

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 Красильникової Анастасії Дмитрівни

(ПІБ)

академічної групи 101м-18з-1

(шифр)

спеціальності – 101 «Екологія»

(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою – Екологія та охорона навколишнього середовища

(офіційна назва)

на тему Геоекологічна оцінка балочно-яружної мережі м. Дніпро з використанням ГІС-технологій

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинго- вою	інститут- ційною	
кваліфікаційної роботи	Бучавий Ю.В.			
розділів:				
Теоретичний	Бучавий Ю.В.			
Технологічний	Бучавий Ю.В.			
Охорона праці	Наумов М.М.			
Економічний	Павличенко А.В.			

Рецензент				
-----------	--	--	--	--

Нормоконтролер	Грунтова В.Ю.			
----------------	---------------	--	--	--

Дніпро  
2019

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри екології та  
технологій захисту навколишнього  
середовищаПавличенко А.В.

(підпис) (прізвище, ініціали)

«09» вересня 2019 року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеня магістра**

студенту Красильниковій А.Д. академічної групи 101м-18з-1  
(прізвище та ініціали) (шифр)

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

за освітньо-професійною програмою – Екологія та охорона навколишнього середовища

(офіційна назва)

на тему Геоекологічна оцінка балочно-яружної мережі м. Дніпро з використанням ГІС-технологій, затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 02.12.2019 р. №2218-л.

Розділ	Зміст	Термін виконання
Теоретичний	Дослідити геоекологічний стан балок м. Дніпро із використанням ДЗЗ та ГІС-технологій	09.09.2019 03.11.2019
Технологічний	Обґрунтувати заходи щодо зниження небезпеки від екзогенних процесів балок та визначити оптимальні шляхи їх благоустрою	30.09.2019 24.11.2019
Охорона праці	Запропонувати заходи щодо охорони праці підчас робіт із закріпленням схилів балок	11.11.2019 15.12.2019
Економічний	Розрахувати вартість заходів із запобігання екзогенних процесів та благоустрою балок	11.11.2019 15.12.2019

Завдання видано

Бучавий Ю.В.

(підпис керівника)

(прізвище, ініціали)

Дата видачі 09.09.2019

Дата подання до екзаменаційної комісії \_\_\_\_\_

Прийнято до виконання

(підпис студента)

Красильникова А.Д.

(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: стор., рис., таблиць, додатки, літер. джерел.

**Об'єкт дослідження** – геологічні та екологічні характеристики балок м. Дніпро.

**Мета роботи** – дослідити балочно-яружну мережу м. Дніпро за геоекологічними показниками.

**Актуальність теми** – балки є ділянками первозданної природи населених пунктів, а також селітебними зонами і перспективними територіями для рекреації при проведенні відповідних робіт. Натомість балки уявляють небезпеку через зсувні, ерозійні та сейсмічні процеси, що в них відбуваються, та можуть також сприяти підтопленню і заболочуванню території.

У **теоретичному** розділі проведено аналіз літературних джерел з досліджень балочно-яружної мережі м. Дніпро, а також проаналізовано світовий досвід застосування протизсувних заходів.

В **практичному** розділі проведено рангування балок м. Дніпро за показниками стану зелених насаджень та визначених площ ймовірних зсувонебезпечних ділянок із використанням ДЗЗ та ГІС-технологій. Обґрунтовано заходи із закріплення схилів балок.

У розділі «**охорона праці**» проведено аналіз шкідливих та небезпечних факторів для працівників підчас проведення робіт із закріплення схилів балок та польових досліджень.

В **економічному** розділі виконано розрахунок витрат з організації протизсувних заходів на небезпечних схилах балок.

БАЛКИ, РЕЛЬ'ЄФ, БІОФІЗИЧНІ ПОКАЗНИКИ РОСЛИН, ЗСУВИ, ГАБІЮНИ, ГІС, МЕТОДИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ

## ЗМІСТ

РЕФЕРАТ .....	3
ЗМІСТ .....	4
ВСТУП .....	6
<b>1 ХАРАКТЕРИСТИКА БАЛОЧНО–ЯРУЖНОЇ СИСТЕМИ М.ДНІПРО ТА ОГЛЯД МЕТОДИЧНИХ ПІДХОДІВ З ОЦІНКИ ЇЇ СТАНУ ЗА ГЕОЕКОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ .....</b>	<b>8</b>
1.1 Визначення та поняття складових балочно-яружноЇ мережі.....	8
1.2 Загальна характеристика балочно-яружноЇ мережі м. Дніпро .....	11
1.3 Аналіз небезпеки від проявів екзогенний явищ балочно-яружноЇ мережі м. Дніпро.....	23
1.4 Методика експрес-оцінки зсувонебезпечності природних схилів яружно– балочноЇ мережі.....	25
1.5 Методика оцінки стану зелених насаджень балочно-яружноЇ мережі із використанням методів дистанційного зондування .....	31
<b>2 РАНГУВАННЯ БАЛОК ДНІПРА ЗА ГЕОЕКОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ЩОДО ПОЛПШЕННЯ ЇХ СТАНУ .....</b>	<b>41</b>
2.1 Обґрунтування геоєкологічних показників для створення ГІС балочно- яружноЇ мережі м. Дніпро та етапи її формування.....	41
2.2 Аналізу показників стану рослинності балок території м. Дніпро.....	45
2.3 Визначення зсувонебезпечних ділянок на території балок за допомогою цифрової моделі рельєфу.....	57
2.4 Обґрунтування засобів утримання зсувонебезпечних ділянок балок .....	61
<b>3 ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ БУДІВЕЛЬНИХ РОБОТАХ.....</b>	<b>70</b>
3.1 Загальні положення інструкції з охорони праці при проведенні заходів щодо запобігання активізації схилових гравітаційних процесів .....	70
3.2 Організація безпеки працівників при земляних роботах.....	73

3.3 Обґрунтування заходів з охорони праці підчас польових досліджень .....	74
4 РОЗРАХУВАТИ ВАРТІСТЬ ЗАХОДІВ ІЗ ЗАПОБІГАННЯ ЕКЗОГЕННИХ ПРОЦЕСІВ ТА БЛАГОУСТРОЮ БАЛОК.....	80
4.1 Розрахунок капітальних витрат на спорудження захисної стіни з габіонів.	80
4.2 Розрахунок експлуатаційних на організацію системи моніторингу екзогенних проявів.....	82
ВИСНОВКИ .....	85
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	87
Додаток А.....	94
Додаток Б .....	97
Додаток В.....	98
Додаток Д.....	99

## ВСТУП

Балки є невід'ємним елементом ландшафту практично будь-якого населеного пункту, займаючи зазвичай від 5 до 45% його території. В умовах степової зони України, особливо в районах з щільною забудовою, міські балки залишаються природними притулками для багатьох видів флори і фауни. Балки є ділянками первозданної природи населених пунктів, а також селітебними зонами і перспективними територіями для рекреації при проведенні відповідних робіт з благоустрою.

Натомість балки уявляють небезпеку через зсувні, ерозійні та сейсмічні процеси, що в них відбуваються, та можуть також сприяти підтопленню і заболочуванню території.

У правобережній частині Дніпра налічується 36 балок і ярів. Сьогодні деякі з них завалені багатотонним сміттям, і вже давно перестали регулювати рівень поверхневих вод. А в умовах постійного підмочування осінніми дощами, та ще й з «підрізаними» будівництвом схилами, балки стають небезпечними і загрожують обвалами. Ці небезпечні явища ведуть до катастрофічних наслідків, що супроводжуються матеріальними втратами і стражданням людей.

Тому балки як об'єкт дослідження, і процеси що в них відбуваються, представляють інтерес для натуралістів, біологів, геологів, а також фахівців в області містобудування та природоохоронних служб. Натомість сьогодні не існує єдиного джерела інформації про поточний стан міської балочно-ярочної мережі оскільки немає певної служби або установи яка б організовувала регулярні та комплексні спостереження.

У зв'язку з цим виникає необхідність в створенні динамічної бази даних, яка б зберігала просторово-атрибутивні характеристики, необхідні для комплексного дослідження балок і відбуваються в них процесів.

**Об'єкт дослідження** – геологічні та екологічні характеристики балок м. Дніпро.

**Мета роботи** – дослідити балочно-яружну мережу м. Дніпро за геоекологічними показниками.

Для досягнення мети в роботі були вирішені наступні завдання:

1. За літературними джерелами зібрати узагальнену інформацію про балки м. Дніпро, та дослідити методики з визначення їх геоекологічної оцінки;
2. Обґрунтувати перелік показників до формування ГІС балочно-яружної мережі та провести рангування балок м. Дніпро за показниками стану зелених насаджень, та площ ймовірних зсувонебезпечних ділянок;
3. За результатами світового досвіду застосування протизсувних заходів, обґрунтувати заходи із закріплення схилів зсувонебезпечних ділянок балок;
4. Провести аналіз шкідливих та небезпечних факторів для працівників підчас проведення робіт із закріплення схилів балок та польових досліджень.
5. Розрахувати витрати з організації протизсувних заходів на небезпечних схилах балок.

**Практичне застосування:** результати роботи можуть бути використані для моніторингу зсувних процесів, а також для плануванні заповідних територій і зон рекреації м. Дніпро. Окрім того, сформована в роботі ГІС балочно-яружної мережі може бути оновлюватися та доповнюватися новою тематичною інформацією й слугувати джерелом знань для широкого кола користувачів.

**Апробація роботи:** Матеріали дипломної були апробовані на VII Всеукраїнській науково-технічній конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Молодь: наука та інновації» (додаток А).

# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА БАЛОЧНО–ЯРУЖНОЇ СИСТЕМИ М.ДНІПРО ТА ОГЛЯД МЕТОДИЧНИХ ПІДХОДІВ З ОЦІНКИ ЇЇ СТАНУ ЗА ГЕОЕКОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

## 1.1 Визначення та поняття складових балочно-яружної мережі

Визначення балки в природничих науках наступне: це негативна, лінійно витягнута форма рельєфу, утворена тимчасовим водним потоком. При цьому її дно може бути сухим, або ж заповненим невеликим струмком. Балка – типовий «продукт» ерозійних геологічних процесів.

Балка – флювіальна форма рельєфу, суха або з тимчасовим водотоком долина з плоским дном; кінцева стадія розвитку ярів. Як і яр, балка являє собою результат впливу ерозії ґрунту текучою водою [31].

Схили і днища балки покриті густою трав'янистою і чагарниковою рослинністю (іноді – з невеликими ділянками лісу). Ця особливість відрізняє її від яру, дно якого не задернована і більше схильна ерозії. Найчастіше балка розвивається саме з яру, але не завжди. При певних умовах вона може минути яружною стадію «флювіальні еволюції».

У степовому рельєфі балка, як правило, чітко і яскраво виражена. Дуже часто на її схилах виступають скельні оголення і виходи глибших гірських порід. Особливо це характерно для балок Донецького кряжа.

Днище балки найчастіше рівне і розширене. Однак чим ближче до верхів'їв – тим воно стає більш вузьким. На відміну від ярів, для балок характерна розгалужена структура. У плані їх форма нагадує зелене молоде дерево або кущ.

Деякі особливо розвинені балки ускладнені поздовжніми бічними терасами - вирівняними ступінчастими майданчиками, складеними алювіальними наносами.

Параметри балок можуть бути різними:

- Довжина – від декількох сотень метрів до кількох десятків кілометрів.



- Ширина – від 50 до 500 метрів і більше.
- Глибина – від декількох метрів до декількох десятків метрів.

Будова будь балки включає в себе наступні елементи:

- Бровка.
- Схили.
- Днище.

Тальвег (лінія максимальної глибини, яка вимірюється по днищу)[9].

Яри – продукт ерозії, тобто розмиву порід тимчасовими потоками води, які утворюються в результаті атмосферних опадів.

Швидше розмиваються глинисті ґрунти. Зростанню ярів сприяє: фізичні властивості ґрунтів, відсутність рослинності на вододілах і схилах, нерівності рельєфу, наявність тріщин в товщі ґрунту, діяльність людини, велике кількість атмосферних опадів. Є природною дренажною системою.

Негативний вплив: утруднюється планування міста, відбувається втрата цінних земель, складність прокладки інженерних комунікацій, утруднюється зв'язок між окремими частинами міста, необхідність зведення мостів і земляних дамб, руйнуються будівлі і споруди в момент розвитку ярів, надмірно осушуються прибалкові території, що негативно впливає на зелені насадження, збитки міському господарству.

Верхів'я яру – витік. Устя – місце його впадання у водойму. Базис ерозії – глибина яру, що визначається рівнем води у водоймі. Лощина – долина з пологими схилами. Балка лощина заросла травою.

Види ярів:

- донні: розмив йде по дну яру;
- берегові: розмиваються бічні схили балок або річок.

По конфігурації:

- стовбурні;
- розгалужені: частіше два ствола із загальним гирлом;

- деревовидні: складна конфігурація і великі площі.

За характером процесу:

- діючі;
- затухаючі;
- засипані.

Плоский і одноманітний «випрасуваний» ландшафт степової зони скрашують і пожвавлюють своїми мальовничими обрисами саме вони – балки.

Рельєф, утворений поверхневими водотоками (постійними або тимчасовими), прийнято називати флювіальним (від латинського слова *fluvio* – «текти, протікати»).

Водний потік виконує певну геологічну роботу, а саме: руйнує цільні блоки гірських порід (ерозійний процес), переносить продукт руйнування і відкладає його в новому місці (аккумуляційний процес). В результаті цієї роботи на земній поверхні утворюється безліч різноманітних форм рельєфу: меандри, промоїни, яри, конуси виносу, шлейфи та інші.

Флювіальні процеси можливі лише за певних природно–кліматичних і геологічних умовах. Сама відповідна місцевість для формування флювіальних форм рельєфу – це рівнинна територія, складена «м'якими» гірськими породами, з достатнім зволоженням і рідкісною деревною рослинністю. Іншими словами, це степова або лісостепова природні зони. Класичний ряд ерозійних форм рельєфу, створених поверхневими водотоками, виглядає так:

- Борозна (ерозійна).
- Вимоїна.
- Яр.
- Балка.
- Річкова долина.

Причому цей ряд є еволюційним. Тобто кожна з цих форм з часом переходить в наступну в точно такому порядку.

## 1.2 Загальна характеристика балочно-яружної мережі м. Дніпро

Місто Дніпро – багатофункціональний обласний і промисловий центр, важливий транспортний вузол міжобласного значення, центр міської агломерації, він знаходиться у степовій зоні в середній течії Дніпра на північному боці великого Дніпровського закруту, там, де в нього впадає р. Самара. Площа міста – 405 км<sup>2</sup>, у т. ч. забудованої частини – 55 %, ландшафтно-рекреаційних територій – 30 %, водних та інших поверхонь – 15 %.

Одне з найбільших індустріальних міст України має складну екологічну ситуацію з екологічними проблемами техногенного та природного характеру. На його території розташовані підприємства чорної металургії, хімічної промисловості, машинобудування, виробництва будівельних матеріалів тощо, виробнича діяльність яких є головним чинником негативного впливу на навколишнє середовище, насамперед на стан атмосферного повітря.

Розвитку міста сприяє його розташування на перехресті всіх видів шляхів сполучення: водних, залізничних, автомобільних, повітряних і наявності необхідної інфраструктури, що дає можливість здійснювати значні обсяги перевезень пасажирів та вантажів.

Місто Дніпро розташоване в центральній частині Дніпропетровської області, в межах степової зони. Територія розташована на межі Дніпровсько-Орільського та Сурсько-Дніпровського фізико-географічних районів. Така ситуація обумовлює складність рельєфної будови території.

Лівобережна частина представлена заплавно – рівнинним рельєфом з абсолютними відмітками поверхні 51,0 – 72,6 м. Правобережна частина представлена рівнинно – водороздільним рельєфом сильно розчленованим (0,8 – 0,9 км/км<sup>2</sup>), з перепадом висот 51,0 – 180,0 м.

В межах правобережжя нараховується біля 17 основних балок і більше 20 ярів. Найбільші із них – Тунельна, Червоноповстанська, Аптекарська, Рибальська, Зустрічна балка, Євпаторійська [27].

В умовах, що склалися, фактор морфології рельєфу має суттєве естетичне значення у планувальній організації міста. Ґрунтовий покрив представлений чорноземами звичайними, мало гумусними. На схилах долини Дніпра і балок чорноземи мають різну ступінь змитості.

В межах заплавних територій поширені лучно–чорноземні, лучні, лучно–болотні різного ступеня засоленості ґрунти.

Дані ґрунти характеризуються низьким вмістом гумусу, але досить високою родючістю. Для ведення зеленого будівництва придатні без обмежень.

У правобережній частині Дніпра налічується 36 балок і ярів. Завалені багатотонним сміттям, балки давно перестали регулювати рівень поверхневих вод. В умовах постійного підмочування осінніми дощами, та ще й з «підрізаними» будівництвом схилами, балки стають небезпечними і загрожують обвалами. Останні обвалення схилів зафіксовані в Аптекарської та Червоноповстанської балках.

*Урочище «Тунельна балка»* розташовується на південному сході Дніпропетровська між житловими масивами Перемога, Тополя та Сокіл. Назва походить від залізничного тунелю, який прорізає один з міських пагорбів. Зверху балка виглядає як великий яр, на північному схилі (зліва на рис. 1.1) якого розташований приватний сектор під просп. Гагаріна, а на південному (праворуч) власне те, що звикли називати балкою – величезна незабудована територія, що нагадує ліс всередині міста. Між схилами проходить залізниця в сторону Південного вокзалу.

З виду балка не виглядає якось дуже грандіозно – звичайні дуби і акації, не більше того. Справжня краса відкривається, якщо спуститися вниз: під кронами дерев росте безліч чагарнику скумпії, яка в жовтні знаходить всі можливі фарби

осені – жовті, червоні, помаранчеві, фіолетові, малинові. Недалеко від цієї галявини розташований той самий тунель, від якого балка отримала свою назву. Довжина тунелю понад 800 м [13, 34].



*Рисунок 1.1 – урочище «Тунельна балка»*

Колись в балці хотіли побудувати зоопарк, але це так і залишилося ідеєю. У нинішній балці немає навіть доріжок, що швидше за гідність, ніж недолік: так вона більше нагадує ліс. Переміщення ґрунту на схилах тунельної балки тривають. Схили перевантажені, підпірна стіна недобудована, водовідводи поверхневого стоку води відсутні. У зоні ризику – житловий масив Сокіл–1 і вулиця Космічна. Особливо тривожить фахівців ділянку, де проходить резервуар питного водопостачання об'ємом 10 тис. куб. м. Через зсуви конструкція резервуару деформована, порушена робота зливного колектора аварійних вод. Постійні протікання водоводу розмивають ґрунт і підтоплюють дерева, раніше посаджені для зміцнення схилів балки. Ситуація не критична, але досить небезпечна, вважають фахівці[3].

**Червоноповстанська (Довга) балка.** Велика балка між центральним пагорбом (проспект Гагаріна) і пагорбом на якому розташовані вулиці Михайла

Грушевського і Січових стрільців. На даний момент простягається від Запорізького шосе приблизно до вулиці Паторжинського (рис. 1.2).

Велика балка між центральним пагорбом (проспект Гагаріна) і пагорбом на якому розташовані вулиці Михайла Грушевського і Січових стрільців. На даний момент простягається від Запорізького шосе приблизно до вулиці Паторжинського.



*Рисунок 1.2. – Червоноповстанська балка*

Має кілька рукавів–відгалужень від парку ім. Гагаріна, від вулиць Сірко і Гусенка. До кінця 19–го століття балка досягала Дніпра і в своїй нижній частині довгий час називалася Провалля через дуже крутих, неприступних схилів перед центральним пагорбом. Спочатку балка називалася Довгої, з середини 19 століття – Жандармської, з 1920–х рр. по 2015 г. – Червоноповстанської. У листопаді 2015 року балці повернули історичну назву – Довга.

