

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ, ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА АЕРОКОСМІЧНОЇ ГЕОДЕЗІЇ ТА ЗЕМЛЕУСТРОЮ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач випускової кафедри

\_\_\_\_\_Юрій ВЕЛИКОДСЬКИЙ

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021р.

ДИПЛОМНА РОБОТА  
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)  
ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР  
ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 193 «ГЕОДЕЗІЯ ТА ЗЕМЛЕУСТРІЙ»  
**Тема: «Дослідження деградації земельних ресурсів дистанційними  
методами»**

Виконавець: студент групи ЗК 208М

Зубчинський Богдан Анатолійович \_\_\_\_\_

Керівник: д.т.н., професор Дудар Тамара Вікторівна \_\_\_\_\_

Консультант розділу «Охорона навколишнього середовища»:

д.т.н., професор Дудар Тамара Вікторівна \_\_\_\_\_

Консультант розділу «Охорона праці»:

асистент Якимець Ірина В'ячеславівна \_\_\_\_\_

Нормоконтролер: к.е.н. Стецюк Михайло Петрович \_\_\_\_\_

КИЇВ 2021

# НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра аерокосмічної геодезії та землеустрою

Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»

Освітньо-професійна програма «Землеустрій та кадастр»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач випускової кафедри

\_\_\_\_\_Юрій ВЕЛИКОДСЬКИЙ

«\_\_\_»\_\_\_\_\_2021р.

## **ЗАВДАННЯ**

**на виконання дипломної роботи**

**Зубчинському Богдану Анатолійовичу**

1. Тема роботи «Дослідження деградації земельних ресурсів дистанційними методами» затверджена наказом ректора від 11.10.2021 р. № 2207.
2. Термін виконання роботи: з 11 жовтня 2021 року по 31 грудня 2021 року.
3. Вихідні дані роботи: законодавча та нормативно-правова база, публікації та наукові статті за тематикою роботи, дані багатоспектральних знімків Sentinel за період 2018 – 2021 років.
4. Зміст пояснювальної записки: характеристика чорноземів Маловиськівського району Кіровоградської області. Дистанційні методи дослідження ґрунтів. Поетапна побудова карти деградації земель досліджуваного району. Охорона навколишнього середовища. Охорона праці.
5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: таблиці, рисунки, карти.

## 6.Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Опрацювати методичну рекомендовану літератури за темою дипломної роботи	11.10.2021- 24.10.2021	
2	Провести аналіз теоретичної основи процесів деградації ґрунтового-рослинного покриву	25.10.2021- 27.10.2021	
3	Проаналізувати особливості чорноземів Маловиськівського району Кіровоградської області	28.10.2021- 30.10.2021	
4	Розглянути дистанційні методи дослідження якості земельних ресурсів	01.11.2021- 12.11.2021	
5	Побудувати карту деградації земель за допомогою багато спектральних космічних знімків та програмного забезпечення SNAP та ENVI	13.11.2021- 25.11.2021	
6	Опрацювати завдання з охорони навколишнього природного середовища	26.11.2021- 04.12.2021	
7	Виконати розрахунки з охорони праці	05.12.2021- 07.12.2021	
8	Оформлення літератури. Підготовка презентації та доповіді	08.12.2021- 15.12.2021	
9	Оформити результати дослідження	17.12.2021- 20.12.2021	
10	Оформлення та захист магістерської роботи	21.12.2021- 23.12.2021	

7. Консультанти з окремих розділів:

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона навколишнього середовища	д.т.н., професор Дудар Тамара Вікторівна	22.11.2021 р.	
Охорона праці	асистент Якимець Ірина В'ячеславівна	23.10.2021 р.	

8. Дата видачі завдання: 11 жовтня 2021 р.

Керівник дипломної роботи: \_\_\_\_\_ Дудар Т.В.

Завдання прийняв до виконання: \_\_\_\_\_ Зубчинський Б.А.

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота на тему: «Дослідження деградації земельних ресурсів дистанційними методами» містить: 97 сторінок, 16 рисунків, 8 таблиць, 52 використаних джерел.

**Мета роботи:** проаналізувати процеси деградації земельних ресурсів густо населеного регіону та охарактеризувати сучасний стан родючих чорноземів досліджуваного району з метою визначення ступеня деградації ґрунтово-рослинного покриву та побудови відповідної карти.

**Об'єктом дослідження** є деградація земель Маловиськівського району Кіровоградської області.

**Предметом дослідження** є чорноземи Маловиськівського району Кіровоградської області.

**Методи дослідження:** метод аналізу та синтезу, екстраполяції, оброблення, компонування та аналізу багатоспектральних знімків супутника Sentinel.

**Результат магістерської роботи** має практичне значення для управління земельними ресурсами Маловиськівської об'єднаної територіальної громади Кіровоградської області.

**ЧОРНОЗЕМИ, ДЕГРАДАЦІЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕЗУРСІВ, БАГАТОСПЕКТРАЛЬНІ КОСМІЧНІ ЗНІМКИ, ДИСТАНЦІЙНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.**

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ .....	8
ВСТУП .....	9
РОЗДІЛ 1. ДЕГРАДАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ .....	11
1.1. Визначення поняття деградації земельних ресурсів .....	11
1.2. Причини деградації земельних ресурсів.....	16
1.3. Сучасний стан деградованих земель України.....	21
1.4. Висновки до розділу 1 .....	26
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ .....	28
2.1. Дистанційні методи картування земельного покриву.....	28
2.2. Обробка даних .....	31
2.3. Багатоспектральні космічні знімки супутників Landsat .....	38
2.4. Багатоспектральні космічні знімки супутників Sentinel.....	42
2.5. Програмне забезпечення ENVI.....	44
2.6. Програмне забезпечення SNAP .....	48
2.7. Висновки до розділу 2 .....	49
РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ДЕГРАДАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ МАЛОВИСЬКІВСЬКОГО РАЙОНУ КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ .....	51
3.1. Характеристика чорноземів Маловиськівського району Кіровоградської області.....	51
3.2. Побудова тематичної карти деградаційних процесів.....	53
3.2.1. Обробка знімків.....	54
3.2.2 Побудова карти.....	56
3.3 Висновки до розділу 3 .....	62
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....	63
4.1. Водна ерозія ґрунтів.....	63
4.2 Вітрова ерозія ґрунтів .....	69
4.3 Ґрунтозахисні заходи .....	73
4.4 Висновки до розділу 4 .....	76

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ .....	78
5.1 Вимоги до організації робочого місця користувача персонального комп'ютера (ПК). Опис основних шкідливих факторів.....	78
5.2 Організаційні та конструктивно-технологічні заходи для зниження.....	80
впливу шкідливих виробничих факторів.....	80
5.2.1 Розрахунок природного освітлення .....	82
5.3 Забезпечення пожежної та вибухової безпеки.....	85
5.4 Інструкція з охорони праці при обслуговуванні ПК .....	86
5.5 Висновки до розділу 5 .....	88
ВИСНОВКИ.....	90
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:.....	93

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ**

ГІС – Геоінформаційна система

ДЗЗ – Дистанційне зондування Землі

ENVI – Environment for Visualizing Images

NDVI – Нормалізований відносний індекс рослинності

MSAVI – Модифікований ґрунтовий вегетаційний індекс

ЦМР – Цифрова модель рельєфу

ЦММ – Цифрова модель місцевості

ESRI – Environmental Systems Research Institute

КА – Космічний апарат



## ВСТУП

**Актуальність теми.** Земельні ресурси – унікальний фактор та умова господарської діяльності людини. Ґрунт виконує безліч екологічних та соціально-економічних функцій, та як елемент ландшафту, знаходиться протягом багатьох років у динамічній рівновазі з іншими компонентами біосфери. Тому будь-яке порушення цієї рівноваги призводить до втрати ґрунтом своїх основних властивостей, що стає причиною їхньої деградації. Українські ґрунти, а саме чорноземи завжди вважалися одними з найродючіших у світі. Проте неправильна обробка і некоректне застосування мінеральних добрив та пестицидів можуть призвести до втрати корисних властивостей і порушення структури земельного покриву.

