, R.T. & Casali, M. (2017). Distribution of forest ecosystems over two centuries in a highly urbanized landscape. *Landsc. Urban Plan.*, 164, 13–24. DOI: [10.1016/j.landurbplan.2017.03.008](https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.03.008).

19. Zhukov, O. V. Pisarenko, P.V. & Kunach, O.M. (2015). Assessment of variability in the open space and hour of the dewy cover with the help of remote sensing of the Earth (in Ukrainian). *Bulletin Dnipro state agrarian university*, 2(36), 105–112.

20. Ekological passport of Dnipro state (2016). Department of Transport and Environmental Protection of Dnipropetrovsk City Council (in Ukrainian). Retrived June 29, 2021, from link <https://dniprorada.gov.ua>

21. McDonnell, M.J. & Hahs, A.K. (2008). The use of gradient analysis studies in advancing our understanding of the ecology of urbanizing landscapes: current status and future directions. *Landsc. Ecol.*, 23, 1143–1155. DOI: [10.1007/s10980-008-9253-4](https://doi.org/10.1007/s10980-008-9253-4).

22. Nock, C.A., Paquette, A., Follett, M., Nowak, D.J. & Messie, C. (2013). Effects of urbanization on tree species functional diversity in eastern North America. *Ecosystems*, 16, 1487–1497. DOI: [10.1007/s10021-013-9697-5](https://doi.org/10.1007/s10021-013-9697-5).

23. Blaschke, T., Lang, S., Lorup, E., Strobl, J. & Zeil, P. (2000). Object-oriented image processing in an integrated GIS/remote sensing environment and perspectives

for environmental applications. In A. Cremers, & K. Greve (Eds.), *Environmental Information for Planning, Politics and the Public* (pp. 555-570). Marburg: Metropolis Verlag.

24. Narumalani, S., Mishra, D.R. & Rothwell, R.G. (2004). Change detection and landscape metrics for inferring anthropogenic processes in the greater EFMO area. *Remote Sensing of Environment*, 91(3-4), 478–489. DOI: 10.1016/j.rse.2004.04.008.

26. Lang, S. & Schöpfer, E., (2005). Measuring urban green feeling. *Geoinformatics*, 8, 50–51.

27. Gupta, K., Kumar, P., Pathan, S.K. & Sharma, K.P. (2012). Urban neighbourhood green index – a measure of green spaces in urban areas. *Landsc. Urban Plann.*, 105, 325–335. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2012.01.003.

28. Dunning, J.B., Danielson, B.J. & Pulliam, H.R. (1992). Ecological processes that affect populations in complex landscapes. *Oikos*, 65(1), 169–175. DOI: 10.2307/3544901

29. Abutaleb, Kh., Mudede, M.F., Nkongolo, N. & Newete, S.W. (2020). Estimating urban greenness index using remote sensing data: A case study of an affluent vs poor suburbs in the city of Johannesburg. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*. DOI: 10.1016/j.ejrs.2020.07.002. (Article in Press).

31. Moilanen, A. & Nieminen, M. (2002). Simple connectivity measures in spatial ecology, *Ecology*, 83(4), 1131–1145. DOI: 10.1890/0012-9658(2002)083[1131:SCMISE]2.0.CO;2.

32. Uwera, S. (2015). *Using GIS and remote sensing to study urban green structure health and dynamics. A study in Kigali, Rwanda*. The dissertation submitted to the University of Manchester for the degree of Master of science in the faculty of Humanities.

33. Shalaby, A. & Tateishi, R. (2007). Remote sensing and GIS for mapping and monitoring land cover and land-use changes in the Northwestern coastal zone of Egypt. *Applied Geography*, 27(1), 28–41. DOI: 10.1016/j.apgeog.2006.09.004.

34. Mell, I.C. (2014). Aligning fragmented planning structures through a green infrastructure approach to urban development in the UK and USA. *Urban Forestry & Urban Greening*, 13(4), 612–620. DOI: [10.1016/j.ufug.2014.07.007](https://doi.org/10.1016/j.ufug.2014.07.007).
35. Tan, K.C., Lim, H.S., MatJafri, M.Z. & Abdullah, K. (2009). Landsat data to evaluate urban expansion and determine land use/land cover changes in Penang Island, Malaysia. *Environmental Earth Sciences*, 60(7), 1509–1521. DOI: [10.1007/s12665-009-0286-z](https://doi.org/10.1007/s12665-009-0286-z).
36. Seto, K.C., Güneralp, B. & Hutyra, L.R. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Pros. Natl. Acad. Sci. USA*, 109, 16083–16088. DOI: [10.1073/pnas.1211658109](https://doi.org/10.1073/pnas.1211658109).
37. Chang, Q., Liu, X.W., Wu, J. & He, P. (2015). MSPA-based urban green infrastructure planning and management approach for urban sustainability: Case study of Longgang in China. *J. Urban Plan. Dev.*, 141.
38. Lovinska, V.M. & Sytnyk, S.A. (2016). The structure of Scots pine and Black locust forests in the Northern Steppe of Ukraine. *Journal of Forest Science*, 62(7), 329–336. DOI: [10.17221/120/2015-JFS](https://doi.org/10.17221/120/2015-JFS).
39. Lovynska, V., Buchavyi, Yu., Lakyda, P., Sytnyk, S., Gritzan, Yu. & Sendziuk, R. (2020). Assessment of pine aboveground biomass within Northern Steppe of Ukraine using Sentinel-2 data. *J. For. Sci.*, 66, 339–348. DOI: [10.17221/28/2020-JFS](https://doi.org/10.17221/28/2020-JFS).
40. Bilokon, Yu.M. (2004). Planning of the territory of Ukraine in the conditions of European integration. *Approach and prospects of development of the cities of Ukraine*, 7, 5–18.
41. Urban green spaces and health (2016). Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.
42. Aquino, C.M.S. & Oliveira, J.G.B. (2012). Estudo da dinâmica do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) no núcleo de São Raimundo Nonato-PI. *GEOUSP – Espaço e Tempo*, 31, 157–168.
43. Yukhnovskyi, V. & Zibtseva, O. (2020). Green space trends in small towns of Kyiv region according to EOS Land Viewer – a case study. *J. For. Sci.*, 66: 252–

263. DOI: [10.17221/142/2019-JFS](https://doi.org/10.17221/142/2019-JFS)

44. Asmala, A., Mohd, B., Mohd, I., Noorazuan, H., Mochamad, R., Sulong, M. & Shamsuddin, M. (2014). Temporal changes in urban green space based on normalized difference vegetation index. *Applied Mathematical Sciences*, 8, 2743–2751. DOI: 10.12988/ams.2014.432230.

45. Garouani, A., Mulla, D.J., Garouan, S.I. & Knight, J. (2017). Analysis of urban growth and sprawl from remote sensing data: Case of Fez, Morocco. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 6(1), 160-169. DOI: 10.1016/j.ijjsbe.2017.02.003

46. Lotfata, A. (2021). Using Remote Sensing in Monitoring the Urban Green Spaces: A Case Study in Qorveh, Iran. *European Journal of Environment and Earth Sciences*, 2(1), 11–15. DOI: 10.24018/ejgeo.2021.2.1.102