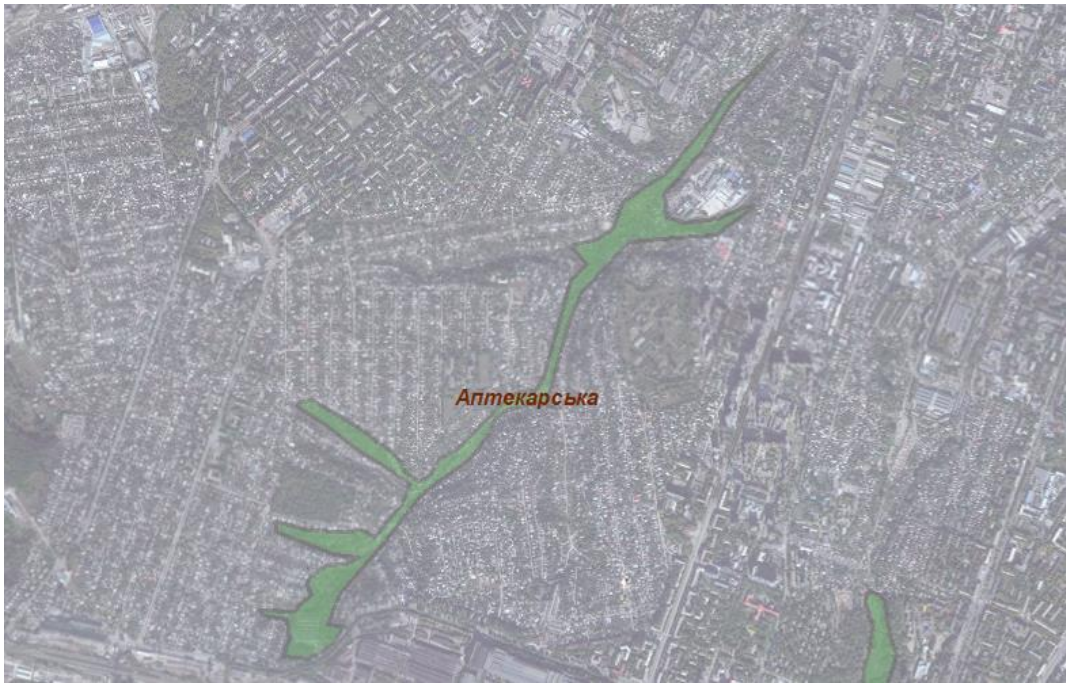
Схили балки поступово забудовувалися з самого народження міста. Її низинну частину, а так же схил пагорба, стали активно зривати в середині 19 століття. Ділянка балки в районі її перетину з сучасним просп. Яворницького був засипаний на початку 1850–х років.

На поч. 20–го століття була прокладена естакада в продовження сучасної вулиці Чкалова. В кінці 90–х років тут помітно активізувалися зсувні процеси, в результаті чого були зруйновані і деформовані житлові будинки. А в березні цього року зсув дав про себе знати в районі будинку № 23 по вулиці Куп'янської. На даний момент є всі підстави для подальшого зсуву ґрунту – про це сигналить нова тріщина на присадибній ділянці.

Обвальнo–зсувні процеси тривають і на ділянці будинку №19 по цій же вулиці. На жаль, більше сотні будинків тут розташовані біля самої кромки схилу, тобто в потенційно небезпечній зоні. В даний час зсувні ділянки також фіксуються в районі вулиць Сірко, Пугачова, Виконкомівській, Гоголя, бронетанкової.

Територія вимагає установки дренажних систем і термінового очищення тальвега балки від завалів сміття і мулу [12].

*Аптекарська* (у XVIII ст. – Бобирева, у XIX ст. – Родевська також Сухий яр) *балка* – балка у Чечелівському районі міста Дніпро. Відділяє третій пагорб центральної частини міста від пагорба на якому розташувалися Чечелівка та житловий масив проспекту Івана Мазепи. Верхня частина балки забудована кварталами житлового масиву Шляхівка або Надєждіне (вулиці Гончарова, Васильківська, Водоп'янова, Ізюмська, Полуничний тупик, Узвіз Горнолижників, Ковельська, Басейна, Давидова, провулки Берінга, Байрона та Басейний тупик), нижня - розмежовує житлові масиви Чечелівка (вулиця Леванєвського та провулок Жоржинський) та вулиці Робітничої (вулиці Канатна та Аптекарська балка), перетинає вулиці Кавалерійську, Володимира Антоновича та проспект Пушкіна (рис. 1.3)



***Рисунок 1.3. – Аптекарська балка***

По дну балки протікає невеличка річка, що входить у підземні колектори від провулку Берінга до вулиці Васильківської та у нижній частині від проспекту Пушкіна до свого гирла (впадає у р. Дніпро біля Стану – 550 Євраз Дніпровський металургійний завод). До річки впадає низка струмків, що течуть відрогами балки (зокрема біля вулиці Полуничний тупик та провулку Басейний тупик).

Балка розташована між вулицями Новоорловської і Робочої. Практично вся територія зайнята приватної житловою забудовою, де постійно відбуваються течі з самовільно побудованих водомереж і каналізації, а зливостоки завалені сміттям. Через це зсуви можуть трапитися в будь-який момент, як це сталося в січні нинішнього року в районі тупика Басейний. Тоді тут обрушилося близько 4 тис. «Кубів» землі.

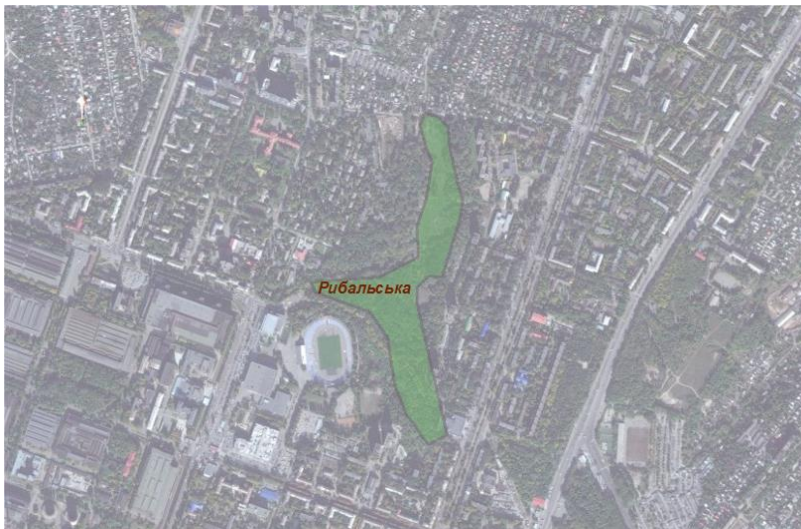
Незважаючи на рішення міськради про проведення аварійно-рятувальних робіт з укріплення схилу балки, до теперішнього часу не вжито жодних дій. Тим часом ситуація катастрофічно погіршилася – стався новий обвал схилу [11].



**Кленовий байрак** або **Рибальська (Рибаковська) балка** – одна з балок центральної частини міста Дніпро. У XVIII ст. відома під назвою Кленова та Войцехова балка (Кленовий байрак), у XIX ст. Називалася Рибаковська та Фабрична, у 1910–ті роки – Фельдфебельська, у 1922–1958 роках – Запорізька, у 1958 – 1980–ті рр. балка імені Альберта Войцеховича.

У 1741–1790 роках в низов'ї балки була частина козацької слободи Половиця, згодом включеної до складу Катеринослава. Назву «Рибальська» отримала від цегельних заводів братів Рибакових, що працювали у її верхів'ях в XIX столітті.

Відділяє другий пагорб на якому розташований Центральний (колишній Кіровський) район від третього, де розміщується Чечелівський (колишній Червоногвардійський) район Дніпра (рис 1.4).



***Рисунок 1.4 – Рибальська балка***

По дну балки протікала одна з трьох малих річок центральної частини міста (третья Половиця або так звана «Рибаковська канава»), що впадала в річку Половицю. Тривалий час річка не мала постійного русла і лише в середині XIX ст. була остаточно стабілізована біля вулиці Проточна (після спорудження Англійського клубу перейменована в Клубну, у 1923 – об'єднана з Воскресенською у вулицю Леніна, з 2015 року – знов Воскресенська). Наприкінці 1900–х років річку було взято в колектор.

Протягом XIX – початку XX століття нижня частина балки була засипана, а вся територія (крім південної частини) – забудована. Із введенням в дію цегельних заводів братів Рибаків та Прозорових виникають слобідки Рибаківська та Прозоровська, де оселилися робітники заводів. Вище заселялися слободи Монастирська (від Тихвинського монастиря) та Безулевська (названа так від заможної міщанки Анастасії Безулевої, що ходила в паломництво до Єрусалиму і була вбита грабіжниками в своєму домі). У балці пролягають вулиці Політехнічна, Миколи Руденка (до 2015 р. – Альберта Войцеховича) та Шебелінська. Угорі західного схилу розташовано Тихвинський монастир. В південній частині у 1960–ті роки було розбито парк ім. Ленінського комсомолу (з 2015 р. – парк "Зелений Гай"), що нині перебуває в занедбаному стані. Поруч з парком у 1966 році було побудовано футбольний стадіон «Метеор».

У 1967 р. у кінці вулиці Войцеховича було збудовано третє трамвайне депо, нині найбільше в місті.

Верх Рибальської балки – від вулиці Титова до вулиці Вакуленчука – активно забудовувався в радянські роки в обхід всіх будівельних норм і правил: без узгодження зі спеціальними службами і на nereкомендовані території. Головний замовник будівництва – Південмаш – погоджував в ті часи свої плани тільки зі своїм московським міністерством. Результат такої бездумної забудови на небезпечній території відомий всім: через активізацію зсувних і просідаючих процесів в районі вулиць Вакуленчука, Гавриленко і Нахімова в 1996–1997 роках були відселені два житлових будинки, деформовані будівлі шкіл № 22, № 75 і поруч розташована забудова. Тоді тут був виконаний комплекс протизсувних робіт, переміщення ґрунту на деяких ділянках призупинилася. Але лише на час - поруч з небезпечними ділянками знову тріщини, а вдома по вулиці Гавриленко, 10 і Нахімова, 90 продовжують сповзати в балку [57].

**Войцехівська балка.** Балка знаходиться посеред лісництва на території району житлового масиву Західний, в 0,7 км від території 4-ої міської лікарні (рис 1.5).



**Рисунок 1.5 – Войцехівська балка**

Дана балка є археологічно цінною бо на її вершині розміщується скіфський курган [21].

**Кринична** або **Безп'ята балка** – розташована у Новокодацькому районі міста Дніпра. Балка розмежовує житлові масиви Діївка-1 (розташована на східному боці) та Діївка-2 (розташована на західному боці). Верхня частина балки вкрита насадженою листяною лісопосадкою. По дну балки протікає струмок у верхній частині якого розташовані два ставки – Старий (верхній) та Новий (нижній), до нього впадають притоки, що течуть відрогами балки. У нижній течії пересихає і тече лише після великих опадів або танення снігів (утворюючи невеличкі водоспади на виходах граніту поблизу «Безіменної висоти»). Впадає в протоку Річицю біля Діївського лісопарку (рис 1.6).



***Рисунок 1.6 – Кринична балка***

Над серединною частиною балки, що також має назву Криничний котлован, прокладено естакаду по якій проходить залізничний перегін Придніпровської залізниці Діївка – 178 км. Під нею проходить тунель, що є водовідним колектором для струмка. Біля нижньої частини балки розташований меморіал «Безіменна висота» – братська могила червоноармійців загиблих у бою в серпні 1941 р [22].

Балка «**Попова**» знаходиться біля селища Мирне (рис. 1.7).



***Рисунок 1.7 – Балка Попова***

**Зустрічна балка.** Цей об'єкт розташований між двома величезними житловими масивами Тополя–1 і Тополя–2 є невеликий за розмірами але відомий катастрофічним зсувом 1997 року, що забрав під землю 9–поверховий житловий будинок, два дитсадки та школу. Економічні збитки склали близько 127 млн. грн. Були виконані лише першочергові заходи з інженерного захисту, та й то в неповному обсязі. Загальна довжина балки – 310 м, середні значення ширини низової частини – 5–20 м, середня крутизна кутів нахилу схилів –15–25° (рис 1.8).

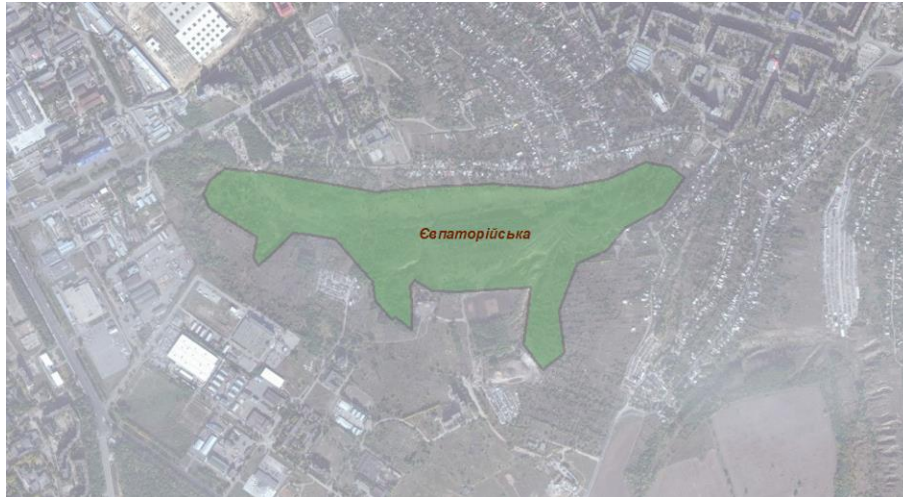


**Рисунок 1.8 – Зустрічна балка**

Внаслідок відсутності належних інженерних споруд для збору та відводу поверхневого стоку під загрозою зсувів залишаються уся інфраструктура території. Активні зсувні процеси в балці тривають внаслідок аварійної робіт каналізаційних мереж, вологонасичення лесових просадкових ґрунтів і, як наслідок, тріщинам в житлових будинках і їх деформаціям. Ситуацію погіршує руйнування одного з водостоків, через що зрушення ґрунту збільшилися в рази.

Через аварійний стан дощової каналізації і недостатньої дренажної системи рівень ґрунтових вод підвищується, про що свідчать дані багаторічних спостережень. Схили балки знаходяться в нестійкому стані, інтенсивно розвиваються процеси поверхневої ерозії. Спільна тригерна дія природно–кліматичних та техногенних факторів може спричинити нові масштабні зсуви на цій ділянці [4, 5].

**Євпаторійська балка** знаходиться в 1,1 км від житлового масиву Сокіл 1 (рис. 1.9)



**Рисунок 1.9 – Євпаторійська балка**

Останнім часом у балці накопичено неорганізоване звалище з будівельними відходами.

**Розсохувата балка** розташовується між Краснопіллям на півдні і територією Південьмашу на півночі (рис. 1.10).



**Рисунок 1.10 – Розсохувата балка**

Східні схили забудовані дачними ділянками і будинками сел. Краснопілля (вул. Юності) У Південно-західній частині знаходиться Краснопільське кладовище[24].

### **1.3 Аналіз небезпеки від проявів екзогенний явищ балочно-яружною мережі м. Дніпро**

На значній території України (близько 60 % площі) в найбільш густонаселених, індустріальних областях є небезпека утворення різних за масштабами зсувів. Зсувонебезпечні території займають порівняно невеликі площі, але за кількістю аварій, катастроф і наноситься збитку зсуви займають перше місце і в Україні, і в світі [28].

В основному зсувні процеси відбуваються виключно на схилах і укосах, в будові яких беруть участь глинисті і лісовидні породи. Зсуви небезпечні для всіх видів будівель і інженерних споруд, розташованих на схилах. Вони являють собою чіткий рух земляних мас або скельних порід, що відбувається за деякою поверхні ковзання. Найбільший розвиток і широке поширення зсуви мають в зв'язкових породах (в глинах, суглинках, лісах, глинистих мергелях і т. п.) На природних схилах і в укосах виїмок. Існуюче безліч зсувів різниться розмірами, формою, глибиною захвата і формою поверхні ковзання, характером зміщення земляних мас, їх швидкістю, періодичністю, станом поверхні, умовами видимості і т. д. . Активізація зсувних процесів на території України на сьогоднішній день є яскраво вираженою проблемою, щорічно приносить все більший матеріальний збиток. Останнім часом тенденція збільшення частоти сходу обвалів спостерігається майже у всіх регіонах України. Особливий інтерес і небезпеку являють собою зсувні ділянки, що знаходяться на території щільно забудованих міст. Трагедія, що сталася на ж/м Тополя в 1997 році в Дніпропетровську досі залишається однією з найбільш масштабних зсувних аварій в Україні.

Дніпро є одним з найбільших міст України, в якому щорічно спостерігається прогресуюча зсувна активність. У Дніпрі та його околицях налічується більше 30 великих ярів і балок, загальна довжина яких перевищує 130 км, загальна площа становить понад 5 тис. га. Місто розташоване на берегах річки Дніпро і має

високий правий берег більшою мірою схильний до ерозійних процесів, і більш низький лівий берег. Середні параметри балок правого берега складають:

- довжина – 2,5–4,0 км;
- ширина – 1,2 км;
- глибина – 50 м.

#### Інженерний захист зсувних схилів

Сьогодні існує кілька класифікацій активних способів інженерного захисту від зсувів. Зокрема, до них відносять: 1) зміна рельєфу місцевості, зміна русел, дренажування, перерозподіл і зміцнення ґрунту; 2) будівництво регулюючих споруд; 3) будівництво захисних споруд.

Однак в більшості випадків ці методи застосовуються в комплексі. Тому більш правильно буде класифікувати їх так: 1) способи стабілізації зсувного масиву і 2) способи його утримання. До перших відносяться різні варіанти дренажування, або розсічення зсувних мас, а також модифікація властивостей ґрунту [8, 28]. За результатами аналізу літературних джерел [10, 28] були визначені найбільш небезпечні балки за проявом зсувів:

**Червоноповстанська балка.** Зсувні ділянки тут фіксуються в районі вулиць Куп'янської, Сірко, Пугачова, Виконкомівській, Гоголя, бронетанкової, а також схили між проспектом Гагаріна та вулицею Героїв Сталінграда. Там потрібна установка дренажних систем і термінова очистка дна балки від мулу і сміття.

**Зустрічна балка.** Найстрашніше житловий масив Тополя пережив звичайно ж в 1997–му. Але і після того зсувні процеси тут тривали, будинки тріскалися. Зараз, правда, рівень підйому ґрунтових вод на Тополі–1 менший, ніж в 97–му. Але ось схил балки і раніше нестійкий.

**Євпаторійська балка.** Просідання ґрунту мешканці багатоповерхівок на Соколі–2 і приватного сектора на вул. Євпаторійської відчували вже давно. Перша черга протизсувних робіт була проведена тут ще в 1982–84 роках. А ось другу чергу, розроблену в 1992–му, так і не реалізували – що і вселяє побоювання.



*Аптекарьська балка.* У приватному секторі між вулицями Новоорловская і Робочої владі дуже важко контролювати, де і у кого щось тече, хто завалює зливостоки сміттям. Через це схили балки можуть обрушитися тут в будь-який момент.

*Тунельна балка.* Тут в зоні ризику житловий масив Сокіл–1 і вулиця Космічна, так як сповзання ґрунту на схилах балки триває. Постійні течії водопроводу розмивають землю і підтоплюють дерева, які зміцнюють схили балки.