У сучасних інтенсивних умовах використання земель виняткову значимість та актуальність набувають дослідження, спрямовані на вивчення процесів деградації земельних ресурсів та визначення їх ризику. Одним з сучасних та ефективних способів аналізу деградації ґрунтово-рослинного покриву є дослідження за допомогою дистанційних методів, а саме багатаспектральних космічних знімків та професійного програмного забезпечення.

**Мета роботи.** Проаналізувати процеси деградації земельних ресурсів густо населеного регіону та охарактеризувати сучасний стан родючих чорноземів досліджуваного району з метою визначення ступеня деградації ґрунтово-рослинного покриву та побудови відповідної карти.

### **Завдання:**

1. Визначити поняття деградації земельних ресурсів, її види та причини.
2. Розглянути сучасний стан деградованих земель України.
3. Проаналізувати методи дослідження дистанційного зондування землі.
4. Охарактеризувати ґрунти досліджуваного району.
5. Побудувати тематичну карту деградаційних процесів Маловиськівського району Кіровоградської області.

6. На основі побудованої карти деградаційних процесів Маловиськівського району Кіровоградської області, охарактеризувати ступінь деградації ґрунтово-рослинного покриву досліджуваної території.

**Об'єкт дослідження.** Деградація земель Маловиськівського району Кіровоградської області.

**Предмет дослідження.** Чорноземи Маловиськівського району Кіровоградської області.

**Методи дослідження.** Для розв'язання поставлених завдань використовувались:

1. метод аналізу та синтезу;
2. метод екстраполяції;
3. метод оброблення, компонування та аналізу багатоспектральних знімків супутника Sentinel;
4. аналіз досліджуваної території в програмному забезпеченні ENVI.

***Особистий внесок випускника:***

Основні наукові результати диплому автором отримані особисто. Самостійно оброблені та систематизовані матеріали власних досліджень – дані тематичного дешифрування 2 космічних знімків за період з 2018 по 2021 рр. У процесі виконання дипломної роботи автором проведено аналіз деградаційних процесів ґрунтово-рослинного покриву густо населеного району. Створено карту та відповідно оцінено зміни земельних ресурсів досліджуваної території.

***Практичне значення отриманих результатів.*** Результат магістерської роботи має практичне значення для управління земельними ресурсами Маловиськівської об'єднаної територіальної громади Кіровоградської області.

## РОЗДІЛ 1

### ДЕГРАДАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ

#### 1.1. Визначення поняття деградації земельних ресурсів

Земельні ресурси є невід'ємною частиною багатства народу. Саме земля, протягом багатьох століть залишалася головним ресурсом держави, джерелом добробуту і процвітання. Інтенсивні темпи росту населення та викликана ним необхідність інтенсифікації сільськогосподарського виробництва вимагає збільшення площі орних земель. Масштабне освоєння земельних територій, окрім позитивних наслідків призводить до деградації земельних ресурсів. Протягом останніх кількох десятиліть деградація земельних ресурсів перестала бути виключно економічною проблемою, адже впливу піддається не тільки якість продукції, а й екологічні умови території [1].

Проблема деградації ґрунтів на загальному фоні зростаючої загрози глобальної екологічної кризи займає провідне місце в світі. Важливість її визначається тим, що не можна зберегти рослинний покрив, тваринний світ, чисту воду і повітря без збереження родючості ґрунтового покриву та подолання процесів деградації ґрунтів, які унеможливають нормальне функціонування біосфери та екологічного благополуччя людей.

Ґрунт, будучи елементом ландшафту, знаходиться протягом багатьох років у динамічній рівновазі з іншими компонентами біосфери, тому будь-яке порушення цієї рівноваги (як правило, це пов'язано з нераціональною діяльністю людини, що розриває природні зв'язки всередині компонентів біосфери) призводить до втрати ґрунтом своїх основних властивостей, що стає причиною їхньої деградації. Іншими словами, деградація порушує екологічні функції ґрунтів у біогеоценозі.

Якщо ґрунт не зазнав процесів деградації, він сам впливає не лише на елементи ландшафту, біогеоценозу, а й на літосферу, атмосферу, гідросферу та біосферу природної екосистеми.

Під екологічними функціями ґрунтів розуміються такі властивості, які впливають на умови життя Землі у всьому її видовому розмаїтті. У наземних екосистемах ґрунт виконує численні та різноманітні функції. Важливо уявити спочатку ґрунтові біогеоценотичні функції, маючи на увазі участь ґрунту в житті елементарних одиниць біосфери - біогеоценозів, що єднає живі організми і середовища їх проживання на невеликих однорідних територіях.

Земля, в якій незворотно порушені екологічні функції і яка протягом тривалого часу характеризується зниженою продуктивністю сільськогосподарських культур, слід визнати деградованою.

Оскільки головною властивістю землі є родючість, деградація земель включає й поняття деградації ґрунтів, тобто погіршення корисних властивостей і родючості ґрунту внаслідок впливу природних чи антропогенних факторів.

У загальному, процес деградації досить повільний, практично непомітний процес, яким зазвичай нехтують або залишають непоміченим, принаймні протягом початкової стадії. Земля, перебуваючи у стані деградації, надзвичайно складно відновлюється і вимагає значних капіталовкладень. Причини деградаційних процесів можуть бути досить різноманітними і залежати не лише від території, а й від біофізичних, соціо-економічних та політичних факторів. Природні небезпеки, зміна кількості населення, політична нестабільність, нераціональне використання природних ресурсів, економічні та соціальні проблеми є одними із ключових аспектів, що мають вплив на деградаційні процеси [15].

На жаль, на даному етапі відсутнє єдине визначення стосовно того, що таке деградація земельних ресурсів. Це поняття часто означає зниження чи втрату біологічної і економічної продуктивності і складної структури ґрунтів орних земель, погіршення їхнього стану, складу, корисних властивостей і функцій та інших органічно пов'язаних із землею природних компонентів.

Процес «деградації» включає у себе фізичні, хімічні та біологічні процеси.

Фізичні процеси являють собою зміну у структурі ґрунту, забруднення навколишнього середовища, нераціональне використання природних ресурсів, а

також погіршення структурно-агрегатного складу, їх морфогенетичної, гідрофізичної будови або гідрологічного режиму ґрунтового покриву.

Фізична деградація виражається в погіршенні ґрунтової структури і всього комплексу фізичних властивостей, тобто в руйнуванні фізичної основи ґрунту, і розвивається всюди, де застосовуються надмірні навантаження механічного, хімічного, фізико-хімічного, водного або біологічного характеру. Фізична деградація може бути обумовлена різними природними факторами і розвиватися в умовах природних біогеоценозів в результаті зміни кліматичних умов, природних процесів вивітрювання, денудації, ерозії, опустелювання і т.д.