*Рибальська балка.* Тут найбільші проблеми на ділянках від вулиці Титова до вулиці Вакуленчука і між проспектом Кірова і вулицею Робочої, де все завалено тисячами тон побутового сміття. У 90–е від зсуву ґрунту постраждали будинки на вулицях Нахімова, Гавриленко і Вакуленчука. У 1996–97 роках довелося навіть відселити людей в двох з них – з 9-поверхівки по вул. Нахімова, 90 і з 14-поверхової висотки по вул. Гавриленко, 10.

#### **1.4 Методика експрес-оцінки зсувонебезпечності природних схилів яружно–балочної мережі**

Для оцінки стійкості природних схилів яружно–балочної мережі рекомендується застосовувати методику контрольного списку, яка базується на результатах первинного збору картографічної інформації та даних натурних спостережень. Контрольний список є важливим етапом геоекологічної оцінки яружно–балочної мережі і складається з переліку питань, які дають первинну інформацію щодо яру, балки або окремих їх елементів (схилів) в контексті зсувонебезпечності. Список об'єднаний в чотири змістовні модулі, які охоплюють головні фактори впливу на стійкість природних схилів та розвиток екзогенних геологічних процесів: геометричні параметри, геологічні та геоморфологічні особливості, наявність рослинності, антропогенний вплив (табл. 1–4)[7].

Таблиця 1.1 – Геометричні параметри яружно–балочної мережі

Контрольний показник	Умовна шкала інтенсивності впливу фактору		
	Відсутній або мінімальний (1 бал)	Значний / дуже значний (2 бали)	Максимальний / катастрофічний (3 бали)
Загальна довжина балк , $L^*$	$L < 200$ м	$L = 200-500$ м	$L > 500$ м
Усереднене значення максимальної ширини низової частини балки, $W^*$	$W < 10$ м	$W = 10-25$ м	$W > 25$ м
Крутизна кутів нахилу схилів, $\alpha$ , град.*	Пологий, $\alpha < 10^\circ$	Середній, $\alpha < 10-30^\circ$	Крутий $\alpha > 30^\circ$ або обривчастий
Середнє значення глибини балки, $h$ , м*	Незначна ( $h = 1...4$ м)	Середня ( $h = 5.10$ м)	Значна ( $h > 10$ м)
Середнє значення уклону балки вздовж тальвегу $\beta$ , град.*	Незначний ( $\beta = 0.4^\circ$ )	Середній ( $\beta = 5-10^\circ$ )	Значний ( $\beta > 10^\circ$ )

Таблиця 1.2 – Геологічні та геоморфологічні особливості яружно–балочної мережі

Контрольний показник	Умовна шкала інтенсивності впливу фактору		
	Відсутній або мінімальний (1 бал)	Значний / дуже значний (2 бали)	Максимальний / катастрофічний (3 бали)
Наявність наслідків зсувних процесів на поверхні схилу	Відсутні	Наявність окремих ділянок зсуву , опливів , осипів тощ	Наявність масштабного зсувного тіла та переміщення
Наявність розгалуженої яружно системи вздовж балки*	Відсутня	Наявність 1–2 відрогів або ярів	Наявність більше 2 відрогів або ярів балки
Наявність ділянок обрушень схилів з вертикальними кутами до $\alpha \leq 90^\circ$	Відсутня (1 бал)	Наявність декількох ділянок	Наявність чисельних ділянок обрушень схилів

Контрольний показник	Умовна шкала інтенсивності впливу фактору		
	Відсутній або мінімальний (1 бал)	Значний / дуже значний (2 бали)	Максимальний / катастрофічний (3 бали)
			з вертикальними кутами до $\alpha \leq 90^\circ$
Наявність ділянок з інтенсивними ерозійними процесами та вимоїнами на поверхні схилів	Відсутні	Середня ураженість поверхні схилу ерозійними процесами	Значна ураженість поверхні схилу ерозійними процесами
Наявність заколів та тріщин на поверхні схилу	Відсутні	Наявність окремих ділянок з заколами на поверхні схилу	Наявність масштабних заколів на поверхні схилу
Наявність оголень з значними шарами лесових ґрунтів	Відсутні	Тонкий прошарок (до 1 м) лесових ґрунтів	Значні прошарки лесових ґрунтів
Наявність провалів (урвищ) на поверхні схилу*	Відсутні	Наявність окремих ділянок	Наявність масштабних провалів
Наявність вимоїн від ерозійних потоків на поверхні схилів або вздовж тальвегу балки, $b$ , м	Незначні, $b < 0,5$ м,	Середні, $b = 0,5 \dots 1,0$ м,	Значні, $b > 1,0$ м

Таблиця 1.3 – Наявність рослинності яружно-балочної мережі

Контрольний показник	Умовна шкала інтенсивності впливу фактору		
	Відсутній або мінімальний (1 бал)	Значний / дуже значний (2 бали)	Максимальний / катастрофічний (3 бали)
Наявність рослинності на поверхні схилу	Щільна деревинно-чагарникова рослинність	Трав'яниста рослинність з окремими деревами або кущами	Відсутня або рідка трав'яниста рослинність
Наявність деревинно-чагарникової рослинності на верхній терасі схилу	Щільна деревинно-чагарникова рослинність	Трав'яниста рослинність з окремими деревами або кущами	Відсутня або рідка трав'яниста рослинність
Наявність деревинно-чагарникової рослинності вздовж низового схилу та тальвегу балки*	Щільна деревинно-чагарникова рослинність	Трав'яниста рослинність з окремими деревами або кущами	Відсутня або рідка трав'яниста рослинність
Наявність заболочених ділянок в тальвезі балки	Відсутні	Наявність окремих ділянок зволоження ґрунту в тальвезі балки (2 бали)	Наявність заболочених ділянок

Як бачимо, кожний елемент (показник) контрольного списку оцінюється за умовною шкалою інтенсивності від 0 до 3 балів, яка показує вплив певного фактору або його відсутність від мінімального до максимально негативного, що чинить вплив на розвиток екзогенних геологічних процесів. Для уникнення впливу невизначених показників на результати досліджень доцільно поєднання

вхідних даних до матриці Леопольда та застосування функції бажаності Харінгтона для оцінки виникнення зсувонебезпечних процесів. За даним підходом, слід проводити розрахунок зсувонебезпечності балок наступним чином. У кожній клітині матриці проставити інтенсивність впливу кожного параметра ( $\omega$ ) на яружно-балочну мережу або її елементи (табл. 1–4). Інтенсивність впливу оцінюється за шкалою від 0 до 3 балів: 0 балів – немає впливу або дані відсутні, 1 бал – слабкий негативний вплив (або позитивний вплив як у разі висадки дерев на схилах балок й наявності протизсувних споруд тощо), 2 бали – середній негативний вплив, 3 бали – сильний негативний вплив.

Таблиця 1.4 – Антропогенний вплив яружно-балочної мережі

Контрольний показник	Умовна шкала інтенсивності впливу фактору		
	Відсутній або мінімальний (1 бал)	Значний / дуже значний (2 бали)	Максимальний / катастрофічний (3 бали)
Використання балки в якості сміттєзвалища, не санкціоноване складування промислових та побутових відходів	Вплив відсутній	Є окремі локальні ділянки складування відходів	Наявність значних ділянок складування відходів
Наявність протиерозійних та протизсувних інженерних засобів (споруд)	Наявність сформованих мікротерас та інших протиерозійних споруд на поверхні схилу	Наявність сформованих мікротерас та інших протиерозійних споруд на окремих ділянках схилу	Протиерозійний контроль відсутній
Наявність житлової забудови або об'єктів промислового будівництва вздовж схилів балки або в	Відсутня	Незначна кількість, окремі споруди та будинки в зоні впливу	Суцільна забудова в зоні впливу

Закінчення табл. 1.4

Контрольний показник	Умовна шкала інтенсивності впливу фактору		
	Відсутній або мінімальний (1 бал)	Значний / дуже значний (2 бали)	Максимальний / катастрофічний (3 бали)
зоні впливу на балочно-яружну мережу*			
Наявність джерел або виходу підземних вод на поверхню схилу або в тальвег балки	Відсутня , тальвег балки сухий	Незначна зволоженість тальвегу балки	Наявність постійного водотоку
Використання поверхні балочно-яружної мережі для сільськогосподарських потреб (сінокоси, пасовиська, вирубка дерев, городи тощо)	Вплив відсутній	Є окремі локальні ділянки	Наявність значних ділянок порушення поверхні схилу
Використання поверхні балочно-яружної мережі для видобування будівельних матеріалів (глини, піску тощо)	Вплив відсутній	Є окремі локальні ділянки	Наявність значних ділянок порушення поверхні схилу
Наявність та інтенсивність впливу комунікацій та інженерно-технічних споруд	Інженерно-технічні споруди	Вплив інженерно-технічних споруд помірний	Вплив інженерно-технічних споруд помірний

Таким чином, дана експрес-методика, дозволяє за результатами експертної оцінки та загальнодоступних даних оперативно визначити та ранжувати досліджені території міста або його окремі об'єкти (балки, пагорби, яруги) за характеристиками потенційної зсувонебезпеки.

## **1.5 Методика оцінки стану зелених насаджень балочно-яружної мережі із використанням методів дистанційного зондування**

Необхідність здійснення регулярного моніторингу стану зелених насаджень балочно-яружної мережі обумовлена їх безперервною динамікою в результаті впливу природних і антропогенних факторів. Зелені насадження виконують багато корисних функцій – охолоджують та зволожнюють повітря, а також очищують його від шкідливих домішок. Деревя та чагарники сприяють закріпленню поверхонь балок, що зменшує ризик виникнення зсувів. Саме тому необхідно організовувати систему моніторингу за зеленими насадженнями на територіях балок й особливо на зсувонебезпечних ділянках.

Моніторинг зелених насаджень представляє собою систему регулярного спостереження, оцінки і прогнозу динаміки кількісного і якісного стану зелених насаджень. Моніторинг зелених насаджень проводиться шляхом збирання, передавання, збереження та аналізу інформації про стан зелених насаджень, прогнозування змін і розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для інформаційно-аналітичного забезпечення управління зеленими насадженнями, прийняття рішень щодо запобігання негативним змінам стану зелених насаджень, дотримання вимог екологічної безпеки та принципів ведення на засадах сталого розвитку. Моніторинг зелених насаджень є складовою частиною державної системи моніторингу навколишнього природного середовища [35].

Завдання моніторингу зелених насаджень з метою визначення стратегії раціонального користування та захисту навколишнього середовища передбачає необхідність широкого застосування технологій дистанційного зондування Землі (як космічних, так і авіаційних), у поєднанні із ГІС для збирання, оброблення та аналізування інформації про ресурси зелених насаджень у поєднанні з даними аеровізуальних обстежень і матеріалами традиційних наземних методів патологічних досліджень. Такий комплексний підхід дозволяє зібрати великий

масив актуальних даних і на цій основі створити достовірні карти, що характеризують стан зелених насаджень, використовувати отримані результати в процесах ведення державного кадастру, комплексного обліку та оцінювання природних ресурсів, природоохоронними територіями.

Стрімкий розвиток сучасних вимірювальних засобів і комп'ютерних технологій, знімальної апаратури і методів опрацювання багатозональних супутникових знімків значно розширив можливості одержання інформації про об'єкти зелених насаджень. Цьому посприяла й поява в кінці ХХ – на початку ХХІ ст. доступних знімків з космічних супутникових систем. Окремі технічні характеристики сучасних космічних апаратів та сканерів наводяться у монографії [36]. Тут же подано інформацію про особливості інтерпретації багатоспектральних даних при вивченні зелених насаджень. Адже дешифрування різночасових космознімків за допомогою автоматизованих програмних комплексів, таких як ERDAS Imagine чи ENVI, дозволило вивчати не лише структурні, але й функціональні параметри екосистем, зокрема потенційну продуктивність зелених насаджень, швидкість розвитку ураження ділянок хворобами чи шкідниками, уможливило оперативне виявлення осередків усихання деревостанів чи виникнення пожеж тощо. Деякі аспекти дистанційного моніторингу покриву аналізуються в огляді [37].

В Україні в останні роки головними напрямками робіт у сфері ДЗЗ є створення алгоритмів, методик та технологій опрацювання та автоматизованої інтерпретації аерокосмічних зображень для вирішення тематичних завдань. Серед оглядових публікацій на цю тему потрібно відзначити працю провідних учених ЦАКДЗ В. Лялька та М. Попова “Стан і перспективи розвитку дистанційних методів дослідження Землі в Україні” [38].

Головні аспекти взаємодії ДЗЗ і ландшафтознавства (фізичні основи дослідження ландшафтів методами ДЗ та особливості їхнього відтворення на аеро– та космознімках, ландшафтна інформативність знімків, особливості прояву



ландшафтних меж на знімках та ландшафтного картографування за знінками, особливості застосування методів індикації та екстраполяції) з урахуванням досліджень останніх років розкриті в працях [39, 40].

Водночас підсилюється прикладний напрям ландшафтних досліджень. Космічні знімки разом з відомостями про характер зв'язку між природними умовами і ступенем антропогенного перетворення ландшафту становлять добру інформаційну основу для наукового обґрунтування норм антропогенних навантажень, обмежень щодо природокористування, створення оптимальних умов для проживання населення, розроблення рекомендацій щодо запобігання негативним явищам, а у разі їхнього виникнення – щодо їхнього направленою регулювання у регіоні дослідження [41].

Відтворити межі ЛК на знімках можна, використавши вегетаційні індекси, наприклад, NDVI (нормалізований вегетаційний індекс), однак лише тоді, коли межі рослинних угруповань збігаються з межами ЛК, що характерно тільки для фацій і простих урочищ і то не завжди. Складні ЛК здебільшого містять декілька різних рослинних угруповань, у т. ч. мішаних, що унеможлиблює застосування методу у цьому випадку.

З огляду на внутрішню та зовнішню складність ландшафтних комплексів, особливо високих рангів (місцевостей, ландшафтів), найбільший поступ простежується в автоматизованому розпізнаванні тих з них, які відзначаються морфологічною виразністю у природі та на знімках і не спричиняють різночитань у їхньому змістовному трактуванні, зокрема, болотних ЛК.

Серед компонентів ЛК за допомогою аеро– та космознімання переважно досліджують рослинність, насамперед ліси. В Україні накопичено власний досвід опрацювання багатозональних космічних знімків для дистанційного моніторингу лісових екосистем. Методичні інструменти дають змогу абсолютно точно визначати межі лісів, класифікувати їх за переважаючою деревною породою, віком, оцінювати таксаційні параметри виділів і кількість ділової деревини,

обчислювати вегетаційний індекс [42, 43]. Дані ДЗЗ використовують для оцінки динаміки параметрів лісового покриву, прогнозування хвороб лісу, оконтурення ділянок, які зазнали катаклізмів (пожеж, паводків, вітровалів, сніголамів), та точного оцінки збитків від таких явищ, розрахунку депонування вуглецю (відповідно до Кіотської угоди) [44].

Для кількісного оцінки вмісту хлорофілу в рослинності за космічними знімками розроблені деривативні вегетаційні індекси. Цей метод можна використовувати при неповному проєктивному покритті ґрунту рослинністю. Такі індекси створені і для визначення вмісту у листі антоціанів (червоних пігментів) [45].

Методи ДЗЗ широко використовують і для вивчення ґрунтів. У ході досліджень поліської та лісостепової зон України було встановлено характер зв'язку гумусового стану та гранулометричного складу ґрунтів з яскравістю їхнього космічного зображення. Досліджено зв'язки вологості та шорсткості ґрунтів з радіолокаційними параметрами, виведено математичні вирази, за якими описано ці зв'язки, розглянуто особливості цих зв'язків за різних умов знімання [46].

В роботі [47] 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.

В роботі [48] виконано детальний аналіз сучасних технологій дистанційного зондування Землі та особливостей їхнього використання для завдань моніторингу лісових пожеж. Особливий акцент у роботі зроблено аналізу переваг і недоліків окремих прикладних рішень пожежного моніторингу в різних країнах Європи та Північної Америки. У результаті аналізу даних про термальні аномалії системи MODIS (продукт MOD/MYD14) було відтворено історичний розподіл кількості пожеж на території Рівненської області за 2001-2016 рр. Також було зроблено більш детальний розподіл за окремими сезонами 2015 року та адміністративними районами.

В роботі [50] 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*.

Саме тому для оперативного визначення ступеню озеленення певних ділянок доцільніше використовувати мультиспектральні аерофотознімки із застосуванням інструментів зональної статистики, та геоінформаційних програмних продуктів.

Перевагами дистанційних методів можна вважати оперативність; незалежність від погодних умов, добового чи сезонного періоду; можливість дослідження великих територій, включаючи важкодоступні місця; можливість проведення комплексного моніторингу, що охоплює різні характеристики досліджуваних об'єктів; відображення динаміки протікання процесів; картографування потенційно небезпечних ділянок.

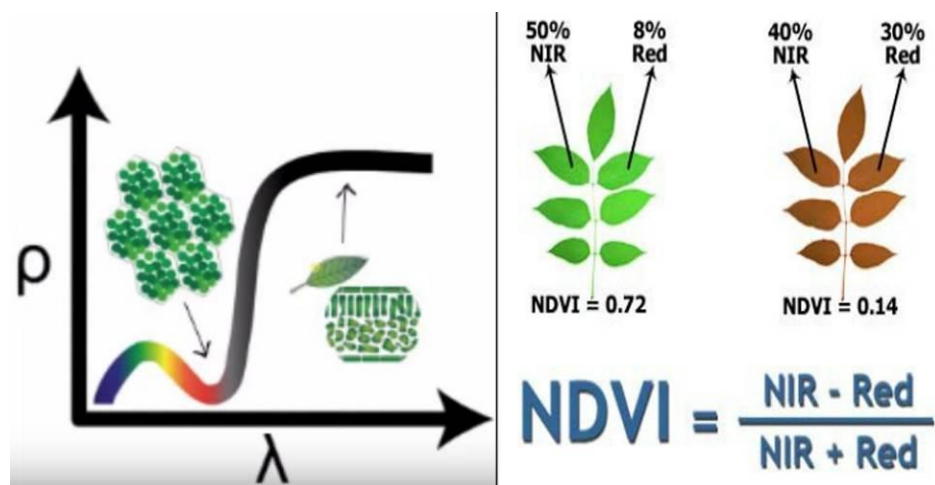
Одним з найпоширеніших показників за яким можна охарактеризувати рослинність із використанням методів ДЗЗ є *NDVI*, тобто нормалізований

відносний індекс рослинності.  $NDVI$  це простий показник кількості фотосинтетичної активної біомаси, який обчислюється за формулою (1.1)[51]:

$$NDVI = \frac{(NIR - VIS)}{(NIR + VIS)} \quad (1.1)$$

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. 1.11 – 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. 1.5).

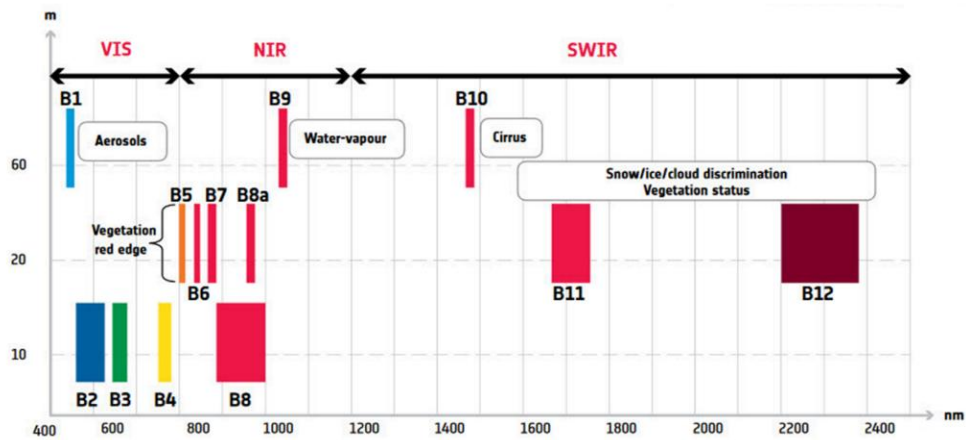
Таблиця 1.5 – значення *NDVI* та характеристика рослинності

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* [52] 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 [53] 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. 1.12), 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 (рис. 1.2).