Механічна деградація ґрунтів виражається у винесенні вузьколистих і колоїдних частинок з поверхневих горизонтів ґрунтів. Винос частинок може відбуватися як під впливом вітру (вітрова ерозія, або дефляція), так і під впливом поверхневого стоку. До форм механічних порушень відносяться також руйнування ґрунтів при дорожньому будівництві, будівництві газо- і нафтопроводів, при видобутку корисних копалин, при здійсненні сільськогосподарської діяльності, в особливості випасу худоби і оранки. Крайнім ступенем фізичної деградації є повне знищення ґрунту як природного об'єкта, аж до стану гірської породи або в ландшафтному плані до стану абіотичної пустелі.

Фізична деградація є одним з найпоширеніших типів руйнування ґрунту, за яким розвивається ризик брилоутворення, розпилення, переущільнення, нестача продуктивної вологи у період формування генеративних органів, погіршення структури. На таких ґрунтах значно погіршується адаптація рослин до змін клімату, посушливих умов і нестачі вологи.

Хімічні процеси включають підкислення, вилуговування, засолення, зниження катіонного складу утримуючої здатності, зниження родючості ґрунтів. Хімічна деградація визначається хімічною природою і концентрацією речовин-забруднювачів, природними умовами, режимом господарського використання території і підпорядковується складним закономірностям. Процес деградації починається з надходження речовин-забруднювачів у ґрунт. У русі речовин-

забруднювачів по ходу геохімічного потоку можна виділити наступні стадії: розведення, змішування, перенесення, осадження, винос, розсіювання.

Хімічна деградація ґрунтів неминуха при будь-якій діяльності підприємств агропромислового комплексу, а при розвитку виробництва, зростання урбанізації, розширення транспортної мережі, порушення ґрунту можуть досягати гігантських розмірів.

Біологічна деградація являє собою скорочення чисельності видового різноманіття і оптимального співвідношення різних видів мікроорганізмів, забруднення ґрунту патогенними мікроорганізмами, погіршення санітарно-епідеміологічних показників [27]. Ґрунтові організми забезпечують здійснення багатьох екологічних функцій ґрунтів, в тому числі певні етапи кругообігу біогенних елементів, вони ж підтримують в ґрунті гомеостаз за багатьма її властивостями. При будь-яких видах деградації ґрунтів першими на них реагують саме організми.

Комплекс ґрунтових організмів (ґрунтова біота) більш стійкий функціонально, ніж структурно. Тому, в першу чергу, порушується біорізноманіття, відбувається його збіднення, йде перегрупування популяцій, змінюються домінуючі і часто зустрічаються види, деякі взагалі зникають, можуть з'являтися і нові види, часто шкідливі.

Всі види деградації можуть проявлятися різною мірою – від дуже слабкої до дуже сильної. Ступінь деградації характеризується величиною відхилення параметрів ґрунту від його аналога, що приймається як недеградований ґрунт. Ступінь деградації може виражатися як за допомогою кількісних параметрів, так і на основі якісних показників (зокрема непрямих). Вирізняються такі ступеня деградації: відсутність деградації, слабка, середня, сильна, дуже сильна.

Інтенсивність процесів деградації визначається темпами змін властивостей ґрунтів, величиною негативних змін параметрів деградованих ґрунтів за певний відрізок часу. Інтенсивність деградації (на відміну від її ступеня) виявляється при повторних обстеженнях того ж об'єкта. Найбільш об'єктивно інтенсивність деградації встановлюється у тих випадках, коли ступінь деградації виражається

безпосередньо за допомогою кількісних параметрів (наприклад, достовірне зниження вмісту гумусу на ріллі може бути зафіксовано при повторному обстеженні вже через 5–7 років).

У свою чергу, до деградованих земель відносяться: а) земельні ділянки, поверхня яких порушена внаслідок розвитку ерозійних процесів, зсувів, карстоутворення, повеней, добування корисних копалин тощо; б) земельні ділянки з еродованими, перезволоженими, з підвищеною кислотністю або засоленістю, забрудненими хімічними речовинами ґрунтами та інші.

Ще одним критерієм деградації земель є втрата або можлива втрата продуктивності та родючості внаслідок природних чи антропогенних факторів.

Деградаційні процеси виражаються по-різному, у залежності від місця розташування. Тому це ускладнює процес оцінювання деградації земельних ресурсів через відсутність ефективних методів та відповідних критеріїв для кількісного аналізу самого процесу.

У питаннях деградації ґрунтів важливо встановити пріоритети, окреслити проблемні території, налагодити їх системний моніторинг і потім сформувавши план подолання деградаційних явищ. Не менш важливим є розрахунок економічних збитків від деградації земель, що автоматично актуалізує цю проблему і усуває потребу її пропаганди.

Критеріями оцінки деградації земельних ресурсів можуть бути фізичні/біологічні процеси (наприклад, зниження генетичної різноманітності, зникнення видового різноманіття, ерозія та забруднення ґрунту) та соціо-економічні процеси (зниження продуктивності сільського господарства, збільшення витрат на очистку води, відсутність інфраструктури та дефіцит робочої сили).

На практиці різні індикатори, такі як ерозія ґрунту та зниження родючості, засолення та втрата рослинного покриву, використовуються для оцінки стану земельних ресурсів, що у подальшому дає змогу оцінити стан деградації ґрунту для певної території, використовуючи кілька індикаторів разом.

## 1.2. Причини деградації земельних ресурсів

Деградація ґрунтів може бути обумовлена великою кількістю різних факторів як природних, так і антропогенних. Природні чинники деградації, включаючи катастрофічні явища, виявляються локально, на обмежених площах і призводять до істотних змін властивостей ґрунтів. Водночас у багатьох випадках деградація ґрунтів відбувається за комбінованої участі природних та антропогенних факторів.

Причому антропогенна дія зазвичай провокує активізацію природних процесів, які до впливу людини були відсутні або були в пригніченому стані. Наприклад, розорювання ґрунтів на схилах різко активізує їх змив, непомірний випас худоби на легких ґрунтах у пустельно-степовій зоні — вітрову ерозію, обробіток просапних культур активізує мінералізацію гумусу, порушує його баланс у ґрунті тощо [31].

Часто буває складно розрізнити природні та антропогенні фактори деградації, оскільки і ті, й інші спричиняють подібні процеси. Наприклад, процеси вторинного засолення ґрунтів мають невеликі особливості лише на початку свого розвитку і нічим не відрізняються від природних процесів засолення ґрунтів у розвиненій формі. В результаті надійне судження про вторинне засолення ґрунту конкретної ділянки можливе лише на основі тривалого моніторингового спостереження. Аналогічні приклади можуть бути наведені по відношенню до водної та вітрової ерозії, вторинного засолення, перезволоження та заболочування.

Нереалізована загроза виникнення та розвитку процесів деградації є потенційною небезпекою розвитку деградації ґрунтів та земель, та пов'язана з наявністю природних та/або антропогенних передумов на території ландшафту, які у поєднанні з деякими додатковими впливами можуть спричинити деградацію. Як природні та/або антропогенні передумови можуть виступати склад, будова природних або природно-антропогенних геосистем, процеси їх



функціонування, також впливу на геосистеми в цілому або на окремі їх компоненти.

Так, потенційна небезпека розвитку водної ерозії ґрунтів існує в умовах розчленованого ландшафту на схилах у регіонах із зливовим характером випадання опадів, і реалізується вона на ріллі при механічній обробці ґрунтів без дотримання протиерозійної агротехніки, а на пасовищних угіддях — при порушенні суцільного рослинного ґрунту худобою, утворення незахищених рослинністю скотобійних стежок та ділянок з вибитим травостоем. У регіонах з потенційною небезпекою розвитку вітрової ерозії за певних умов (нерозмірних антропогенних впливів) створюються передумови виникнення дефляційних процесів.