**Рис. 1.12 – Характеристика каналів супутника *Sentinel-2***

Іншою відносно опосередкованою ознакою стану рослинності є нормалізований диференційний індекс вологовмісту NDWI (англ. Normalized Difference Water Index), який розраховується за формулою (1.2) [54]:

$$NDWI = (B1C - B3C) / (B1C + B3C) \quad (2.2)$$

де: B3C – значення яскравості пікселю у середній інфрачервоній зоні спектру ( $\lambda = 1,3 \dots 3,0$  мкм).

Сьогодні для моніторингу рослинного покриву особливої уваги заслуговують сучасні супутники ДЗЗ такі як *Landsat-8*, *EO-1 ALI/Hyperion*, *Sentinel-1*, *Sentinel-2* оскільки вони систематично проводять зйомку середньої роздільної здатності на значній території із використанням оптичних і радарних приладів та надають безкоштовний доступ до порталів з їх власними базами аерофотознімків. Вони поступаються комерційним супутникам таким як *WorldView*, *Iconos*, *TerraSAR-X* за характеристикою просторової роздільної здатності та глибиною каналів, проте їх характеристики зображень є достатніми для вирішення типових завдань з моніторингу лісів на регіональному рівні. Характеристики сучасних супутників ДЗЗ для моніторингу лісів наведено в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Характеристики сучасних супутників ДЗЗ для моніторингу рослин балочно-яружною мережі

Назва супутнику	Характеристики, переваги та особливості	Типові завдання із моніторингу зелених насаджень
<i>Landsat-8</i>	8 оптичних каналів з роздільною здатністю 30 м, 2 теплових канали	Термальна зйомка поверхні та моніторинг пожеж
<i>EO-1 ALI</i>	9 оптичних каналів з роздільною здатністю 30 м та радіометричною 16 біт	Аналіз ретроспективних вегетаційних показників рослин (архів з 2001 по 2017 р)
<i>EO-1 Hyperion</i>	220 оптичних каналів з шириною 10 нм та роздільною здатністю 30 м	Класифікація територій за високоточним спектральним профілем земної поверхні
<i>Sentinel-1</i>	Роздільна здатність до 10 м в режимі Interferometric Wide Swath, середня періодичність зйомки 3 – 4 доби,	Побудова ЦМР місцевості; моніторинг зсувів; класифікація поверхні за діелектричною проникністю
<i>Sentinel-2</i>	Інфрачервоні канали з роздільною здатністю до 10 м., власне ПЗ (SNAP) із модулем атмосферної корекції та біофізичним процесором	Оцінка і класифікація зелених насаджень за біофізичними показниками, розрахунок вегетаційних та водних індексів

Основними завданнями, що можуть бути вирішені із застосуванням сучасних технологій дистанційного зондування для моніторингу зелених насаджень:

- визначення динаміки площ зелених насаджень на досліджених територіях;
- оцінка стану зелених насаджень за біофізичними показниками, зокрема вміст каротину, вологи та ін.;
- картографування дослідженої території та класифікація зелених насаджень;
- спостереження за територіями, які постраждали внаслідок пожеж;
- моніторинг підтоплених територій;
- аналіз ступеня озеленення санітарно-захисних зон;
- аналіз динаміки вегетаційних індексів на контрольних ділянках.

Таким чином, данні дистанційного зондування можуть бути вельми корисними для забезпечення системи моніторингу зелених насаджень балочно-яружної мережі. Окрім того, за дані ДЗЗ дозволяють за результатами дешифрування знаходити обводнені та підтоплені ділянки балок, що є необхідним для визначення показників зсувонебезпеки.



## 2 РАНГУВАННЯ БАЛОК ДНІПРА ЗА ГЕОЕКОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ЩОДО ПОЛІПШЕННЯ ЇХ СТАНУ

### 2.1 Обґрунтування геоєкологічних показників для створення ГІС балочно-яружної мережі м. Дніпро та етапи її формування

Структура запропонованої ГІС «Балки Дніпра» визначається як колом завдань, що вирішуються за її допомогою, так і доступністю вихідних даних, що входять до неї. Розроблена нами структура ГІС «Балки Дніпра» представлена в таблиці 1.

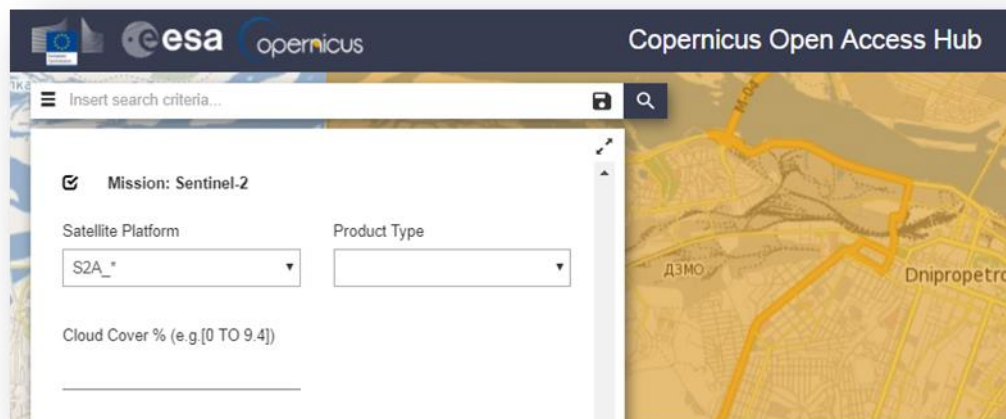
Таблиця 1 – структура ГІС яружно-балочної мережі м. Дніпро.

Інформаційний блок (складовою шар)	Назва полів бази даних	опис параметра	Форма об'єктів, тип даних
Загальні відомості і геометрія балки	Форма	Контури балок	<i>Polygon</i>
	Назва	Назва балок	<i>Text</i>
	Опис	Стислий опис балки	<i>Text</i>
	Глибина	Найнижче значення глибини	<i>Float</i>
	Висота	Значення окремих висот, м	<i>Point, Float</i>
	Рельєф	Ізолінії висот (через 10 м)	<i>Line</i>
	Фото	Фотографії балки	<i>Raster</i>
Біоекологічний	Різноманіття	Кількість видів рослин	<i>Integer</i>
	NDVI	Вегетаційний індекс	<i>Raster</i>
	Сухостій	Показник сухостою дерев	<i>Point, Float</i>
	Стерильність	Стерильність пилку рослин	<i>Point, Float</i>
Геоєкологічний	Зсуви	Зсувонебезпечні ділянки	<i>Polygon</i>
	Підтоплення	Зони підтоплень	<i>Polygon</i>
	Провали	Провальні і карстові зони	<i>Polygon</i>

Слід зазначити, що дана структура є попередньою і може бути доповнена додатковими інформаційними блоками, а також оновлюватися в міру збору матеріалів. Вихідні дані були отримані з джерел [2,3], а також в результаті регулярних польових дослідженнях при проходженні річної практики студентами кафедри екології НТУ «Дніпровська політехніка».

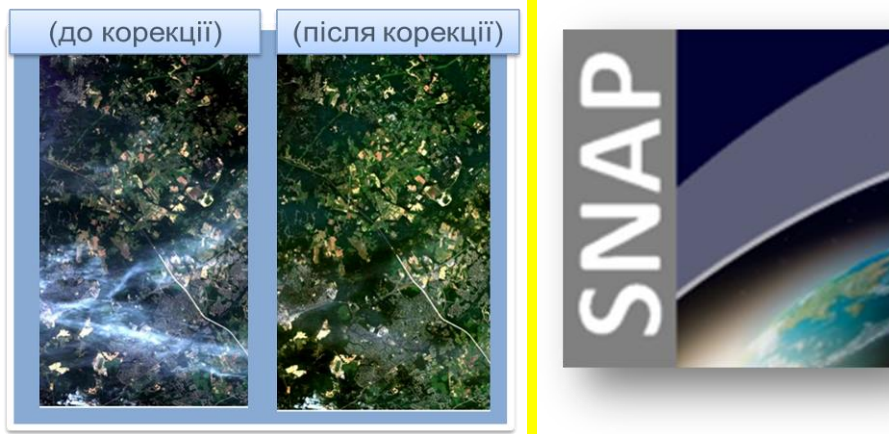
Запропонована структура була втілена в ГІС за допомогою програмного комплексу ArcGIS 10. Обробка аерофотознімків за звітний період та розрахунок середньосезонних значення *NDVI* виконувалась в програмі *ESRI ARCMAP 10*.

Із загальнодоступного ресурсу *Copernicus Open Access Hub* [55] сформовано набір даних мультиспектральних аерофотознімків, отриманих зі супутників *Sentinel-2A* та *Sentinel-2B* для території м. Дніпро за вегетаційний період 2019 року. (рис. 2.1)



**Рисунок 2.1 – Процедура завантаження аерофотознімків з ресурсу *Copernicus Open Access Hub***

За допомогою програми *SNAP Desktop* та модуля *Sen2Cor* виконано атмосферну корекцію аерофотознімків з метою усунення ефектів впливу атмосфери на результати розрахунків вегетаційних індексів та отримання значень Альbedo земної поверхні у різних спектральних діапазонах (рис. 2.2).



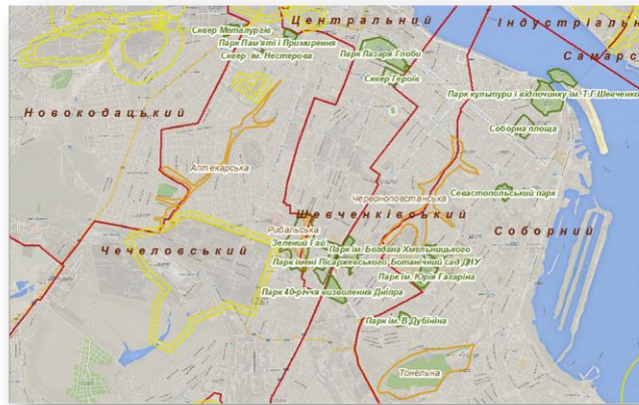
**Рис. 2.2 – Проведення атмосферної корекції у програмі SNAP Desktop**

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 покриву), *CCL* (вміст хлорофілу в листі) та *CW* (вміст води у кроні) (рис. 2.3).



**Рис. 2.3 – Розрахунок біофізичних показників рослин 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 балочно-яружну мережу дослідженої території (рис. 2.4).



**Рис. 2.4 – Формування ГІС балочно-яружної мережі м. Дніпро у програмі *ESRI ArcGIS Desktop 10.5***

Далі для кожного аерофотознімку було побудовано карти фотосинтетичної активності м. Дніпро за показником *NDVI* (рис. 2.7), проведено аналіз його динаміки та розраховано середньо – сезонні значення за останні 2 роки.



**Рис. 2.7 – Розрахунок середньо сезонного вегетаційного індексу *NDVI***

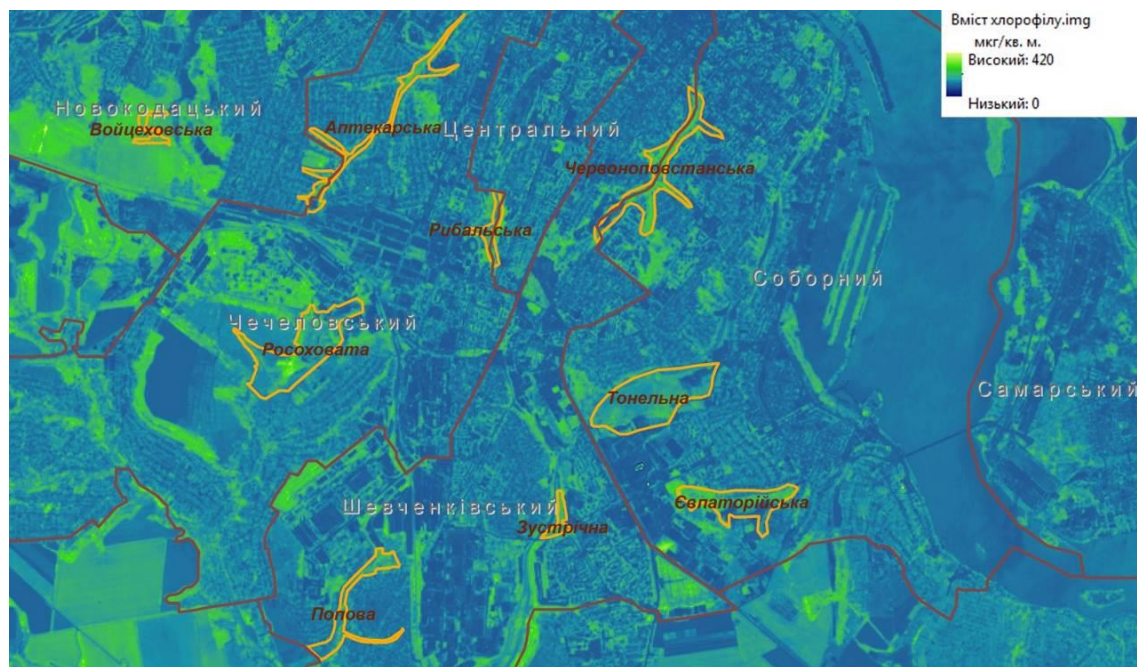
За допомогою інструментів зональної статистики у програмі *ESRI ArcGIS Desktop 10.5* здійснено класифікацію досліджених об'єктів міста за станом зелених насаджень балок та показниками озеленення та отримано числові значення про розподіл визначених індексів рослинності [56].

**Примітка:** 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 балки 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 10 балок на території м. Дніпро.

## 2.2 Аналізу показників стану рослинності балок території м. Дніпро

Картографування території за вмістом хлорофілу в листі наведено на рис 2.8



**Рисунок 2.8** – Картографування території за вмістом хлорофілу в листі

Як бачимо з малюнку 2.8. вміст хлорофілу в листі зелених насаджень змінюється у широкому діапазоні – від нуля, на територіях покритих водою або відкритим ґрунтом, до 420 мкг. на квадратний метр площі територій що мають щільну листову рослинність. За даними показником балки наочно виділяються від інших міських територій з промисловими майданчиками та інтенсивною житловою забудовою. Для рангування територій міських балок за вмістом хлорофілу у листі було проведено зонально-статистичних аналіз (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Результати зонально-статистичного аналізу балок за вмістом хлорофілу у листі

Балки	Площа в м <sup>2</sup>	Мінімальне	Максимальне	Діапазон	Середнє	Відхилення	Сума значень
Тунельна	1034500	0,00	239,02	239,02	85,76	40,00	887180,17
Червоно-повстанська	622000	0,00	275,33	275,33	124,99	65,81	777416,23
Рибальська	142000	1,76	273,42	271,66	129,78	50,42	184292,15
Зустрічна	86700	11,12	243,92	232,80	143,51	38,57	124425,95
Євпаторійська	529500	0,00	323,49	323,49	109,84	65,84	581627,73
Аптекарска	404000	0,53	252,22	251,70	108,94	53,65	440106,50
Войцехівська	90200	55,44	283,96	228,52	171,99	31,91	155137,40
Розсуховата	933500	2,38	375,61	373,23	105,03	61,00	980478,81
Попова	324400	13,12	237,44	224,32	90,62	41,51	293970,17
Кринична	102600	12,66	277,06	264,40	116,31	60,28	119329,53

За результатами аналізу Войцехівська та Зустрічна балки мають найвищі показники вмісту хлорофілу у листі.

Результати картографування території міста за показником поглинання фотосинтетичного випромінювання наведено рис 2.9.



**Рисунок 2.9 – Картографування території за фракцією абсорбованого фотосинтетично–активного випромінювання (FAPAR)**

Як бачимо з рисунку 2.9 показник поглинання фотосинтетичного випромінювання змінюється на території міста Дніпро від 0 до 1. За даним показником можна опосередковано оцінити стан рослин інтенсивністю поглинання сонячної радіації.

Для літнього періоду цей показник має наближатися до одиниці на територіях покритих «здоровою» та щільною рослинністю, зокрема газоні з молодою травою. Згідно результатам картографування станом на 2019 рік на правобережній частині м. Дніпро найвищі показники є характерними для території Новокадацького лісництва.

Для рангування територій міських балок за фотосинтетично–активного випромінювання було проведено зонально-статистичний аналіз (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Результати зонально-статистичного аналізу фракції абсорбованого фотосинтетично–активного випромінювання

Балки	Площа в м <sup>2</sup>	Мінімальне	Максимальне	Діапазон	Середнє	Відхилення	Сума значень
Тунельна	1034500	0,33	0,85	1,18	0,55	0,17	5674,91
Червоноповстанська	622000	0,18	0,89	1,06	0,62	0,19	3845,65
Рибальська	142000	0,02	0,86	0,84	0,64	0,13	908,89
Зустрічна	86700	0,16	0,85	0,68	0,69	0,09	596,26
Євпаторійська	529500	0,00	0,91	0,91	0,57	0,23	2996,91
Аптекарска	404000	0,00	0,86	0,86	0,59	0,16	2378,56
Войцехівська	90200	0,44	0,88	0,44	0,73	0,05	661,08
Розсуховата	933500	0,00	0,92	0,92	0,56	0,20	5201,81
Попова	324400	0,21	0,86	0,65	0,56	0,12	1827,41
Кринична	102600	0,15	0,89	0,73	0,61	0,17	629,37

За результатами аналізу міської території за показником абсорбованого фотосинтетично–активного випромінювання балки Войцехівська, Зустрічна та Рибальська посідають перші місця. Найнижчі ці показники спостерігаються на території балок Тунельна та Попова.



Результати картографування територій балок за показником вегетаційних індексів, або NDVI наведено на рис. 2.10



**Рисунок 2.10 – Картографування території за вегетаційним індексом**

Зазвичай за NDVI проводять дослідження фотосинтетично активної біомаси на досліджених територіях, бо це є найбільш універсальний і зручний для розрахунку показник, який добре корелює з іншими біофізичними показниками рослин.

Окрім того, за даним показником можливо визначати поверхні, що покриті водою (де значення  $NDVI < 0$ ), зокрема підтоплені території балок які зазвичай на фотознімках у реальних кольорах нічим не відрізняються від рослинного покриву бо виглядають у зелених кольорах.

Як бачимо з рис. 2.10 для територій балок характерні вищі значення вегетаційних індексів у порівнянні з іншими міськими територіями.

Для рангування територій міських балок за вегетаційним індексом було проведено зонально-статистичний аналіз (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Результати зонально-статистичного аналізу за вегетаційним індексом балок м. Дніпро

Балки	Площа в м <sup>2</sup>	Мінімальне	Максимальне	Діапазон	Середнє	Відхилення	Сума значень
Тунельна	1034500	-0,01	0,91	0,91	0,68	0,18	7058,42
Червоноповстанська	622000	0,06	0,94	0,88	0,73	0,21	4561,10
Рибальська	142000	0,02	0,92	0,90	0,78	0,15	1107,01
Зустрічна	86700	0,20	0,88	0,67	0,80	0,10	690,35
Євпаторійська	529500	-0,06	0,93	0,87	0,70	0,23	3716,20
Аптекарска	404000	0,07	0,92	0,85	0,72	0,19	2913,83
Войцехівська	90200	0,55	0,92	0,38	0,87	0,03	782,76
Розсуховата	933500	-0,02	0,93	0,91	0,70	0,19	6537,55
Попова	324400	0,23	0,90	0,67	0,70	0,12	2257,79
Кринична	102600	0,15	0,93	0,78	0,73	0,18	746,37

За даними зонально-статистичного аналізу балки Войцехівська, Зустрічна та Рибальська мають трохи вищі показники вегетаційних індексів у порівнянні з іншими балками м. Дніпро.