Велика потенційна небезпека розвитку деградаційних процесів: перезволоження, заболочування, засолення – існує на території зрошувальних меліоративних систем при недотриманні спеціальної агротехніки, раціональних норм та способів поливу, що призводять до підвищення рівня мінералізованих ґрунтових вод.

Основними причинами деградації ґрунтів є нераціональне землекористування, порушення співвідношення природних екосистем та агроекосистем, застосування неправильної системи обробітку ґрунту тощо [33].

Найвагомішим фактором безумовно є надмірне оранка. Глибока обробка, що часто застосовується, робить ґрунт беззахисним перед впливом зовнішнього середовища. Як результат – мінералізація органічної речовини та ерозійні процеси. Верхній шар рік у рік перебуває в зруйнованому стані, тому що в періоди між оранки ні мікроорганізми, ні структура ґрунту відновлюватися просто не встигають.

Саме неправильна обробка є коренем усіх проблем, пов'язаних зі зниженням родючості земель. Дощова вода, нехай навіть у великій кількості, має без проблем вбиратися ґрунтом. Основними причинами чому цього часто не відбувається є:

- порушення структури верхнього шару ґрунту. Це той шар, який відповідає за проникнення вглиб потрібних об'ємів води та повітря. Його структура формується хробаками та мікроорганізмами. Після чергового глибокого оранки чи культивування структура руйнується. У принципі, якщо проводити таку обробку, припустимо, раз на 4 роки, то вона встигатиме відновлюватися;
- утрамбування тяжкою агротехнікою. І винні в цьому не виробники агрегатів. Просто ґрунт, без нормального верхнього шару, стає по суті беззахисним. І важкі колеса тракторів продавлюють її сильніше ніж зазвичай. Частково ця проблема вирішується їх заміною на ту ж гумову гусеницю, але в нашому випадку це не допоможе;
- ще однією причиною зниження родючості, певною мірою, вважається некоректне застосування мінеральних речовин та пестицидів.

Спалювання соломи та стерні в полі є дуже поширеним явищем та призводить до безповоротної втрати понад 1,5 – 2,0 т органічної речовини та 10-15 кг азоту. Окрім того, гинуть активні мікроорганізми, ґрунт пересушується та вигорає органічна речовина; погіршуються фізико-хімічні властивості та структурність ґрунту (знижуються умови накопичення вологи, що призводить до його ущільнення), знижується інтенсивність процесів амоніфікації та нітрифікації, у результаті чого відбувається погіршення азотного живлення сільськогосподарських культур; посилюється вітрова ерозія.

Тривале зрошення земель різко змінює агрофізичний стан ґрунтів, при цьому істотно зменшує кількість агрономічно цінних агрегатів в орному та підорному горизонтах. Причиною деградації структури є спільний вплив зменшення запасів органічних речовин у ґрунті та тривалий механічний його обробіток і засолення.

Найагресивнішими за дією на ґрунт серед усіх видів мінеральних добрив є азотні, окрім калієвої, натрієвої і кальцієвої селітр. Уже під час розчинення амонійних і амонійно-нітратних добрив у результаті їх гідролізу у ґрунт

виділяється кислота. Далі, внаслідок абіотичного і біологічного вбирання амонію та нітрифікації, цей процес посилюється. Таким чином це призводить до дегуміфікації та загального погіршення властивостей ґрунту. Особливо руйнівним є внесення водного технічного та рідкого синтетичного аміаку. У місцях його підвищеної концентрації гумус розчиняється і «тече», у результаті гинуть мікро– та мезофауна і флора, відбувається дегуміфікація, декальцинація, деструктуризація, що призводить пізніше до погіршення агрофізичних та агробіологічних властивостей ґрунту.

Можна виділити також й інші причини, які впливають на деградацію земель з вини людини: надмірна вирубка лісів, осушування боліт, перевипасання худоби, промислова діяльність та урбанізація тощо. Усі вони знищують рослинний покрив, що призводить до підвищеного темпу ерозії.

Збільшення населення Землі потребує доступного продовольства, тому сільгоспвиробники вирубують ліси під ріллі та пасовища. Найчастіше дерева поступаються своїм місцем плантаціям кави, сої, олійних пальм, кукурудзи, пшениці. Тваринництво теж робить свій внесок: наприклад, соєю і кукурудзою годують мешканців молочних і м'ясних ферм. Зниження лісистості заради виробництва цих сільгоспкультур веде до ерозії та виснаження ґрунту. Згодом вона втрачає родючий верхній шар і стає непридатною для вирощування.

Вирубка лісів сприяє вимиванню поживних речовин з ґрунту (зокрема, сполук нітрогену приблизно в 45 разів), втраті вологості, затопленню низинних місцевостей, посиленню водної та вітрової ерозії ґрунтів, опустелюванню. Важко повірити, що навіть у пустелі Гобі чотири тисячоліття тому вирощували хліб, а Лівійська пустеля була житницею могутнього Риму. Вирубування лісів і зумовлені нею ерозія та опустелювання призвели до загибелі стародавніх центрів землеробства у Сирії та Пакистані. Найбільш небезпечне знищення лісів на рівнинах у вологих тропіках, де майже 85% біогенних елементів рослини отримують з опалого листя, та в районах вічної мерзлоти (порушення температурного режиму, заболочування місцевості).

Болота мають неоціненне екологічне значення, адже це унікальні екосистеми з неповторним розмаїттям видів рослин і тварин. Болота формують стік річок і клімат навколишніх територій, запобігають замуленню річок, затримуючи продукти розпаду; поглинають і утримують забруднювальні речовини; є джерелом кисню, а також регулюють вологість, температуру, радіоактивний фон. Осушення боліт та перезволожених територій для отримання паливного матеріалу, площ для будівництва та сільськогосподарського виробництва триває протягом розвитку людства. Але який би господарський результат не очікувався, осушення завжди призводить до деградації і знищення існуючих на осушених площах природних угруповань.

Перевипасання худоби також спричиняє знищення трав'яного покриву, неможливість відновлення родючості внаслідок втрати детриту та подальшу ерозію. Щоб прогодувати велику череду, потрібні величезні пасовища. Тварини з'їдають тисячі тонн трави. Крім того, перевипас веде до того, що родючі шари йдуть вниз, ґрунт втрачає здатність фільтрувати воду - це ускладнює зростання рослин. Скупчення на полях великої кількості відходів життєдіяльності тварин у довгостроковій перспективі призводить до погіршення здоров'я ґрунту та викидів парникових газів.

Зведення будівель, доріг та іншої інфраструктури порушує дренажну систему та нормальну циркуляцію води. Асфальт не пропускає воду, тому вона накопичується на узбіччях, затоплюючи довколишні землі. Також будівництво завдає удару по біорізноманіттю, що негативно позначається на родючій функції ґрунтів.

Є кілька фізичних факторів, що спричиняють деградацію ґрунту, що відрізняються за манерою, в якій вони змінюють природний склад та структуру ґрунту. Опади, поверхневий стік, повені, вітрова ерозія, обробіток ґрунту та масові переміщення призводять до втрати родючого верхнього шару, що погіршує якість ґрунту. Всі ці фізичні фактори призводять до різних типів ерозії ґрунту (головним чином, водної та вітрової ерозії) та дій з відриву ґрунту, та їх фізичні сили в кінцевому підсумку змінюють склад та структуру ґрунту,

зношуючи верхній шар ґрунту, а також органічну речовину. У довгостроковій перспективі фізичні сили та процеси вивітрювання призводять до зниження родючості ґрунту та несприятливих змін у структурі ґрунту.

Ерозія ґрунту є комплексом процесів, пов'язаних з видаленням частинок з поверхні ґрунту із-за тимчасового поверхневого стоку і вітру. Сила прояву ерозії в здебільшого обумовлена такими групами факторів: природними, переважно кліматичними, рельєфними, ґрунтовими властивостями, рослинністю та соціальноекономічними. Слід зазначити, що природні фактори створюють умови для ерозії, в той час як неправильна господарська діяльність людини сприяє її розвитку.

Поверхневий стік є необхідною умовою водної ерозії. Існує три основних типи поверхневого стоку, стік опадів, стік талих вод і стік зрошувальної води, які можуть спричинити ерозію. Зазначені типи відрізняються не тільки походженням стоку, а й механізмом процесу та ступенем заподіяння шкоди.

Вітрова ерозія поширена на ґрунтах, які позбавлені рослинності. Розрізняють щоденну вітрову ерозію та пилові(чорні) бурі. Останні можуть повністю зруйнувати родючий шар ґрунту.

Про небезпеку ерозії можна судити, порівнюючи інтенсивність ерозії ґрунту з інтенсивністю його втрати. Якщо інтенсивність ерозії мала інтенсивності ґрунтів, то ерозія вважається нормальною, а якщо вона велика, то прискорена.

### **1.3. Сучасний стан деградованих земель України**

Сучасне використання земельних ресурсів, як зазначають фахівці, не відповідає вимогам збалансованого природокористування у зв'язку з порушенням екологічно допустимого співвідношення площ ріллі, природних кормових угідь, лісових насаджень. Значна частина продуктивних ґрунтів втратила родючість. У зв'язку з недостатнім внесенням органічних, мінеральних добрив, забрудненням у сучасних умовах відбувається деградація земельних ресурсів [28].

Через недалекоглядність окремих аграріїв та прагнення до швидкого прибутку, заходи щодо покращення ґрунтів у країні скоротилися до мінімуму, деякі роботи взагалі не проводяться. Сільгоспідприємства, які зацікавлені у збереженні та відновленні родючості ґрунтів, сьогодні скоріше виняток, ніж правило. В результаті якість ґрунтів продовжує погіршуватися. За даними фахівців, найбільш характерні для українських ґрунтів негативні зміни пов'язані із втратою гумусу та поживних елементів, ерозією верхнього шару, руйнуванням структури, підкисленням, засоленням, забрудненням радіонуклідами, пестицидами, важкими металами тощо [29].

В Україні загострення проблем деградації земель та опустелювання відбувається також через швидкі темпи зміни клімату, що супроводжується підвищенням середньорічних температур, інтенсивністю екстремальних погодних явищ, у тому числі засух, які охоплюють раз у 2-3 роки до 30% території країни, а раз на 10-12 років від 50 до 70% її загальної площі. Внаслідок деградації земель протягом 1986-2010 років, вміст гумусу зменшився на 0,22% і становить 3,14% [35].

Нині значна частина земель сільськогосподарського призначення руйнується в результаті деградаційних процесів – сонячної, вітрової ерозії, і навіть антропогенних навантажень. Кількість земель в Україні, пошкоджених водною ерозією, досягло 32% загальної площі. Із них 68 000 га повністю втратили гумусовий горизонт [36].

Таким чином, негативні процеси як природного, так і техногенного характеру впливають на стан земель сільськогосподарського, лісогосподарського та іншого призначення, що викликає необхідність застосування комплексу відповідних адекватних заходів.

На території України спостерігається досить складна екологічна ситуація ґрунтового покриву. Середньорічний обсяг промислових викидів сягає близько 1,9 млрд тонн, забруднених стічних вод – 22 км<sup>3</sup>, а газоподібних викидів в атмосферу – понад 20 млн тонн. Дані шкідливі речовини поширюються до 1,5 км від епіцентру забруднення. В пробах ґрунту деяких промислових зон Донбасу,

Бурштина, Калуша, Роздола, Червонограда концентрація тяжких металів часто в 5–10 разів перевищує гранично допустимі рівні, таким чином, в результаті випадання промислових опадів, деградуються природні та антропогенні біоценози, погіршуються фізико-хімічні властивості і біологічна активність ґрунту, збіднюється видовий склад і чисельність фауни, посилюються деградаційні процеси, що призводить до виникнення нового надзвичайно небезпечного явища окиснення ґрунтів. У сільськогосподарській продукції нагромаджуються токсини, а також знижується врожайність зернових культур на 20–30 %, овочів – 25–30 %, соняшнику – 15–25 %, плодових – на 15–20 %, кормових культур – 23–28 %.

Досить велика площа ґрунтів, які зазнали ерозії, поширені на орних землях у Вінницькій, Одеській, Чернівецькій, Луганській, Донецькій і Тернопільській областях. Саме там середньорічний змив ґрунтів становить 24,5–27,8 т/га. За останні 30 років, у складі орних земель, площа слабозмитих ґрунтів на території України підвищилась на 30 %, а середньо- і сильнозмитих ґрунтів – на 25 %, при цьому на Поліссі – на 30,5 %, в Лісостепу – на 18,2 %, Степу – на 14,1 %, Кожен рік площі еродованих земель збільшуються на 75–80 тис. га.

Внаслідок ерозійних процесів з площі сільськогосподарських угідь у середньому за рік змивається до 500 млн тонн родючого ґрунту, який містить до 24 млн тонн гумусу, 9,4 млн тонн калію, 0,964 млн тонн азоту та 0,678 млн тонн фосфору, що рівно 320–330 млн тонн органічних добрив. Еколого-економічні збитки у результаті ерозії перевищують 9 млрд грн. Втрати продукції рільництва від ерозії, за оцінками експертів, перевищують 9–12 млн тонн зернових одиниць у рік [38]. Розповсюдження деградації ґрунтів в Україні (за даними В. В. Медведєва та ін. в рамках європейського проекту SOVEUR, наданим «Інститутом ґрунтознавства та агрохімії ім. О. М. Соколовського») наведено у табл. 1.1 [44].

Одним із небезпечних процесів деградації ґрунтів вважається втрата гумусу. У середньому зменшення вмісту запасів органічної речовини в українських ґрунтах становить 0,5 т/га на рік. За результатами 10 туру

агрохімічної паспортизації земель середній показник утримання гумусу становить 3,16%, що вважається підвищеним рівнем забезпеченості. Фахівці кажуть, що дегуміфікація ґрунтів обумовлена значним скороченням внесення органічних добрив. За даними Держстату України, у 2019 р. внесення органічних добрив на одиницю площі сільськогосподарських угідь становило 274,3 кг/га (для порівняння, у 2000 р. показник був 692,9 кг/га).

Таблиця 1.1

Поширення деградації ґрунтів в Україні

<b>Процеси деградації</b>	<b>Частка орних земель, %</b>
Втрата гумусу і поживних речовин	43
Ущільнення	39
Запливання і кіркоутворення	38
Водна ерозія	17
Підкислення	14
Заболочування	14
Забруднення радіонуклідами	11,1
Вітрова ерозія, втрата верхнього шару ґрунту	11
Забруднення пестицидами та іншими органічними речовинами	9,3
Забруднення важкими металами	8
Засолення, олузнення	4,1
Водна ерозія з утворенням ярів	3
Побічні дії водної ерозії	3
Деформація земної поверхні вітром	0,35
Аридизація ґрунту	0,21

Підкислення, засолення та осолонцювання, забруднення важкими металами, пестицидами та іншими токсичними речовинами також спричиняють втрати якості ґрунтів.