Слід зауважити, що для балок Тунельна, Євпаторійська та Розсуховата мінімальні значення цього показнику є негативні, що вказує на наявність підтоплених територій.

Ще одним важливим показником стану наявності рослинного покриву є індекс площі листя, або LAI. Цей показник характеризує наявність дерев та чагарників, тобто росли які мають багаторясну зелену крону, і має величину  $m^2/m^2$  виміру, тобто площу крон різних ярусів на кв. метр дослідженої площі.

Результати картографування території за показником індексу площі листяного покриву наведено на рис. 2.11.



**Рисунок 2.11 – Картографування території за індексом площі листя**

Як бачимо з рисунку 2.11 змінюються на правобережній території м. Дніпра з 0 до  $12 m^2/m^2$ . Найвищі показники індексу площі листя є спостерігаються на території Новокадацького лісництва, де й розташована Войцехівська балка, а також на островах річки Дніпро.

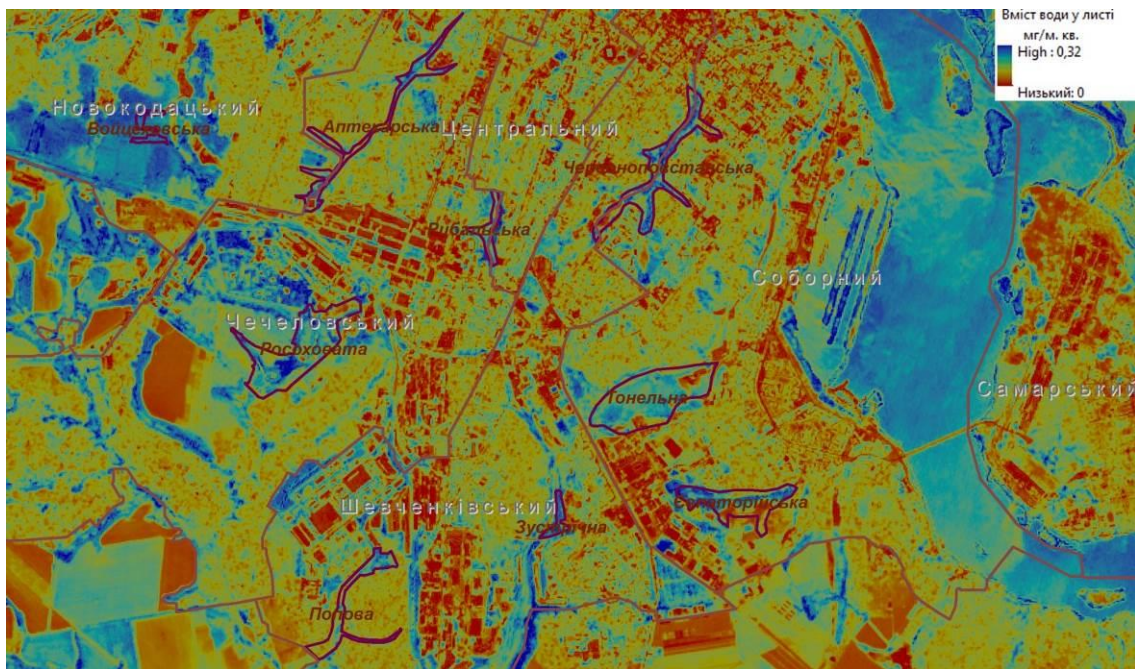
Для рангування територій міських балок за індексом площі листя було проведено зонально-статистичний аналіз, результати якого зведено до таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Результати зонально-статистичного аналізу за індексом площі листя

Балки	Площа в м <sup>2</sup>	Мінімальне	Максимальне	Діапазон	Середнє	Відхилення	Сума значень
Тунельна	1034500	0,00	3,56	3,56	1,66	0,63	17141,69
Червоноповстанська	622000	0,19	3,95	3,76	2,06	0,90	12792,23
Рибальська	142000	0,20	3,84	3,64	2,13	0,68	3027,50
Зустрічна	86700	0,34	3,80	3,46	2,39	0,54	2068,59
Євпаторійська	529500	0,21	4,59	4,38	1,87	0,96	9902,87
Аптекарска	404000	0,04	3,68	3,64	1,84	0,76	7453,02
Войцехівська	90200	1,22	4,01	2,79	2,70	0,32	2436,74
Розсуховата	933500	0,17	5,00	4,83	1,86	0,84	17404,17
Попова	324400	0,44	3,50	3,06	1,62	0,60	5257,48
Кринична	102600	0,38	3,97	3,59	1,98	0,83	2027,39

За результатами таблиці 2.6 найвищі показники індексу площі листя спостерігаються на території балок Войцехівська та Зустрічна, найнижчі – Тунельна та Попова.

Ще одним важливим біофізичним показником є  $WC$  – вміст води в листі. Результати картографування досліджених територій за цим показником наведені на рис. 2.12.



**Рисунок 2.12 – Картографування території за вмістом води у листі**

Результати зонально-статистичного аналізу за вміст води в листі наведено у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Результати зонально-статистичного аналізу за вмістом води у листі

Балки	Площа в м <sup>2</sup>	Мінімальне	Максимальне	Діапазон	Середнє	Відхилення	Сума значень
Тунельна	1034500	0,06	0,07	0,14	0,04	0,01	398,09
Червоноповстанська	622000	0,00	0,08	0,08	0,04	0,02	273,60
Рибальська	142000	0,00	0,08	0,08	0,04	0,01	62,86
Зустрічна	86700	0,01	0,09	0,07	0,05	0,01	47,61
Євпаторійська	529500	0,00	0,09	0,09	0,04	0,02	208,53
Аптекарська	404000	0,00	0,07	0,07	0,04	0,01	161,76
Войцеховська	90200	0,03	0,09	0,06	0,06	0,01	52,06
Розсуховата	933500	0,00	0,10	0,10	0,04	0,01	410,28
Попова	324400	0,01	0,07	0,06	0,04	0,01	116,74
Кринична	102600	0,01	0,08	0,06	0,04	0,01	43,79

Як бачимо, з таблиці 2.7 середній показник вмісту води у листі знаходиться у вузькому діапазоні 0,04 – 0,06 мг/м<sup>2</sup>.

Результати середніх показників, за якими характеризувався стан рослин на територіях балок зведено до таблиці 2.8

Таблиця 2.8 – результати середніх показників стану зелених насаджень

Балки	СС	FAPAR	NDVI	LAI	WC
Тунельна	85,76	0,55	0,68	1,66	0,04
Червоноповстанська	124,99	0,62	0,73	2,06	0,04
Рибальська	129,78	0,64	0,78	2,13	0,04
Зустрічна	143,51	0,69	0,80	2,39	0,05
Євпаторійська	109,84	0,57	0,70	1,87	0,04
Аптекарьська	108,94	0,59	0,72	1,84	0,04
Войціховська	171,99	0,73	0,87	2,70	0,06
Розсуховата	105,03	0,56	0,70	1,86	0,04
Попова	90,62	0,56	0,70	1,62	0,04
Кринична	116,31	0,61	0,73	1,98	0,04
Середнє	118,677	0.612	0.741	2.011	0.043

Це дозволило провести кореляційний аналіз між дослідженими показниками та побудувати регресійні моделі.

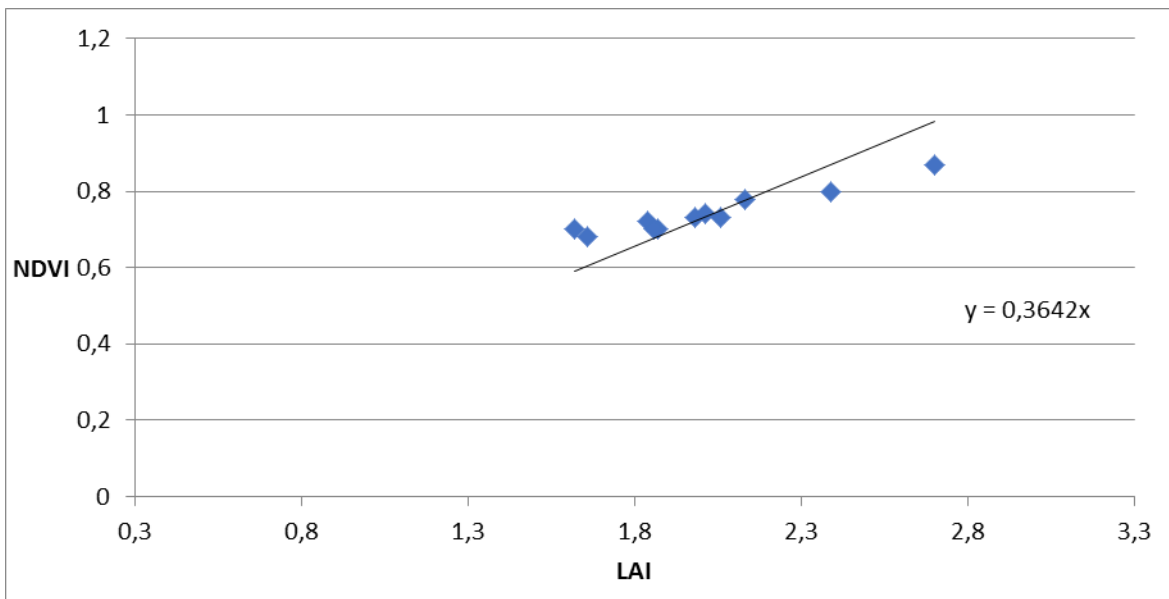
Результати кореляційного аналізу показників якості рослинного покриву представлені в таблиці 2.9

Таблиця 2.9 – Результати кореляційного аналізу показників якості рослинного покриву.

Біофізичний параметр	CC	FAPAR	NDVI	LAI	WC
CC	-	-	-	-	-
FAPAR	0,972	-	-	-	-
NDVI	0,964	0,979	-	-	-
LAI	0,992	0,976	0,964	-	-
WC	0,848	0,86	0,887	0,874	-

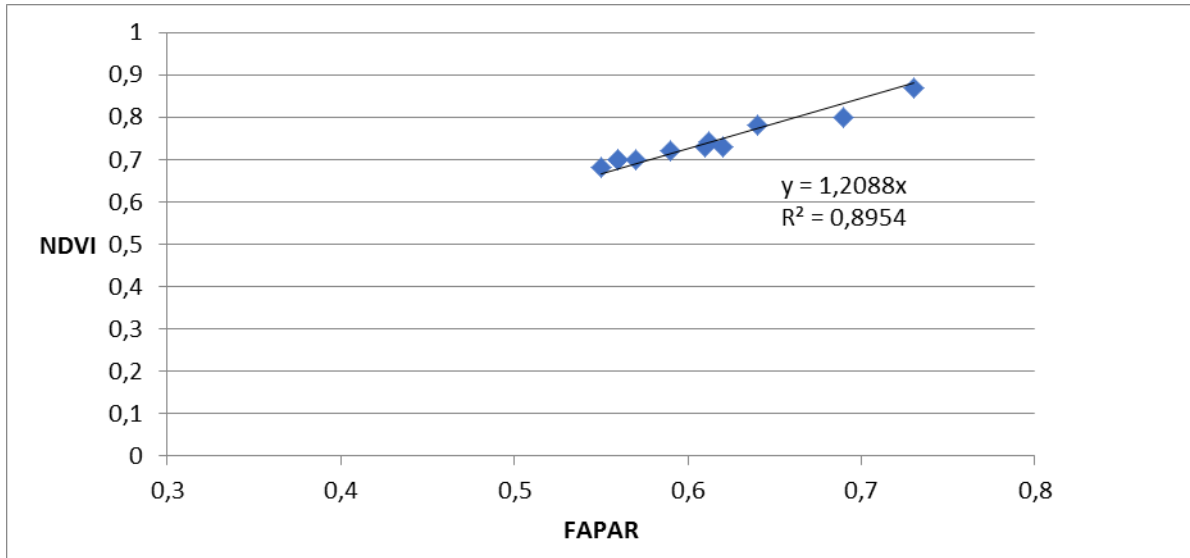
Як бачимо усі показники усі досліджені показники стану рослинного покриву добре корелюють між собою. Слід зауважити, що показник вмісту води (WC) має трохи нижчі значення коефіцієнтів кореляції у порівнянні з іншими.

На рис 2.13 представлено залежність фотосинтетичної активності від індексу площі листя



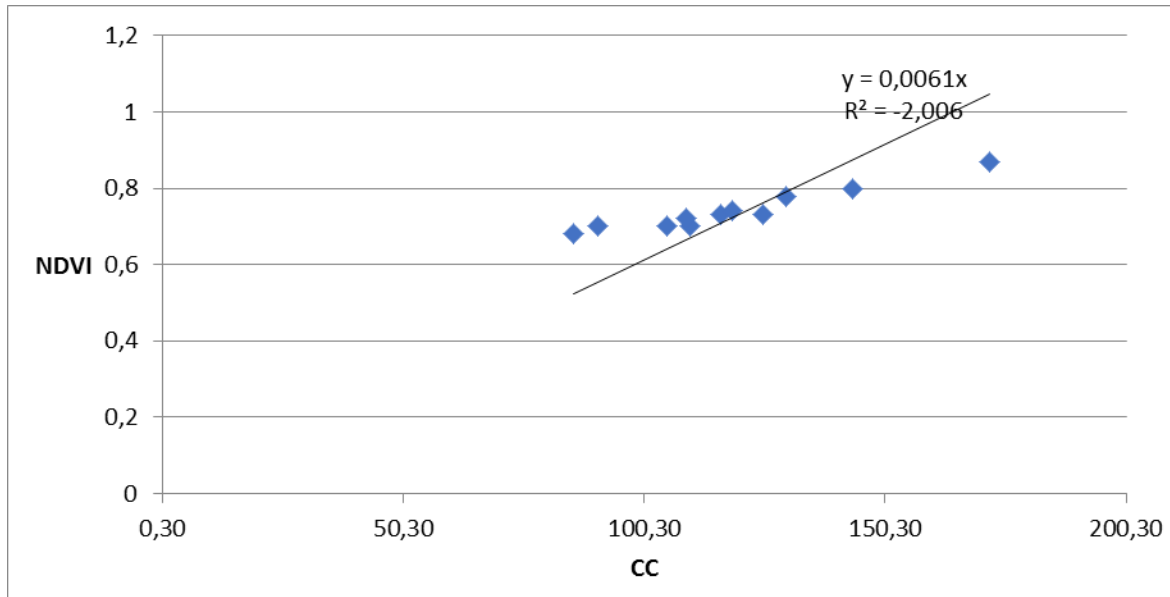
**Рисунок 2.13 – Залежність фотосинтетичної активності від індексу площі листя**

На рис 2.14 представлено залежність фотосинтетичної активності від коефіцієнту поглинання сонячного випромінювання



**Рисунок 2.14 – Залежність фотосинтетичної активності від коефіцієнту поглинання сонячного випромінювання**

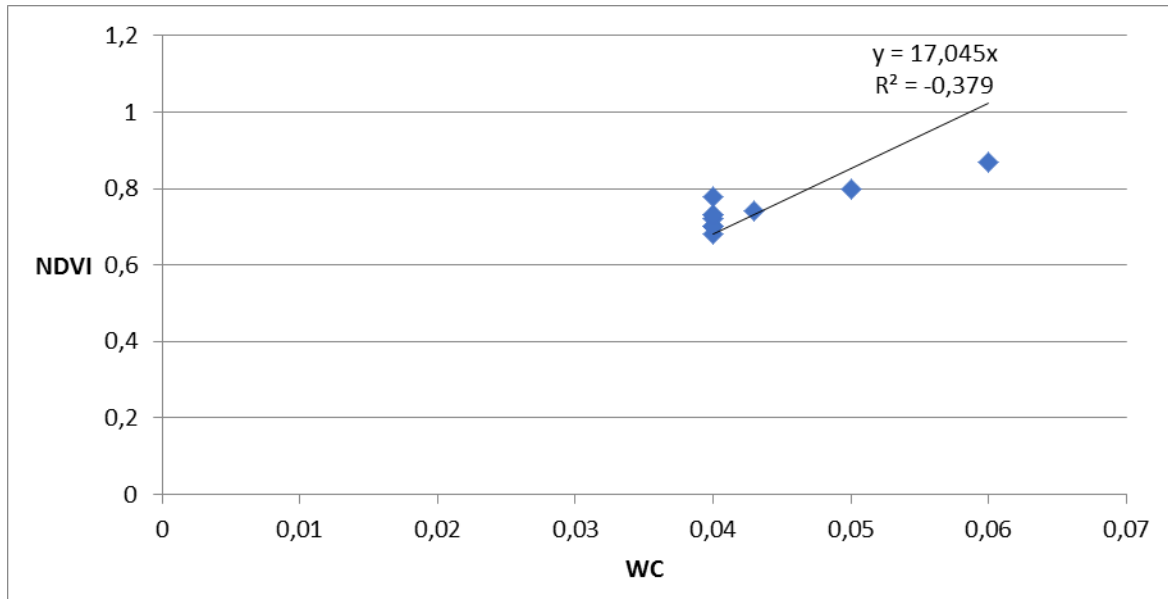
На рис 2.15 представлено залежність фотосинтетичної активності від вмісту хлорофілу в листі



**Рисунок 2.15 – Залежність фотосинтетичної активності від вмісту хлорофілу в листі**



На рис 2.15 представлено залежність фотосинтетичної активності від вмісту води в листі



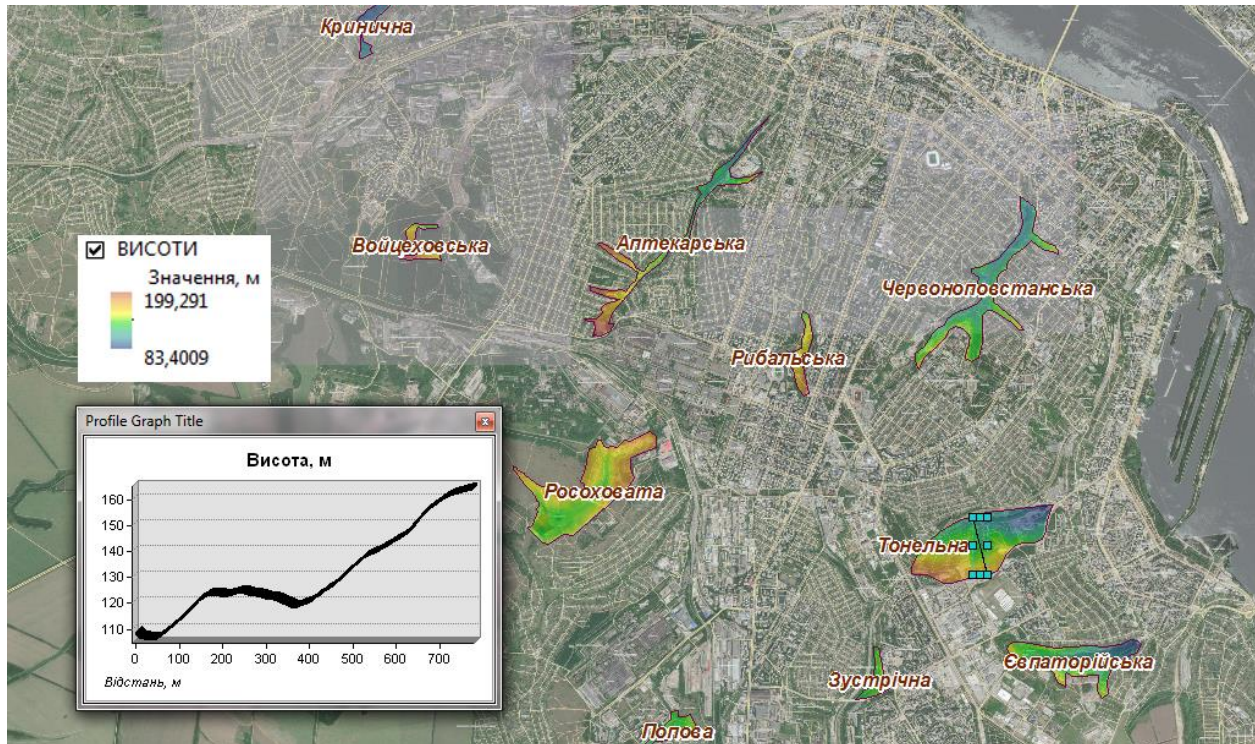
**Рисунок 2.16 –Залежність фотосинтетичної активності від вмісту води в листі**

За результатами проведеного кореляційного та регресійного аналізу визначено, що усі показники добре корелюють між собою і будь-який з них може бути застосований для визначення показників рослинного покриву.