Кислі ґрунти поширені переважно у Поліссі, Лісостепу та в регіонах Карпат, Прикарпаття та Закарпаття. Загальна площа кислих ґрунтів становить близько 11 млн. га, включаючи 4,4 млн. га ріллі. Великі площі підкислених ґрунтів знаходяться у Вінницькій та Кіровоградській областях. Солонцеві комплекси займають 4,1 млн. гектарів ґрунтів, включаючи 2 млн. гектарів ґрунтів орних земель. Великі площі солончаків має Херсонська область.

Найбільше забруднення ґрунтів важкими металами спостерігається у таких областях як Луганська, Хмельницька, Донецька та Київська (загальна забруднена площа становить близько 5 млн. га).

Ґрунти забруднюються відпрацьованими газами тракторів, комбайнів, автомобілів, олівами та паливом, що витікають з них під час роботи на полях, а також техногенними викидами промислових підприємств — кислотними опадами, важкими металами, радіонуклідами. Приблизно 20% ґрунтів в Україні забруднені, 17,7% — підкислені, 3,7% — підлужені та 2,8% засолені.

Техногенно забруднені землі характерні для індустріальних міст України (Алчевськ, Вінниця, Київ, Кривий Ріг, Маріуполь), а також навколо об'єктів нафтогазового комплексу та придорожніх смуг. Загальна площа техногенно забруднених земель України становить 20% площі всіх сільськогосподарських угідь [24, 29].

Внаслідок радіоактивного забруднення активність ґрунтів значно змінилася. Внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС та подальшого поширення радіонуклідів, радіоактивне забруднення в Україні охопило територію понад 4,5 млн. гектарів сільськогосподарських угідь. Через високий рівень забруднення 180 тис. гектарів сільськогосподарських угідь виведено з обороту. У 30-кілометровій зоні з господарського обороту за 1986-1987 рр. в 1986 році виведено 58 тис. гектарів, включаючи 33 тис. гектарів ріллі, і навіть 2,2 тис. гектарів присадибних ділянок. Вплив радіації зазнали Житомирська, Рівненська та Київська, Черкаська області.

Безповоротну шкоду завдає ґрунту відведення сільськогосподарських земель, особливо ріллі, під будівництво фабрик, заводів, електростанцій, відкритих гірничих розробок, доріг та міст, військових полігонів тощо.

Підводячи підсумки про катастрофічний стан українських ґрунтів, можна додати, що земельні ресурси нашої держави потребують невідкладних науково обґрунтованих заходів, спрямованих на відновлення родючості ґрунтів та отримання екологічно чистих продуктів харчування.

#### **1.4. Висновки до розділу 1**

Ґрунт — найцінніший і незамінний природний ресурс. Він — глобальний нагромаджувач сонячної енергії, основа життя рослин, тварин і людини, центральний елемент агроecosystem.

Проблема деградації ґрунтів на загальному фоні зростаючої загрози глобальної екологічної кризи займає провідне місце в світі. Важливість її визначається тим, що не можливо зберегти рослинний покрив, тваринний світ, чисту воду і повітря без збереження родючості ґрунтового покриву та подолання процесів деградації ґрунтів, які унеможливають нормальне функціонування біосфери та екологічного благополуччя людей.

Нині значна частина земель сільськогосподарського призначення руйнується в результаті деградаційних процесів – сонячної, вітрової ерозії, і навіть антропогенних навантажень. Кількість земель в Україні, пошкоджених водною ерозією, досягло 32% загальної площі. Із них 68 000 га повністю втратили гумусний горизонт.

Таким чином, негативні процеси як природного, так і техногенного характеру, впливають на стан земель сільськогосподарського, лісогосподарського та іншого призначення, що викликає необхідність застосування комплексу відповідних адекватних заходів.



## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Дистанційні методи картування земельного покриття

Кожного року аерокосмічні методи стрімко розвивалися та стали частіше використовуватися у різних сферах діяльності. На теперішній час можна з впевністю сказати, що за допомогою дистанційних методів покращились способи дослідження у галузі земельних ресурсів, а також методи оцінювання стану «земельної політики ресурсів» [3,4].

Аерокосмічні методи використовуються для накопичення відомостей та для пошуку інформації у вивченні космічного простору, для цього пособу збору даних були введені різні типи апаратів, які базуються (беруть за основну алгоритм певних методів) на дистанційних або аерокосмічних методах. Якщо, більш детально занурюватися у тему застосування даних методів для дистанційного зондування Землі, слід визначити які саме апарати використовуються для збору інформаційних матеріалів у космосі для розповсюдження таким структурам, як урядовим та військовим. Найчастіше використовуються комерційні апарати, варто відзначити, що знімки, які були зроблені за допомогою цих апаратів, доступні також для широкого кола користувачів у система об'єднаних комп'ютерних мереж (інтернет). Інформаційні та візуальні (фотокартки/знімки) дані, які були отримані за допомогою використання ДЗЗ, широко застосовується в різних сферах діяльності, як додаткова програма, ці знімки експлуатують для створення та оновлення картографічного сервісу (географічних карт) [5]. Виділяють наступні методи аерокосмічного картування: фотознімання, сканерне знімання, радарне знімання, теплове знімання, спектрометричне знімання, лідарне знімання [34].

Фотознімання – фотографування поверхні у всьому видимому діапазоні спектру чи певній його частині, а також в інфрачервоному діапазоні. Широко застосовується в повітряному та космічному зніманні з метою отримання даних для створення та оновлення карт.

Сканерне знімання - знімання поверхні за допомогою оптичних або багоспектральних пристроїв – сканерів. Відміною таких пристроїв від звичайних фотокамер є те, що сканер рухаючись вздовж або вздовж і поперек маршруту знімання поступово фіксує відбиття проміню від поверхні і направляє його в об'єктив. При зніманні поверхні за допомогою сканера формується зображення з окремих елементів (пікселів), кожному з яких відповідає яркість випромінювання ділянки поверхні [12].

Радарне знімання – активний метод знімання, що спирається на випромінювання в напрямку знімаємлі поверхні сигналу та прийом його вібиття. Зазвичай радарне знімання здійснюється в радіодіапазоні за допомогою локаторів бокового огляду (ЛБО). Перевагою цього методу є можливість виконання знімань в темний час доби та незначний вплив погодних умов: туману, хмарності. Радарне знімання використовується для визначення форми поверхні (рельєфу) та вивчення її геологічної структури. Застосування методів активного радарного знімання є новітнім напрямом розвитку геоморфометрії, який корелює з традиційним морфометричним аналізом рельєфу і є перспективним для дистанційного картографування земної поверхні.

Теплове знімання – знімання в інфрачервоному діапазоні, що спирається на фіксацію теплового випромінювання поверхні та об'єктів, зумовленого сонячним випромінюванням або ендогенними процесами, та виявленні аномалій. Теплове знімання дозволяє виявляти елементи гідрографії, вивчати геологічну структуру поверхні, льодовий стан, вулканічну діяльність, температурну неоднорідність водного середовища, виявляти рельєф дна.

Спектрометричне знімання - вимірювання відбиваючої здатності поверхні чи шарів речовини. Проводиться в мікрохвильовому, інфрачервоному діапазонах, а також у видимому та ближньому інфрачервоному діапазоні. Застосовується для вивчення гірських порід.

Лідарне знімання – активне знімання поверхні шляхом неприривної фіксації відбиття від поверхні, яка опромінюється монохроматичним лазерним випроміннюванням з фіксованою довжиною хвилі. Здебільшого лідарне

знімання ведеться з носіїв з не дуже великою висотою польоту. Частота випромінювання налаштовується на резонансні частоти поглинання скануємого компоненту і таким чином у випадку наявності значних концентрацій цього компоненту відбиття значно збільшується. Застосовується для вивчення нижніх шарів атмосфери, виявлення концентрації певних елементів та з'єднань.

На даний час розроблені, випробувані і вдосконалені численні прийоми і методи вимірювання (стаціонарні, напівстаціонарні, польові, дистанційні) ґрунтової деградації і моделювання окремих процесів. Незважаючи на це, точних даних про ступінь деградації недостатньо і територіально вони представлені вкрай нерівномірно. Дослідження в області деградації ґрунтів мають безпосереднє практичне значення і спрямовані, перш за все, на розробку методів раціонального землекористування та охорони ґрунтів. Використання декількох характеристик є необхідністю для правильної оцінки стану ґрунтів. При такому підході значно підвищується якість досліджень, так як оцінюються одразу декілька функцій ґрунтових екосистем [13, 14].

Стаціонарні спостереження широко використовуються при вивченні хроноорганізації поясів ерозії (сезонної і міжрічної динаміки) в залежності від різних факторів (типу стоку, інтенсивності дощів, антропогенної діяльності, характеру рельєфу та ін.), а також при визначенні щорічних втрат ґрунту.

Напівстаціонарні спостереження також призначені для оцінки характеристик ерозійних процесів. Дана група методів включає: оцінку обсягів потокових розмивів, за якою визначають об'єм змитого ґрунту за період стоку талих вод, після випадання одієї або декількох злив; метод закладення реперів, заснований на замірюванні змін рівня поверхні ґрунту внаслідок ерозії; метод мікронівелювання - для підвищення точності вимірювання змитого і намитого шару ґрунту; метод фотопрофілювання та метод короткодистанційної стереофотометричної зйомки.

Група польових методів для оцінки ступеня деградації ґрунтів і земель використовує індикаторні показники, за якими встановлені порогові значення для визначення втрати природно-господарської значущості земель. При цьому

необхідно введення додаткових показників, які більш повно характеризують деградацію ґрунтів і земель.

Дистанційні методи оцінки деградації ґрунтів мають широке застосування і визначаються рядом переваг перед іншими методами:

- виключно тільки з використанням аерофотознімків завдяки плановому зображенню на них підстилаючої поверхні в поєднанні з високою роздільною здатністю вдається охопити розвиток ерозії цілком в межах конкретної території. Це дає можливість встановлення просторової організації ерозійно-аккумулятивного процесу;
- властивості оптико-механічної генералізації надійно диференціюють ерозійні форми, дозволяючи ідентифікувати домінуючий вид ерозії на даній ділянці;
- чудова «читабельність» на аерофотознімках ерозійних форм. Це дозволяє не тільки безпомилково їх розшифрувати, але і проводити цілий комплекс морфометричних робіт. Довжини і площі чітко відображених ерозійних утворень можуть бути виміряні на фотопланах з малою похибкою.

Дані, отримані з використанням дистанційних методів, використовуються в подальшому для картографування деградованих ґрунтів.

## **2.2. Обробка даних**

Зазвичай, перш ніж перейти до аналізування та обробки даних ґрунтів, потрібно зробити та обробити дані з оптичних та радіолокаційних знімків. Існує безліч технологій спостереження за змінами, які відбуваються з землею, найчастіше використовуються індекси вегетації, які за допомогою спектрального аналізу знімків та дистанційного зондування, передбачають виявлення показників кількості NDVI (фотосинтетичної активної біомаси)[7].

Головною метою інформаційно-дистанційного дослідження та його аналізу, є в виконанні наступних щоденних праць, задля отримання кінцевого інформаційного продукту:

- визначення показників температури земної та водної поверхні, для виявлення критичних станів, щоб мати змогу уникнути негативних наслідків;
- застосування вегетаційних індексів задля дослідження стану рослинності (NDVI, NDMI, NDDI) та аналіз стану снігового покриву землі (NDSI)
- визначення та встановлення оцінки льодової обстановки у руслі та водосховищах рік;
- щоденний моніторинг, аналіз та фіксування даних паводкової ситуації земельних ділянок.

Тематична обробка на замовлення споживачів - це інтерферометрична (геодинамічний аудит об'єктів та територій), фотограмметрична (створення ортофотопланів, обробка стереозйомки і побудова карт) обробка даних ДЗЗ, оцінка забруднення морської поверхні нафтою та фітопланктоном, визначення стану атмосфери за окремими показниками, моніторинг зимівлі озимих сільсько-господарських культур (визначаються ділянки місцевості на яких можливе вимерзання озимих сільсько-господарських культур), вирубка лісів, видобуток бурштину та багато іншого. Також забезпечується архівування космічних даних та надання архівних матеріалів споживачам[8-10].

Процес обробки даних для дистанційного зондування земляної поверхні являє собою метод, який відбувається за допомогою операційних-функцій аерокосмічних знімків, операція передбачає наступні дії із зробленим знімком: корекція; перетворення; поліпшення; візуалізація; дешифрування. Також, одна із головних функцій дослідження знімку, це застосування математичних процедур з спектральними каналами. Операційні функції, направлені на зображення місцевості з різних літальних апаратів, мають єдину головну ціль, це виявлення та отримання тематичних даних про об'єкт дослідження. Виділяють наступні два методи, які застосовуються для обробки на аерокосмічних знімків, перший метод передбачає попередню обробку та нормалізацію даних, другий метод базується на тематичній обробці отриманих даних.



Попередня обробка та нормалізація космічних знімків - це комплекс операцій зі знімками, головна мета яких полягає на усуненні різних спотворень зображень, які були виявлені після отриманні знімку. Фактори впливу на спотворене зображення можуть буди як і зовнішні (атмосфера, перешкоди пов'язані з передачею зображень по каналах зв'язку, геометричними спотвореннями та інші зовнішні фактори), так і внутрішні (напр., недосконалість реєструючої апаратури). Головні складові першого методу обробки знімків поділяються на два етапи: корекція зображення (радіометрична, атмосферна, геометрична - корекція); географічна прив'язка отриманого знімку.

Другий метод обробки аерокосмічних знімків, тематична обробка даних ДЗЗ, базується на двох складових обробки аерокосмічної зйомки: цифрові методи та алгоритми обробки. Дві складові метода, спрямовані на виявлення корисних даних із знімку, згідно з формованого тематичного завдання та поставлених цілей досліджень. Перший етап передбачає постановку та узгодження завдання. Другий етап включає процедури направлені на обробку даних з отриманого знімку, дані процедури виконуються у спеціальному ПЗ, тільки після наявних результатів проведення попередньої обробки даних знімку. На практиці, найчастіше застосовуються, наступні методи тематичної обробки даних, які дозволяють виділити необхідну характеристику об'єкту або розпізнати його: дешифрування об'єктів з використанням попередньо створеними векторними обертами; поліпшення якості отриманого зображення, що бере за основу модифікацію контрастності на знімку; шумозниження; класифікація знімку з попередніми діями, а саме, виділення у класі об'єкт дослідження; розрахунок індексів вегетації; виділення необхідних кордонів на отриманому зображенні; розрахунок фізичних параметрів знімку (наприклад визначення температури земної поверхні та інші процедури, які дозволяють за характерними ознаками та з використанням спектральних каналів виділити необхідну характеристику об'єкту або розпізнати сам об'єкт).