### **2.3 Визначення зсувонебезпечних ділянок на території балок за допомогою цифрової моделі рельєфу**

Для побудови цифрової моделі рельєфу використовувались дані від радарного супутника з синтезованою апертурою *Sentinel-1*. Отримана модель дозволяє визначати такі параметри рельєфу як ізолінії висок та крутизна схилу, будувати профілі та визначати потенційні зсувонебезпечні ділянки через співставлення з іншими шарами просторових даних.

Шар висоти досліджених балок, отриманий за цифровою моделлю рельєфу наведені на рис 2.17.



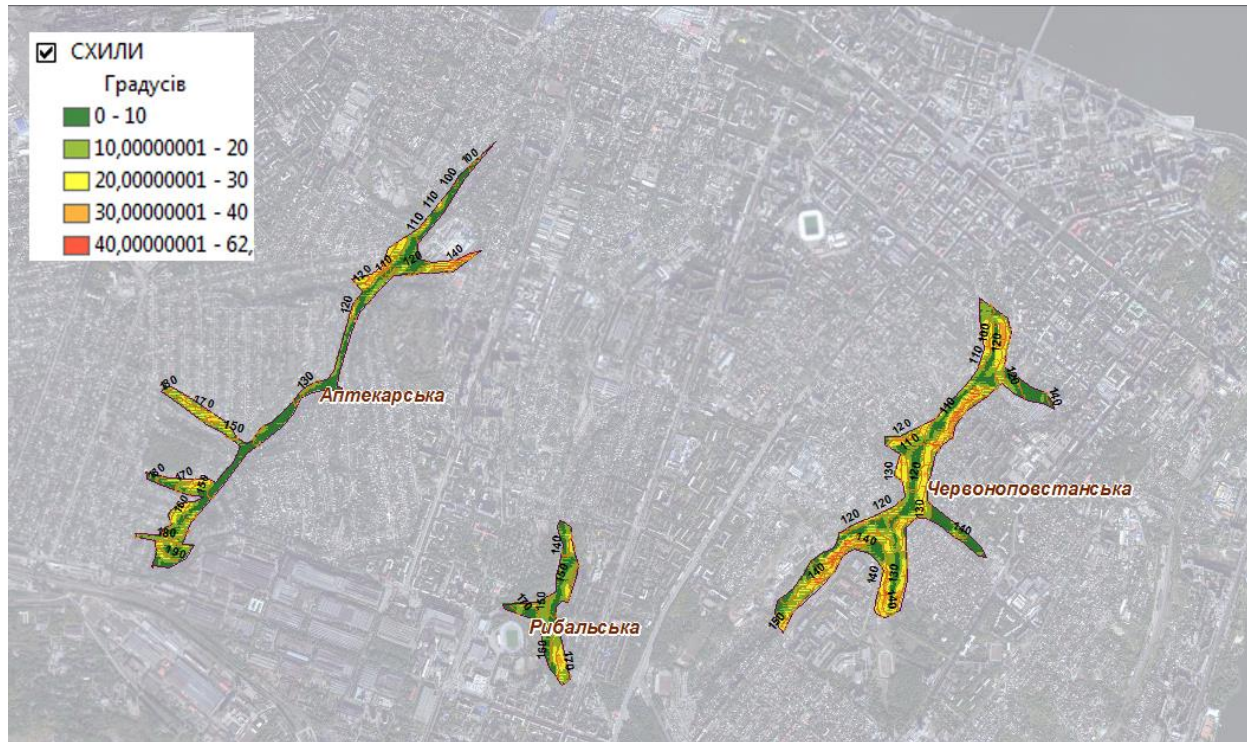
*Рисунок 2.17 – Висоти за цифровою моделлю рельєфу*

Ізолінії висот наведені на рис. 2.18



*Рисунок 2.18 – Ізолінії висот*

Крутизна схилів досліджених балок наведена на рис. 2.19



*Рисунок 2.19 – Крутизна схилів балок м. Дніпро*

При співставленні даних цифрової моделі місцевості з іншими шарами просторових даних таких як рослинність та підтопленість територій надало можливість визначити потенційні зсувонебезпечні ділянки балочно-яружної мережі м. Дніпро.

Результати зонально-статистичного аналізу зсувонебезпечний ділянок наведені в таблиці 2.14.

Таблиця 2.14

Результати зонально–статистичного аналізу за розподілом потенційних зсувонебезпечних ділянок

Балки	Площа в м <sup>2</sup>	Мінімальне	Максимальне	Діапазон	Середнє	Відхилення
Тунельна	1034500	83,72	179,07	95,35	130,54	24,86
Червоноповстанська	622000	97,72	154,73	57,01	121,55	11,27
Рибальська	142000	131,24	184,38	53,14	155,20	11,22
Зустрічна	86700	123,48	142,31	18,84	130,25	4,29
Євпаторійська	529500	85,34	157,26	71,92	119,73	14,97
Аптекарска	404000	99,04	199,29	100,25	142,97	26,61
Войцехівська	90200	126,92	183,91	56,99	155,30	14,22
Розсуховата	933500	126,36	176,58	50,22	147,76	12,08
Попова	324400	94,56	145,45	50,89	117,96	11,74
Кринична	102600	88,86	107,50	18,65	97,82	3,90

За показником потенційних зсувонебезпечних ділянок перше місце посідає балка Рибальська, на другому місці балка Розсоховата і Тонельна балка знаходиться на третьому місці.

Слід зауважити що запропонований в роботі підхід з визначення зсувонебезпечних ділянок за даними дистанційного зондування та аналізу картографічного матеріалу потребує уточнення за допомогою польових спостережень.

## 2.4 Обґрунтування засобів утримання зсувонебезпечних ділянок балок

Велика частина території України схильна до дії екзогенних геологічних процесів, що обумовлено її геологічною будовою і геоморфологічними умовами. Широке поширення серед зазначених небезпечних геологічних процесів отримали зсувні процеси, кількість яких вже перевищила 20 тис. і постійно збільшується. Зсувні процеси на сьогоднішній день поширені на територіях Чернівецької, Одеської, Закарпатської, Полтавської, Івано-Франківській областей, на узбережжях Азовського та Чорного морів. Так як на всій території України розвиток небезпечних інженерно–геологічних процесів призводить до значних руйнувань і катастрофічним наслідків, проводиться вивчення причин виникнення та ступеня небезпеки зсувів.

На всій території України виконуються комплексні заходи інженерного захисту щодо запобігання та попередження активізації схилових гравітаційних процесів як природного, так і техногенного характеру. Протизсувні споруди і заходи повинні забезпечувати сприйняття зсувного тиску при нормативному коефіцієнті запасу стійкості схилу. Найбільшого поширення для цих цілей отримали пальові і анкерні конструкції. Крім того, використовуються фізико–хімічні способи закріплення ґрунтів. Часто, для підвищення ефективності заходів і зниження витрат використовують їх комбінацію.

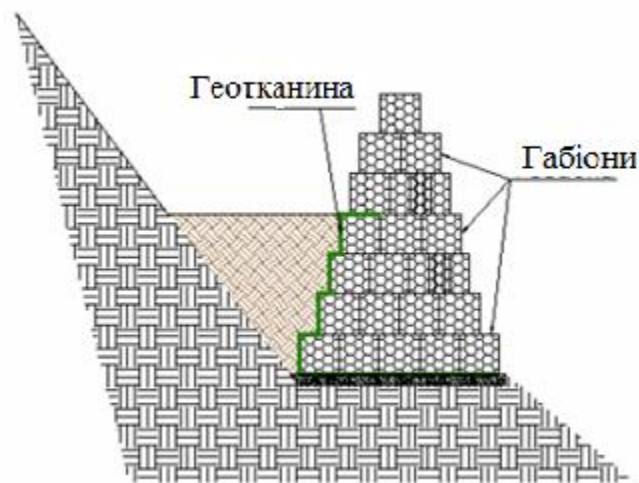
Досвід показує, що існуючі фізико–хімічні способи закріплення ґрунтів дозволяють збільшити їх міцність і, за рахунок цього, підвищити стійкість зсувонебезпечних схилів. Так, застосування напірної цементації ґрунтів для стабілізації зсувів дозволить збільшити фізико–механічних характеристики зони ковзання і стабілізувати зсувні ґрунти.

Завдання зміни фізико–механічних характеристик зони ковзання зсуву може бути вирішена на основі глибокого вивчення як самого процесу формування та виникнення зсуву, так і способу стабілізації зсувних ґрунтів. Надійне і

обґрунтоване рішення подібних геомеханічних задач можна отримати, якщо розрахункова схема і метод вирішення дозволяє врахувати комплекс факторів, що впливають.[2]

У зв'язку з цим актуальною науково-технічною задачею є розробка чисельної моделі об'єкта і дослідження закономірностей поведінки зсувонебезпечних ґрунтових масивів від основних впливають факторів, в тому числі при використанні ефективних способів стабілізації зсувних структур, що дозволить приймати обґрунтовані проектні та технологічні рішення.[1]

**Габіонні конструкції.** Габіони – рішення естетично привабливе, але має серйозні обмеження. Їх не слід використовувати там, де обвальне тіло має значний обсяг, і де загроза населенню, житловим та інфраструктурних об'єктів досить велика. Габіонні конструкції мають обмеження по висоті не більше 12 метрів. Інший недолік – багатоетапний монтаж, що вимагає дотримання певної послідовності і правил. Зокрема, каміння в сітках повинне бути покладене певним чином. Це вимагає використання ручної праці, що, в свою чергу, збільшує терміни і вартість робіт. На вартості проекту також позначається те, наскільки близько розташовані кар'єри з каменем для наповнення габіонів( рис. 2.20, 2.21). До переваг габіонних конструкцій відноситься гнучкість і можливість встановлювати їх на слабких підставах [14, 18]



**Рисунок 2.20 – габіонна конструкція**



***Рисунок 2.22. – габіонна конструкція***

***Підпiрнi стiнки.*** Пiдпiрнi стiнки виготовляються iз залiзобетону – матерiалу, який за замовчуванням вважається високомицним i надiйним. Однак у випадку з протизсувними конструкцiями цi якостi викликають сумнiви. Для того, щоб пiдпiрна стiнка iз залiзобетону успiшно справлялася зi своїми завданнями, необхiднi додатковi зусилля, а значить, i витрати.

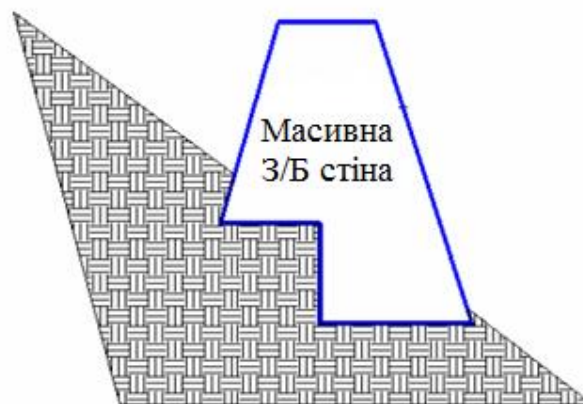
Звичайнi залiзобетоннi стiнки. Їх застосування вимагає проведення ретельних дослiджень i гранично точної оцiнки навантаження. Слабкою ланкою конструкцiї є її пiдставу. Якщо стiнка зводиться на слабкому, схильному до розмиву ґрунті, то зростає ризик виникнення локального перенапруги пiд подошвою стiнки i, вiдповiдно, ризик її деформацiї або обвалення. Одночасно плюсом i мiнусом пiдпiрної стiнки з залiзобетону є її жорсткiсть. Вона дозволяє конструкцiї надiйно утримувати обвальне тiло, але тiльки при вiдсутностi локальних перенапруг. Крім того, жорсткi конструкцiї вiдрiзняються низькою стiйкiстю. Ще один iстотний недолiк стiнок - висока вартiсть проекту. Вона обумовлена необхiднiстю використовувати значнi обсяги бетонного розчину, задiяти мiксери для його доставки, зводити опалубку. Це позначається i на термiнах виконання робiт. При

цьому бетонні стінки вимагають значних експлуатаційних витрат, а відновлення зруйнованої конструкції може обійтися дорожче спорудження нової.

Кутові підпірні стінки з додатковим кріпленням ґрунтовими анкерами мають більш високу стійкість в порівнянні зі звичайними. Ще одна перевага – це можливість обійтися меншими обсягами бетону і тим самим знизити вартість проекту.

Залізобетонні стінки на пальовій підставі відрізняються високою несучою здатністю. Вони здатні витримати значні зсувні маси. Їх безперечна перевага полягає в тому, що палі дозволяють «пройти» слабкі ґрунти і закріпитися на міцній основі – наприклад, скельному. Це дає можливість зводити надійні протизсувні конструкції навіть на слабких ґрунтах. Однак вартість зведення пальової підстави досить велика. До неї слід додати вартість зведення самої стінки. Буде потрібно використання важкої техніки, істотно зростуть витрати на планування та менеджмент. Крім того, зведення стінки на палях неможливо в місцях, скрутних для проходу техніки і доставки будівельних матеріалів. А проведення таких робіт уздовж автомобільної або залізничної магістралі, швидше за все, зажадає припинення руху. При цьому строки реалізації проекту досить великі.

Підпірні стінки на буронабивних палях – конструкція, яка відрізняється ще більшою несучою здатністю, ніж стінки на пальовій підставі (рис. 2.22, 2.23). Однак зростають вартість і терміни реалізації такого проекту [10].



*Рисунок 2.23. – залізобетонна стіна*





*Рисунок 2.24 – залізобетонна стіна*

**Торкретування.** Покриття з торкретбетону відрізняється невисокою несучою здатністю. Незважаючи на гнучке підставу з арматурної сітки, сама конструкція є жорсткою. При певних навантаженнях торкретбетон починає тріскатися. Це негативно позначається як на надійності протизсувної захисту, так і на подальших експлуатаційних витратах.

Плюсом цього способу утримання зсувного масиву є незалежність від заснування – сітка кріпиться до схилу анкерами. Торкретування здійснюється за допомогою спеціального обладнання, але без використання важкої техніки і додаткових насипних матеріалів, таких як ґрунт, щебінь, пісок. Можна застосовувати на схилах з великим ухилом (як правило, торкретування застосовується на вертикальних схилах).

До недоліків можна віднести тривалі терміни виконання робіт (хоча вони нижче, ніж при спорудженні залізобетонних стінок і установці габіонів). Вони

обумовлені тим, що торкретбетон наноситься шарами, і кожен наступний шар повинен наноситься тільки на висохлий попередній. Висихання може зайняти кілька годин. Цей недолік можна подолати, використовуючи розчин із спеціальними добавками, що позначиться на вартості проекту (2.24).



*Рисунок 2.25 – нанесення бетонної суміші при торкретуванні*

**Комбіновані рішення.** Йдеться про використання полімерних і металевих сіток, а також геотканин в комплексі з іншими засобами протизсувної захисту, наприклад, з габіонами. При порівняно низькій вартості ці матеріали дозволяють створювати досить міцні конструкції. Сітки і геотканини відрізняються підвищеною корозійною і атмосферної стійкістю. Вони пропускають воду, що сприяє природному дренажу схилів, і відрізняються високою гнучкістю. Для створення протизсувної захисту з використанням сіток і геотканин, як правило, не потрібно зводити підставу. Можна використовувати на схилах з великим ухилом.

Однак сітки і геотканини укладаються горизонтально, чергуючись з шарами ґрунту (в розрізі це нагадує сендвіч), що вимагає проведення масштабних земельних робіт. Якщо немає можливості використовувати для зворотної засипки

місцевий ґрунт, то доведеться використовувати привізною (2.26). Все це негативно позначається на вартості проекту, нівелюючи порівняно низьку вартість матеріалів. Терміни проведення робіт помітно збільшуються [20].



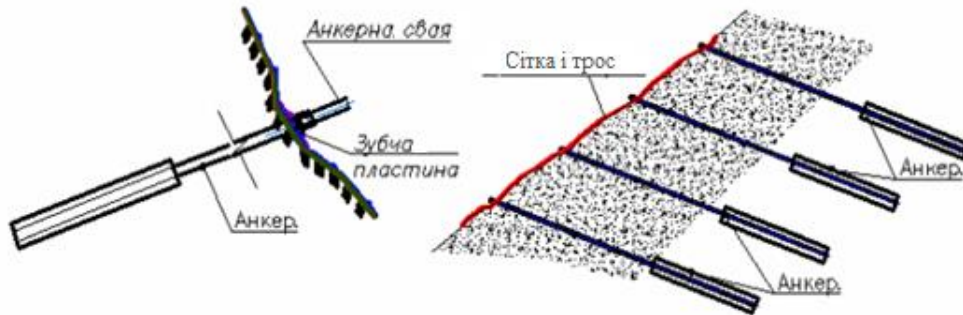
***Рисунок 2.26 – використання полімерних і металевих сіток***

***Анкерна технологія.*** Зміцнення зсувних схилів за допомогою анкерів, по суті, теж є комбінованим методом. Анкери точково розподіляються по ділянці, але цього може виявитися недостатньо для створення надійного захисту від зсуву. Тому вони використовуються в комплексі з полімерними і металевими сітками, бетонними або сталевими балками, бетонним полотном. Така синергія дозволяє одночасно досягти двох цілей: армувати ґрунтовий масив, притягнувши арміруему структуру до схилу, і тим самим підвищити стійкість ґрунтового масиву[25].

За умови правильно проведених розрахунків навантаження анкерна технологія дозволяє створити надійну протизсувний захист. Сьогодні випускаються анкери практично для всіх видів ґрунтів, в тому числі для мулових, піщаних, сільнообводнених. Безумовною перевагою є можливість зміцнити схили

з великим ухилом, а також вертикальні. Однак, як уже зазначалося, анкери не є самостійною технологією. Тому ефективність протизсувної конструкції залежить і від тих матеріалів, рішень, які використовуються в комплексі з анкерами.

З недоліків анкерів можна відзначити високу вартість деяких видів анкерів (рис. 2.27, 2.28). Закономірність зрозуміла: чим складніше схил, тим складніші і дорожчі анкери доводиться використовувати [26].



*Рисунок 2.27 – схема влаштування анкерів*



*Рисунок 2.28. – влаштування анкерів  
Бетонування георешітки*

Цей спосіб створення протизсувної захисту теж можна віднести до комбінованих, так як для пористого бетонування використовується полімерна георешітка. Вона укладається на зсувний схил і закріплюється на ньому забивними анкерами. Після цього осередку георешітки заповнюються бетонним розчином. Виходить щодо міцна (міцність обумовлена надійністю анкерного кріплення) і в той же час гнучка конструкція [29].

Суттєва перевага пористого бетонування полягає в тому, що його застосування не супроводжується масштабними земельними роботами і зворотним засипанням ґрунту. Такий спосіб протизсувної захисту не потребує створення підстави.

Істотний недолік полягає в необхідності використовувати додатковий матеріал – бетонний розчин. Це збільшує вартість і терміни проекту. Іншим недоліком є те, що скло пористе бетонування можна застосовувати тільки на схилах з невеликим ухилом [30].

## **3 ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ БУДІВЕЛЬНИХ РОБОТАХ**

### **3.1 Загальні положення інструкції з охорони праці при проведенні заходів щодо запобігання активізації схилових гравітаційних процесів**

На всій території України виконуються комплексні заходи інженерного захисту щодо запобігання та попередження активізації схилових гравітаційних процесів як природного, так і техногенного характеру. Протизсувні споруди і заходи повинні забезпечувати сприйняття зсувного тиску при нормативному коефіцієнті запасу стійкості схилу. Найбільшого поширення для цих цілей отримали пальові і анкерні конструкції. Крім того, використовуються фізико-хімічні способи закріплення ґрунтів. Часто, для підвищення ефективності заходів і зниження витрат використовують їх комбінацію. Досвід показує, що існуючі фізико-хімічні способи закріплення ґрунтів дозволяють збільшити їх міцність і, за рахунок цього, підвищити стійкість зсувонебезпечних схилів. Так, застосування напірної цементації ґрунтів для стабілізації зсувів дозволить збільшити фізико-механічеських характеристики зони ковзання і стабілізувати зсувні ґрунт[20].

Боротьба з ярами та балками. Боротьбу з балками та ярами почали вести ще в 19-му столітті закріпленням вершин і дна засипанням гноєм, а також пристроєм тинів з посадкою верби і тополі. Ці роботи були розрізнені і випадкові. Більш організована боротьба з ярами та балками почалася на початку ХХ століття, коли були організовані піщано-яр партії. Вони склалися з фахівців – лісомеліораторами і гідротехніків і перебували в підпорядкуванні лісового департаменту. Ці партії розробляли проекти закріплення ярів і сипучих пісків і організовували закріпні роботи на кошти місцевих земельних органів і населення. Проекти передбачали закріплення ярів в основному пристроєм різних гідротехнічних споруд і посадкою лісу, але не усували їх породжують. Сліди плідної діяльності цих партій у вигляді затухшим ярів збереглися в ряді місць до теперішнього часу. До 1917 було закріплено близько 3000 ярів. У порівнянні із

загальним числом ярів це незначна величина, але як приклад рішення задачі ці роботи мали велике значення.

У тематику наукових установ включалося вивчення закономірностей утворення ярів, організовувалася підготовка фахівців. Роботи по закріпленню ярів проводилися в комплексі заходів захисту ґрунту від ерозії на всьому водозборі, передбачаючи усунення причин утворення ярів і перетворення їх в лісові угіддя. Зараз ці роботи практично згорнуті.

Припинення зростання ярів досягається системою заходів, що проводяться як на водозборі, так і на яру. Одночасно вони передбачають і усунення причин утворення ярів, так як спрямовані на зменшення поверхневого стоку води. Для боротьби з ярами передбачається посадка прибалкових лісових смуг, зміцнення вершин і дна бетонними водопропускними спорудами або затримання води перед вершиною яру пристроєм земляних валів з одночасним залісення пріовражъя, а в подальшому за все яру[5].

Основні гідротехнічні споруди для боротьби з ярами:

**Валики-розпилювачі.** Їх насипають по штучним улоговинах (і невеликим природним) для розпилення концентрованого стоку води, що надходить в вершину берегового яру. Їх насипають під кутом  $45^\circ$  до осі балки двома-трьома проходами однокорпусного плуга з ручною оправкою гребня валу по дна улоговини. Валик: направляє водний потік в борозну, зроблену в на паші або полотні польової дороги. Водний потік через цей прохід виходить на нижню (по відношенню до схилу) сторону на паші або дороги і вільно розтікається по схилу, розпадаючись на дрібні струмки. Валики насипають по балці приблизно через 50 м один від іншого. Проходи (борозни) в полотні дороги роблять глибиною 20 - 30 см і шириною 1,5 - 2 м, щоб вони не заважали проїзду транспорту. Валики-розпилювачі насипають також і вздовж стоковідвідних галявин водорегулюючих лісових смуг для направлення води в ці смуги. На невеликих коротких улоговинах вище вершини

берегового яру досить насипати два валика-розпилювача, не виходячи за межі прибалочних смуги.

**Водозбірні земляні вали.** Їх насипають вище ярів для повного затримання води, що надходить в їх вершини. Вперше такі вали були запропоновані в 1910 р В. М. Борткевичем. Вони набули значного поширення. Їх пристрій здійснюється по технічних проектах. Найбільш типові наступні основні розміри валів: загальна висота 1,4 м, ширина по верху 2,2 м, ширина підстави 7 м, сухі укоси – полуторні, мокрі – подвійні. Вали насипають строго по горизонталях бульдозерами або скреперами; поверхню під підставою вала попередньо орють. Загальна протяжність валів повинна забезпечити затримання зливого або весняного стоку води з водозбору, прилеглого до вершини яру. Розрахунок ведеться на найбільший стік, який може бути один раз в 10 років. Якщо розрахункова протяжність валу виявиться великий, то для зручності розміщення вали роблять в 2 – 3 яруси з забезпеченням скидання надлишку води з верхніх валів в нижні.

**Водовідвідні канали.** Їх застосовують для відводу води від вершини невеликих берегових (рідше вершинних) ярів і скидання її через тупиковий водозлив на задернована (нерозмиті) берег балки. Відступивши від вершини яру на 10 – 15 м, поперек водопідводу улоговини закладають початок каналу, яку проводять з невеликим ухилом вниз по схилу до берега балки. При підході до бровки балки каналу плавно згинають з розрахунком, щоб вона закінчувалася прямим відрізком, розташованим строго по горизонталі трохи вище бровки балки. Цей відрізок є тупиковим водозливом. Вода зливається не через кінець каналу, а через всю бічну сторону горизонтального відрізка каналу і у вигляді тонкого шару стікає на задернована берег балки. Водовідвідні канали роблять глибиною 40 – 50 см. Ще раз слід зазначити – за допомогою одних лише гідротехнічних споруд ефективно боротися з ярами практично неможливо. Обов'язково слід проводити роботи в комплексі з агролісомеліоративна заходами (методами інженерної біології)[29].



### 3.2 Організація безпеки працівників при земляних роботах

Основна причина нещасних випадків при виконанні земляних робіт – обвалення ґрунту в процесі його розробки та при подальших роботах. Обвалення відбувається через перевищення нормативної глибини розробки виїмки без кріплень або неправильне влаштування їх; розробки з недостатньо стійкими косяками; порушення технології виробництва земляних робіт; виникнення несподіваних навантажень від будівельних матеріалів і конструкцій, землерийних і транспортних машин, а також при відсутності або неправильному пристрої водовідливу. Нещасні випадки можуть також мати місце при недотриманні певних відстаней від діючих електрокабелів і трубопроводів, неправильної експлуатації будівельних машин і механізмів.

Заходи з безпеки праці при виконанні земляних робіт полягають, головним чином, в попередженні обвалів ґрунту. Запобігти обвалення можна двома способами: пристроєм укосів і установкою кріплень.

При наявності діючих підземних комунікацій (Електричних кабелів, газопроводів), розташованих поблизу місця майбутніх земляних робіт, необхідно отримати дозвіл на проведення цих робіт від організації, відповідальної за експлуатацію комунікацій. До вирішення прикладають план (схему) із зазначенням розташування і глибини закладення комунікацій, який складають на підставі виконавчих креслень. До початку робіт на майданчику встановлюють знаки безпеки, що вказують розташування і глибину закладення існуючих підземних комунікацій[14].

Поблизу діючих підземних комунікацій земляні роботи необхідно виконувати під наглядом виконроба або майстра, а в безпосередній близькості від них, крім того, під наглядом працівників організації, відповідальної за експлуатацію цих комунікацій. Щоб уникнути пошкодження електричних кабелів або трубопроводів розробка ґрунту механізованим способом дозволяється на відстані не менше 2 м від бічної стінки і не менше 1 м над верхом труби, кабелю,

споруди. Що залишився ґрунт допрацьовують вручну тільки при наявності лопат, не допускаючи різких ударів. Чи не дозволяється користуватися ударними інструментами (ломами, кирками, пневматичними інструментами).

При виявленні на що розробляється ділянці підземних споруд, не зазначених у робочих кресленнях, а також вибухонебезпечних матеріалів, земляні роботи необхідно призупинити аж до точного з'ясування характеру виявлених споруд або предметів та отримання дозволу на подальше виконання робіт[26].

### **3.3 Обґрунтування заходів з охорони праці підчас польових досліджень**

При проведенні польових робіт необхідно постійно забезпечувати повну безпеку для людей, безаварійність транспортних засобів та збереження матеріалів польової документації .

Під час переїздів до місця практики, в населених пунктах, на стаціонарах, у лагерьх та при проведенні маршрутів категорично забороняється самовільні відлучки.

До виїзду на польові, учбові та виробничі практики кожним робітником і студентом–практикантом повинні бути ретельно вивчені «Інструктаж по охороні праці». Кожен студент-практикант повинен здати залік по техніці безпеки.

Вихід у маршрут одному в будь–яких районах забороняється. В маршрут повинні назначатися не менше двох людей.

Пересування по темноті забороняється.

При переправах через ріки вбхід пішки чи на коні обов'язково повинні бути вжиті заходи попереднього вивченню броду, а в небезпечних випадках – і охоронні заходи.

Керівникам практики дозволяється при пошукових чи рятувальних операціях знімати з роботи людей, припиняти всі виробничі роботи та направляти людей на пошуки.

Перед тим, як допустити студента до купання необхідно обстежити водойму з точки зору безпеки при використанні його для купання, визначити місце для

купання. Купання дозволяється проводити тільки в спеціально відведених місцях. Для тих, хто не вміє плавати організовується в спеціально відгороджених місцях глибиною не більш як 1,2 метра. Купання вночі забороняється. Не рекомендується купатися при температурі води нижче 17 – 19°C і температурі повітря нижче 21–23°C. Продовження купання не повинно перевищувати 15 хвилин. Купання забороняється: без дозволу викладача; в необладнаних місцях; при відсутності відповідальної особи. До студентів, які порушують ці вимоги, застосовуються дисциплінарні стягнення аж до відрахування чи відсторонення від практики.

При укусі змії треба як найшвидше накласти джгут вище місця укусу ближче до рани. Тримати його не більше ніж пів години. Після цього потерпілому негайно вводиться протизміїна сироватка. Рану від укусу промивають кип'яченою водою чи 1% розчином марганцевокислого калію, зволожують марлевими серветками та терміново доставляють до лікарні.

При укусі кліща неможна відривати його від тіла. Вражене місце треба змазати маслом. Кліща потрібно негайно відправити на аналіз.

При укусах отруйних павуків (каракуртів) негайно вводиться протикаракуртова сироватка. При її відсутності місце негайно припікається сірником чи розжареним металевим предметом. Потерпілого необхідно негайно доставити до лікарні.

При тепловому ударі потрібно посадити постраждалого в тіні, зняти одяг, обприскати водою, покласти на голову та груди холодні примочки, часто їх змінюючи. Якщо у постраждалого нема дихання - зробити штучне дихання та направити до лікаря.

При ударі о твердий предмет чи при падінні може статися пошкодження м'яких тканин та розтягнення зв'язок. Проявляється це у вигляді припухлості у місці поранення, синяка.

Для надання першої допомоги необхідно створити спокій постраждалій ділянці та покласти на нього 3–4 рази холод (кожну годину з перервами по 15 хвилин).

При травмі носа, яка супроводжується кровотечею, треба наклонити голову уперед, зажати при цьому крила носа пальцями на 10–15 хв. При травмі голови необхідно забезпечити спокій. При транспортуванні постраждалого покласти на спину та покласти під голову подушку. Не можна дозволяти хворому при цій травмі йти у лікарню самостійно.

Діагноз перелому чи вивиху може поставити тільки лікар. Основними ознаками перелому є різка біль, яка посилюється при спробах руху, деформація. При вивиху відбувається зміщення кісток. При підозри на перелом, вивих, підвивих, розтягнення зв'язок не можна робити спроб до вправлення, тягнути за постраждале місце. Це може призвести до тяжких наслідків. Необхідно створити максимальний спокій, нерухомість частини тіла, щоб вона захоплювала суглоби нижче та вище ушкодженого місця.

При переломі руки чи ключиці руку прижимають до тулуба, закріплюють пов'язкою. Постраждалий повинен бути доставлений у лікарню.

Значну небезпеку при виконанні польових дослідження становлять метеорологічні умови та можливі природні стихійні лиха. Тривалий вплив прямих сонячних променів при високій температурі повітря може викликати «сонячний удар», наслідком якого може стати тривала втрата працездатності, а інколи і смерть. Значну небезпеку становлять природні стихійні лиха: урагани, смерчі, зливи, довготривалі дощі та паводки. Під час грози виникає загроза ураження працівників блискавкою.[26]

Перед початком польових робіт усі члени експедиції ознайомлюються під розписку із правилами внутрішнього розпорядку та інструкціями з охорони праці відповідно до професій та робіт, що виконуються.

Механізована розробка ґрунту. механізованим способом земляні роботи необхідно вести відповідно до проектної документації, містить конкретні рішення з основних питань безпечного ведення механізованих робіт. Найбільш поширені машини, використовувані для механізації земляних робіт: екскаватори (одноковшеві з дизельним двигуном, цінні скребкові, ланцюгові багатоковшеві, роторні), бульдозери, скрепери, грейдери, корчівники, кущорізи, розпушувачі. При комплексної механізації будівельних процесів слід завжди пов'язувати роботу машин виконують суміжні технологічні процеси. У таких випадках при визначенні небезпечних зон необхідно враховувати характер роботи і ступінь взаємодії сусідніх машин.

Машини, які використовуються при розробці траншей і котлованів, необхідно обладнати звуковою сигналізацією, причому значення сигналів слід роз'яснювати всім працюючим на даній ділянці. На машині або в зоні її роботи повинні бути вивішені інструкція з експлуатації, попереджувальні написи, знаки безпеки. Для роботи в нічний час машини необхідно обладнати світловою сигналізацією. Забороняється працювати на несправних машинах. Чистити, змащувати і ремонтувати машини можна лише після їх повної зупинки. При установці, монтажі (Демонтажу), ремонту та переміщенні будівельних машин повинні бути вжиті заходи, що попереджають їх перекидання під дією вітру, власної маси і при впливі інших можливих причин.

При розробці виїмок з улаштуванням уступів ширина кожного з них повинна бути не менше 2,5 м. Розробка і переміщення ґрунту машинами (Бульдозерами, скреперами) при русі на підйом або під ухил з кутом нахилу, що перевищує зазначений в паспорті машини, забороняється. При виявленні в розробляється ґрунті великих каменів або інших предметів машину необхідно зупинити і видалити з її шляху ці предмети. Сама поширена машина для виконання земляних робіт – екскаватор. На нього частку припадає понад 50 % всього обсягу земляних робіт в будівництві. Вибір типу екскаватора залежить від глибини і ширини

розробляється траншеї, від розміщення ґрунту (у відвал або на транспорт), від ґрунтових умов, а також від термінів будівництва. Екскаватор для роботи встановлюють на спланованій площадці, що має ухил не більше зазначеного в паспорті. При розробці ґрунтів екскаватором проводити інші роботи з боку забою в радіусі дії екскаватора плюс 5 м не дозволяється. Відстань між поворотною платформою екскаватора і виступаючими частинами будинків, споруд, штабелями вантажу та іншими предметами повинна бути не менше 1 м. Під час перерв у роботі екскаватор необхідно відвести від краю виїмки на відстань не менше 2 м, а ківш опустити на землю.

Транспортні засоби, які очікують навантаження, повинні бути за межами небезпечної зони роботи екскаватора. Подавати їх під навантаження і від'їжджати за її закінчення можна тільки після сигналу машиніста.

Для виконання планувальних робіт, зняття рослинного шару, риття неглибоких котлованів, засипки траншей, ям застосовують бульдозери. Експлуатувати їх слід відповідно до інструкції заводу-виготовлювача.[14]

Перед початком роботи розробляється ділянку необхідно очистити від великих каменів та інших предметів. Забороняється розробляти ґрунт бульдозером на відстані ближче 2 м від розташування підземних комунікацій. При засипці виїмок, щоб уникнути обвалення ґрунту і перекидання бульдозера, його відвал можна висувати на край укосу. При пристрої високого насипу відстань від краю гусениці або колеса бульдозера до краю насипу має бути не менше 1 м.

Забороняється під час руху бульдозера входити в кабінку і виходити з неї, ставати на раму або відвал, усувати несправності, регулювати, змащувати машину. Не можна допускати до технічного обслуговування і усунення несправностей бульдозера осіб, які не мають посвідчення на право його обслуговування.

Машиніст повинен спостерігати за тим, щоб між трактором і бульдозерним відвалом не знаходились люди. Забороняється залишати без нагляду бульдозер з

працюючим двигуном, а також перебувати під піднятим відвалом, утримуваним штоками гідравлічних циліндрів або канатом блокової системи.

При одночасній роботі двох або декількох бульдозерів, що йдуть один за одним, відстань між ними має бути не менше 10 м. При пересуванні по дорогах і населених пунктах необхідно дотримуватися правила дорожнього руху. По поганій дорозі і пересіченій місцевості дозволяється рух тільки на першій і другій швидкостях. переїжджати через рейкову колію слід при наявності суцільного настилу з брусів або шпал, покладеного уздовж рейок з обох боків.

Забороняється переїжджати мости, вантажопідйомність яких менша за масу бульдозера, зупинятися на переїздах, перемикати передачі, вимикати зчеплення. Забороняється переміщати ґрунт бульдозером па підйом або під ухил більше 30 °. При пересуванні на підйом треба стежити, щоб відвал не врізався в ґрунт. Не можна робити різкі розвороти під час роботи на крутому косогорі, це може привести до сповзання або перекидання машини, а також до поломки задньої осі. Щоб запобігти сповзанню або перекидання бульдозера, забороняється працювати в дощову погоду при глинистих ґрунтах. Для розробки котлованів, зведення насипів, виконання планувальних і інших робіт застосовують скрепер. Це комплексна землеройно-планувальна машина, яку широко використовують при виконанні великих обсягів земляних робіт. Скрепер розробляє, транспортує, укладає ґрунт з пошаровим розрівнюванням і попереднім ущільненням. Роботи скрепером без попереднього розпушування виконують тільки в ґрунтах I і II категорій.[5]

## 4 РОЗРАХУВАТИ ВАРТІСТЬ ЗАХОДІВ ІЗ ЗАПОБІГАННЯ ЕКЗОГЕННИХ ПРОЦЕСІВ ТА БЛАГОУСТРОЮ БАЛОК

### 4.1 Розрахунок капітальних витрат на спорудження захисної стіни з габіонів

В розділі 2.4 були розглянуті основні протизсувні заходи, зокрема габіони та анкерні настінні кріплення. За результатами аналізу визначено, що довжина потенційно зсувонебезпечних схилів досліджених балок становить 2 750 м.

Для встановлення габіонів необхідно виконати наступні етапи:

- Розробка проектної документації для оцінки характеристик ймовірностей зсувів та уточнення місць розміщення габіонів на локальній ділянці;
- Підготовчі роботи, що включають прибирання території від сміття та зайвої рослинності;
- Планувальні роботи з формування фундаменту для встановлення габіонів;
- виготовлення габіонів;
- Транспортні роботи пов'язані з доставкою габіонів до місця їх встановлення;
- Монтажні роботи при формуванні захисної стіни з габіонів.

Найбільш оптимальним варіантом для спорудження протизсувної стіни за даних умов є використання габіонів довжою  $L=2$  м, висотою  $H=0,8$  м, й шириною  $W=0,3$  м.

Таким чином, обсяг одного габіона  $V=L \cdot H \cdot D=2 \cdot 0,8 \cdot 0,3=0,48$  м<sup>3</sup>. Щільність матеріалу-наповнювача (граніту) дорівнює 2,8 т/м<sup>3</sup>. Отже вага одного габіону складає  $M=0,48$  м<sup>3</sup> · 2,8 т/м<sup>3</sup> = 1,35 т з урахуванням сталюї клітки. Вартість виготовлення одного такого габіону при використанні гранітного щебеню у якості наповнювача складає 540 грн.

Орієнтовна вартість капітальних витрат при встановленні захисної стіни з



довжиною 100 метрів наведена у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Капітальні витрати при побудові габіонної захисної стіни на ділянці 100м

Вид роботи	Вартість за одиницю, грн.	Кількість одиниць	Загальна вартість, грн.
Розробка проектної документації	3200	1	3200
Підготовчі роботи, що включають прибирання території від сміття та зайвої рослинності (ємність контейнеру 27м <sup>3</sup> )	3500	1	3500
Планувальні роботи з формування фундаменту для встановлення габіонів	50	100	5000
Виготовлення габіонів	540	50	27000
Транспортні роботи пов'язанні з доставкою габіонів до місця їх встановлення	360	10	3600
Монтажні роботи при формуванні захисної стіни з габіонів	100	50	5000
<b>Усього:</b>	-	-	81090

Таким чином, капітальні витрати на встановлення стіни з габіонів довжиною 100м складають 81090 грн.

Загальні капітальні витрати на облаштування стіни вздовж потенційно зсувонебезпечних схилів усіх балок складуть:  $81090 \cdot 27,5 = 2\,229\,975$  грн.

## 4.2 Розрахунок експлуатаційних на організацію системи моніторингу екзогенних проявів

Експлуатаційні витрати включають в себе витрати на оплату праці дослідникам, нарахування на заробітну плату, амортизаційні відрахування, на витрати на обладнання та матеріали.

Експлуатаційні витрати розраховуються за формулою:

$$Z_{екс} = Z_{пл} + Z_{отч} + Z_{ам} + Z_{с/м}, \text{ грн/год}, \quad - \quad (4.1)$$

де  $Z_{екс}$  – експлуатаційні витрати, грн;

$Z_{пл}$  – витрати на заробітну плату дослідникам, грн;

$Z_{отч}$  – нарахування на заробітну плату;

$Z_{ам}$  – амортизаційні відрахування, грн.;

$Z_{с/м}$  – витрати на сировину і матеріали, грн.;

Розрахунок витрат на заробітну плату дослідникам здійснюється за формулою:

$$Z_{пл} = N_{сн} \times t_{см} \times n_{вих} \times C_{тар/год} \times N_{мес}, \text{ грн./год}, \quad (4.2)$$

где  $N_{сн}$  – кількість дослідників, чол;  $N_{сн} = 2$ ;

$t_{см}$  – кількість годин за виїзд на об'єкт ;  $t_{см} = 8$ ;

$n_{вих}$  – кількість виїздів на об'єкт за місяць, відряджень;  $n_{вих} = 10$ ;

$C_{тар/год}$  – тариф оплати за годину роботи, грн.;  $C_{тар/год} = 120$  грн;

$N_{мес}$  – кількість робочих місяців, за рік;  $N_{мес} = 3$  мес.

$$Z_{пл} = 2 \times 8 \times 10 \times 120 \times 3 = 57600 \text{ грн/рік.}$$

Нарахування на заробітну плату здійснюється за формулою:

$$Z_{від} = H_{від} \times Z_{пл}, \text{ грн/рік}, \quad (4.3)$$

де  $Z_{від}$  – сума нарахувань на заробітну плату, грн.;

$H_{від}$  – відсоток нарахувань;  $H_{від} = 22\%$ ;

$Z_{пл}$  – заробітна плата за рік, грн.

$$Z_{отч} = 57600 \times 0,22 = 12\,672 \text{ грн/рік.}$$

Витрати на обслуговування польового обладнання розраховуються за формулою:

$$Z_{см} = Z_{заг}^{mat} + Z_{доп}^{mat}, \text{ грн./год,} \quad (4.4)$$

где  $Z_{заг}^{mat}$  – витрати на геомаркери;

$Z_{доп}^{mat}$  – витрати на повірку геофізичних приладів.

Витрати на геомаркери у табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Витрати на геомаркери

Матеріали	Кількість, що потрібна	Вартість за 1, грн	Загальна вартість, грн
Геомаркери	100	20	2000

Витрати за послуги з повірки геофізичних у табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – витрати за повірку геофізичних приладів

Назва автотранспорту	Кількість перевірок за рік	Вартість повірки, грн	Профілактика та обслуговування, грн.	Витрати, грн
Георадар Leika DS2000	2	600	500	2200
Польовий спектрометр ЮКОН-2	4	400	500	3600
Усього:			4800	

$$Z_{см} = 2200 + 3600 = 4800 \text{ грн/рік.}$$

Амортизаційні відрахування розраховуються за формулою:

$$A_{від}^{рік} = Ц_c \times H, \text{ грн/рік,} \quad (4.5)$$

где  $A_{\text{від}}^{\text{рік}}$  – Амортизаційні відрахування, грн/рік;

$C_c$  – балансова вартість обладнання, грн.; оренда приладів = 9 800 грн;

$H$  – відсоток нарахування, %;  $H = 24\%$ .

$$A_{\text{отч}}^{\text{год}} = 9\,800 \times 0,24 = 3252 \text{ грн/год.}$$

Результати розрахунків експлуатаційних витрат наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Експлуатаційні витрати на моніторинг екзогенних процесів

Показник	Значення
Зароботная плата дослідникам, грн/рік	57600
Нарахування на заробітну плату, грн/рік	12 672
Амортизаційні відрахування, грн/рік	3252
Повірка геофізичних приладів, грн/рік	4800
Усього, грн/рік	72376

Загальні витрати на відновлювання 1га лісу складуть розраховуємо за формулою (4.5):

$$Z_{\text{заг}} = Z_{\text{кап}} + Z_{\text{екс}} = 2\,229\,975 + 72376 = 2302351 \text{ грн.} \quad (4.5)$$

Де  $Z_{\text{кап}}$  – капітальні витрати на протизсувні заходи (розділ 4.1);

$Z_{\text{екс}}$  – капітальні витрати на впровадження системи моніторингу зсувів (розділ 4.2).

Таким чином, загальні витрати на спорудження захисної стіни з габіонів та запровадження системи моніторингу зсувів складе 2302351 грн.

## ВИСНОВКИ

В даній роботі вирішено актуальне завдання з формування геоінформаційної системи балок м. Дніпро, на основі їх загальних, біологічних та геологічних показників.

Проведено зонально-статистичний аналіз та рангування балок міста за показниками озеленення, благоустрою та за небезпечними екзогенними явищами такими як зсуви та підтоплення.

За даними зонально-статистичного аналізу балки Войцехівська, Зустрічна та Рибальська мають трохи вищі показники вегетаційних індексів у порівнянні з іншими балками м. Дніпро.

Результати роботи можуть бути використані для моніторингу зсувних процесів, а також для планування заповідних територій і зон рекреації м. Дніпро. Окрім того, сформована в роботі ГІС балочно-яружної мережі може бути оновлюватися та доповнюватися новою тематичною інформацією й слугувати джерелом знань для широкого кола користувачів.

Для оцінки стійкості природних схилів яружно-балочної мережі рекомендується застосовувати методику контрольного списку, яка базується на результатах первинного збору картографічної інформації та даних натурних спостережень. Контрольний список є важливим етапом геоекологічної оцінки яружно-балочної мережі і складається з переліку питань, які дають первинну інформацію щодо яру, балки або окремих їх елементів (схилів) в контексті зсувонебезпечності.

Показник поглинання фотосинтетичного випромінювання змінюється на території міста Дніпро від 0 до 1. За даним показником можна опосередковано оцінити стан рослин інтенсивністю поглинання сонячної радіації.

Обґрунтовані заходи із запобіганням зсувних процесів шляхом створення габіонів та анкерних стін для Аптекарської, Тунельної та Червоноповстанської балок.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Черный Г.И., Черный В.Г. Геотехнические процессы в сложных грунтовых условиях Украины // Світ геотехніки. – К.: НДІБК, 2000. – С. 4–9.
2. Иванова М. С. Устойчивость оползневых склонов и способ определения его характеристик / Иванова М. С. // Сборник научных трудов. – Алчевск: ДГМИ, 2000. – Вып. 11. – С. 285.
3. Інженерний захист правого схилу балки Тунельна в районі залізничного тунелю в м. Дніпропетровську, вишукувальні роботи: науково-технічний звіт по об'єкту (у трьох книгах). – Дніпропетровськ: Укрвосток – ГИИНТИЗ, Днепропетровский філіал. – 2010. – Книга 2: Інженерно-геологічні роботи (текст звіту з табличними, текстовими і графічними додатками).
4. Інженерний захист правого схилу балки Зустрічна в м. Дніпропетровську, вишукувальні роботи: науково-технічний звіт по об'єкту. – Дніпропетровськ: Укрвосток-ГИИНТИЗ, Днепропетровский філіал. – 2012.
5. Панасевич В.Г. Пояснительная записка к изысканиям по катастрофическому оползню на ж/м Тополь–1 в г. Днепропетровске / В.Г. Панасевич. – Днепропетровск: Укрвосток–ГИИНТИЗ, Днепропетровский филиал.
6. Разработка и пути применения ГИС балочн–овражной сети города (на примере Днепропетровска): Наукова весна 2015: матеріали VI–ї Всеукраїнської науково–технічної конференції студентів, аспірантів і молодих учених (Дніпропетровськ, 1–2 квіт. 2015 року). – Д.: Державний ВНЗ “НГУ”, 2015. – Том 15. – С. 53–54.
7. Богаченко Л.Д. Моніторинг земель та стану геологічного середовища по балці Діївська в м. Дніпропетровську / Л.Д. Богаченко, Л.І. Осадча, Т.В. Сібуль. – Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Геологія. Географія», 2014. Вип. № 15. С. 2–7.

**8.** Самые опасные балки Днепропетровска [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <http://www.realnest.com.ua/information/newspaper/2010/10/2152> – Назва з екрану.

**9.** Что такое балка в рельефе ? Виды и примеры балок [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL : <https://optolov.ru/kuhnya/chto-takoe-balka-v-relefe-vidy-i-primery-balok.html> – Назва з екрану.

**10.** Экология , лес и почва «Борьба с оврагами» [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <http://eko-forest.ru/borba-s-ovragami/> – Назва з екрану.

**11.** Аптекарьська балка (Дніпро) [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BF%D1%82%D0%B5%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0\\_%D0%B1%D0%B0%D0%BB%D0%BA%D0%B0\\_\(%D0%94%D0%BD%D1%96%D0%BF%D1%80%D0%BE\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BF%D1%82%D0%B5%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%B1%D0%B0%D0%BB%D0%BA%D0%B0_(%D0%94%D0%BD%D1%96%D0%BF%D1%80%D0%BE)) – Назва з екрану.

**12.** Долгая (Красноповстанческая) балка [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://gorod.dp.ua/micro/kirova/?pageid=548> – Название с экрана.

**13.** Тоннельная балка [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://tov-tob.livejournal.com/23912.html> – Назва з екрану.

**14.** Мероприятия по предупреждению обвалов, оползней, селей и меры по снижению ущерба от них [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://info.wikireading.ru/257585> – Назва з екрану.

**15.** Добровольский В.В. Геология. – М.: Владос, 2001.

**16.** Болтрамович С.Ф. Геоморфология. – М.: ИЦА, 2005.

**17.** Стольберг Ф.В. Экология города: Глава «Геологическая среда». – К.: Либра, 2001.

**18.** Методы борьбы с оползнями и обвалами [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: [https://studopedia.su/9\\_67467\\_metodi-borbi-s-opolznyami-i-obvalami.html](https://studopedia.su/9_67467_metodi-borbi-s-opolznyami-i-obvalami.html) – Назва з екрану.

**19.** Контроль над оползнями и их прогноз [Электронный ресурс]. Режим



доступу : URL: [https://collectedpapers.com.ua/ru/disasters\\_boisterous\\_earth/kontrol-zazsuvami-ta-yix-prognoz](https://collectedpapers.com.ua/ru/disasters_boisterous_earth/kontrol-zazsuvami-ta-yix-prognoz) – Назва з екрану.

**20.** Инженерная защита оползневых склонов: обзор решений и материалов [Электронный ресурс]. Режим доступа : URL: <https://uccr.su/news/articles/365/> – Назва з екрану.

**21.** Балка Войцехова (Днепр) [Электронный ресурс]. Режим доступа : URL: <http://wikimapia.org/9796124/ru/%D0%91%D0%B0%D0%BB%D0%BA%D0%B0-%D0%92%D0%BE%D0%B9%D1%86%D0%B5%D1%85%D0%BE%D0%B2%D0%B0> – Назва з екрану.

**22.** Кринична балка [Электронный ресурс]. Режим доступа : URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0\\_%D0%B1%D0%B0%D0%BB%D0%BA%D0%B0](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B1%D0%B0%D0%BB%D0%BA%D0%B0) – Назва з екрану.

**23.** Россоховатая балка (Днепр) [Электронный ресурс]. Режим доступа : URL: <http://wikimapia.org/19885302/ru/%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%BE%D1%85%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%8F-%D0%B1%D0%B0%D0%BB%D0%BA%D0%B0> – Назва з екрану.

**24.** Россоховатая балка [Электронный ресурс]. Режим доступа : URL: <https://gorod.dp.ua/micro/pivden/?pageid=686> – Назва з екрану.

**25.** Образование оврагов [Электронный ресурс]. Режим доступа : URL: <https://ecportal.info/obrazovanie-ovragov/> – Назва з екрану.

**26.** Меры борьбы с оврагами [Электронный ресурс]. Режим доступа : URL: <http://mse-online.ru/osushitelnye-melioracii/mery-borby-s-ovragami.html> – Назва з екрану.

**27.** Екологічний паспорт м. Дніпро , затверджений Б. А. Філатовим в 2016 р. [Электронный ресурс]. Режим доступа : URL: <https://dniprorada.gov.ua/upload/editor/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%BF%D0%B0>

[%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82.PDF](#) – Назва з екрану.

**28.** Обвалы и оползни. Где в Днепропетровске ждать беды? [Електронний ресурс]. Режим доступу : URL: <https://dp.vgorode.ua/news/sobytyia/103508/> – Назва з екрану.

**29.** Савостьянова И.А. К вопросу обеспечения устойчивости оползнеопасных склонов в условиях городской застройки // Молодь: наука та інновації 2017: Матеріали V Всеукраїнської наук. –техн. конф студентів, аспірантів і молодих учених (Дніпро, 28–29 листопада 2017 р.). Том 7. Геомеханіка. – Д.: ДВНЗ НГУ, 2017. – С. 28–29.

**30.** Гинсбург Л. К. Противооползневые удерживающие конструкции / Л. К. Гинсбург. – М. : Стройиздат, 1979. – 80 с.

**31.** Балка (форма рельєфу) [Електронний ресурс]. Режим доступу : URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%BB%D0%BA%D0%B0\\_\(%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0\\_%D1%80%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%94%D1%84%D1%83\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%BB%D0%BA%D0%B0_(%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0_%D1%80%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%94%D1%84%D1%83)) – Назва з екрану.

**32.** Борьба с оврагами [Електронний ресурс]. Режим доступу : URL: <https://cities-bлаго.ru/kurs-lektsij-po-predmetu-blagoustrojstvo-gorodskikh-territorij/74-borba-s-ovragami.html> – Назва з екрану.

**33.** Солодянкин А.В., Савостьянова И.А. К обоснованию параметров способа обеспечения устойчивости оползнеопасных склонов // Інноваційний розвиток гірничодобувної галузі: Матеріали II Міжнар. наук.-техн. інтернет-конференції. Кривий Ріг, 14 грудня 2017 р. – Кривий Ріг: КНУ, 2017. – С. 163.

**34.** Тунельний байрак [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D0%BD%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%B9\\_%D0%B1%D0%B0%D0%B9%D1%80%D0%B0%D0%BA](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%83%D0%BD%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B1%D0%B0%D0%B9%D1%80%D0%B0%D0%BA) – Назва з екрану.

**35.** Зібцев С. В. Застосування даних аерокосмічних спостережень для ідентифікації лісових ландшафтів / С. В. Зібцев, Д. В. Гілітуха, В. В. Миронюк //

Аерокосмічні спостереження в інтересах сталого розвитку та безпеки: мат. доповідей Другої Всеукр. конф. “Аерокосмічні спостереження в інтересах сталого розвитку та безпеки”. – К. : Освіта України, 2010. – С. 74–75.

**36.** Кочубей С. М. Использование деривативных вегетационных индексов для оценки содержания хлорофилла в растительности по данным измерений из космоса / С. М. Кочубей, Т. А. Казанцев // Косм. наука і технологія. – 2011. – Т. 17. – № 3. – С. 54–59.

**37.** Лялько В. І. Стан та перспективи розвитку дистанційних методів дослідження Землі в Україні / В. І. Лялько, М. О. Попов // Геологічний ж-л. – 2011. – № 1. – С. 50–58.

**38.** Мовчан Д. М. Оцінка динаміки параметрів лісового покриву на території України (Західне Полісся) на основі даних дистанційного зондування / Д. М. Мовчан // Косм. наука і технологія. – 2013. – Т. 19. – № 4. – С. 29–43.

**39.** Трускавецький С. Р. Сучасні методи картографування та моніторингу ґрунтів / С. Р. Трускавецький, М. М. Гічка, Т. Ю. Биндич // Аерокосмічні спостереження в інтересах сталого розвитку та безпеки: матер. доповідей Першої Всеукр. конф. – К. : Наук. думка, 2008. – С. 190–193.

**40.** ISSN 1561-8889. Космічна наука і технологія. 2010. Т. 16. № 3

**41.** Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування / За ред. В. І. Лялька, М. О. Попова. — К.: Наук. думка, 2006. — 357 с.

**42.** Миронюк В. В. Застосування стратифікованої вибірки для регіональної оцінки площі лісів України за даними глобальних карт лісового покриву / В. В. Миронюк, М. І. Георгіян // Збалансоване природокористування. – 2017. – № 1. - С. 69–74.

**43.** Мониторинг пожаров и их последствий с помощью ДЗЗ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://mapexpert.com.ua/>.

**44.** 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

**45.** 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.

**46.** 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.

**47.** Екологічний паспорт м. Дніпро // Департамент транспорту та охорони навколишнього середовища Дніпропетровської міської ради, 2016 р.

**48.** Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Государственные строительные нормы Украины (ДБН 360 - 92). — К. - 2002.

**49.** 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>

**50.** Коросов А. В. Техника ведения ГИС: приложение в экологии : учеб. пособие / А. В. Коросов, А. А. Коросов. Петрозаводск : Издательство ПетрГУ, 2006. 186 с.

**51.** 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.

**52.** 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>

**53.** 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.

**54.** 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.

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

**56.** 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.

**57.** Кленовий байрак [Електронний ресурс]. Режим доступу : URL : [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9\\_%D0%B1%D0%B0%D0%B9%D1%80%D0%B0%D0%BA](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%B1%D0%B0%D0%B9%D1%80%D0%B0%D0%BA) – Назва з екрану.