## Різновиди обробки ДЗЗ

<b>Вид обробки</b>	<b>Рівні обробки</b>	<b>Зміст операцій</b>
Попередня обробка	0	Розпакування бітового потоку по приладах і каналах
		Прив'язка бортового часу до наземного
Нормалізація	1А	Поділ на кадри
		Радіометрична корекція за паспортними даними датчика
		Оцінка якості зображень (% збійних пікселів)
	1Б	Геометрична корекція за паспортними даними датчика
		Географічна прив'язка за орбітальними даними і кутовому положенню КА
	1С	Географічна прив'язка за інформацією БД опорних точок (ЦКМ)
Оцінка якості зображень (% хмарності)		
Стандартна міжгалузева обробка	2	Перетворення в задану картографічну проекцію
		Повна радіометрична корекція
		Повна геометрична корекція
Рекомендована тематична обробка	3	Редагування зображень (сегментація, зшивання, повороти, зв'язування та ін.)
		Поліпшення зображень (фільтрація, гістограмні операції, контрастування та ін.)
		Операції спектральної обробки і синтез багатоканальних зображень

		Математичні перетворення зображень
		Синтез різночасових зображень і зображень з різним розширенням
		Конвертація зображень в простір дешифровочних ознак
	4	Ландшафтна класифікація
		Виділення контурів
		Просторовий аналіз, формування векторів і тематичних шарів
		Вимірювання і розрахунок структурних ознак (площі, периметр, довжини, координати)
		Формування тематичних карт

В залежності від типу космічного апарату та приладів для проведення зйомки вище зазначені рівні з попередньої обробки та нормалізації даних можуть змінюватись і реалізуються у спеціальному програмному забезпеченні на етапі створення супутника розробником.

Програмне забезпечення для обробки і візуалізації цифрових аерокосмічних зображень переаховане у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Перша група ПЗ обробки і візуалізації цифрових аерокосмічних зображень.

<b>Програмний пакет</b>	<b>Опис пакету</b>
Leica Geosystems Erdas Imagine	Дозволяє обробляти і аналізувати зображення практично від будь-яких джерел і представляти їх у вигляді закінчених інформаційних документів.

ITT VIS ENVI	Комплексне програмне рішення для візуалізації та обробки багатоспектральних аерокосмічних знімків.
Definiens Analyst	Призначений для професійної класифікації дистанційних зображень на основі нового наукового підходу об'єктно-орієнтованого аналізу, відсутнього в інших програмних пакетах обробки.
PCI Geomatics Fundamentals	Дозволяє виконувати візуалізацію, інтерпретацію і орторектифікацію цифрових аерокосмічних знімків.
Earth Resource Mapper	Використовується для створення безшовних мозаїк (з наявністю збалансованого кольору) цифрових аерокосмічних знімків.
LizardTech GeoExpress	Використовується для перекодування, зміни картографічної проекції і створення мозаїк цифрових аерокосмічних зображень.
Purdue Research MultiSpec	Програмна система інтерактивного аналізу багатоспектральних і гіперспектральних матеріалів аерокосмічної зйомки.
Open Source Software OSSIM	Високопродуктивне ПЗ з відкритим вихідним кодом для обробки даних ДЗЗ і фотограмметрії.
National Space Science Technology IVICS	Програмний засіб візуалізації, обробки і класифікації цифрових космічних знімків.
ScanEx ScanMagic	Потужний засіб візуалізації, обробки і аналізу даних ДЗЗ.

До другої групи програмного забезпечення можна віднести цифрові фотограмметричні пакети(табл. 2.3)

Таблиця 2.3

Друга група ПЗ обробки і візуалізації цифрових аерокосмічних зображень.

<b>Програмний пакет</b>	<b>Опис пакету</b>
Leica Geosystems Photogrammetry Suite	Найбільш функціональний пакет програм для фотограмметричної обробки цифрових аерокосмічних знімків.
Blue Marble Geographic Transformer	Програмний засіб геореферування, накладення і зшивання цифрових зображень
НПФ "Талка" Талка-ТДВ	Призначений для створення цифрових ортофотопланів та фотосхем, вимірювальних стереомоделей для векторизації в режимі стерео, цифрових моделей рельєфу місцевості, виготовлення кадастрових планів і топографічних електронних карт з використанням аерокосмічних знімків.

До третьої групи належать програмне забезпечення перераховане у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Третя група ПЗ обробки і візуалізації цифрових аерокосмічних зображень.

<b>Програмний пакет</b>	<b>Опис пакету</b>
MicroImages TNTmips	Програмний продукт для геопросторового аналізу і включає в себе ГІС, модулі обробки растрових зображень, автоматичного проектування, настільної картографії та просторової візуалізації.

Clark Labs IDRISI32	Інтегрований програмний пакет з можливостями ГІС і обробки цифрових аерокосмічних знімків, що складається з понад 200 програмних модулів.
Geomaticque SIGIS	Інтегрований програмний пакет обробки і геопросторового аналізу цифрових аерокосмічних знімків.
INPE / DPI SPRING	Гібридна ГІС і програмне забезпечення обробки даних ДЗЗ з об'єктно-орієнтованою архітектурою, яке інтегрує растрові і векторні дані в єдиному середовищі обробки.
ESRI ArcGIS	Класичний інтегрований комплект програмних продуктів для створення, використання і поширення ГІС масштабу організації.
MapInfo Professional	Професійна ГІС для створення, управління, аналізу і візуалізації геопросторових даних.
Free Software GRASS	Академічна ГІС для геопросторового аналізу, моделювання, управління, і візуалізації.

Сучасне ПЗ обробки даних ДЗЗ надає змогу імплементувати технологічні ланцюги цифрової обробки отриманих знімків задля вирішення тематичних завдань, починаючи від радіометричної корекції вихідних бортових растрових зображень і, закінчуючи, публікацією результуючих векторних і растрових тематичних карт.

### 2.3. Багатоспектральні космічні знімки супутників Landsat

Для виконання прикладних досліджень та наукових робіт використовуються штучні супутники Землі. Штучний супутник зазвичай це літальний космічний об'єкт (апарат), який розташували з певної цілю

навколоземної орбіти. Так, як у кожний супник має своє призначення, у розвитку агрономії дуже вадливу роль грає певний вид штучних супутників для ДЗЗ, а саме, які націлені на дослідженні природних ресурсів Землі. Дистанційне зондування землі, допомагає отримати відповіді да наділити високоякісної інформацією про особливості використання земельних ресурсів у сфері сільського господарства. За допомогою застосування космічних апаратів, ученими були проведені такі дії, як збір даних та аналізування отриманих даних, задля вивчення особливостей сільськогосподарський земель.

Запуски таких ресурсних супутників здійснювались на основі міжнародної кооперації та в рамках національних космічних програм — американської (LANDSAT, яка розвивається із 1972 року), французької SPOT та індійської IRS [39].

Програма Landsat — це проект, який дозволяє вченим отримати високоякісні знімки нашої планети. Отримання фотознімку, є дуже важливим етапом задля вивчення та визначення площі сільськогосподарських земель, для отримання інформаційних даних використовується геометричні вимірювання і стереоскопічне дешифрування, з отриманих знімків ступника. У 1971 році був запуск перший ступник, який притримувався програми Landsat, на теперішній час відомо, що останній ступник «Landsat 8» був відправлений у 2013 році. Відомо, що спорядження, яке було прикріплено до кожного ступника Landsat зробило близько мільярду знімків планети. Фотознімки, які було отримано за допомогою програми Landsat, є унікальними даними для проведення наукового аналізу та досліджень у таких галузях, як сільське господарство, створення та оновлення картографії; геологія; лісництво; освіта та інші.

Наприклад, супутник Landsat 7 (рис. 2.1) поставляє знімки в 8 спектральних діапазонах з просторовою роздільною здатністю від 15 до 60 метрів на точку; періодичність збору даних для всієї планети спочатку становила 16-18 діб.

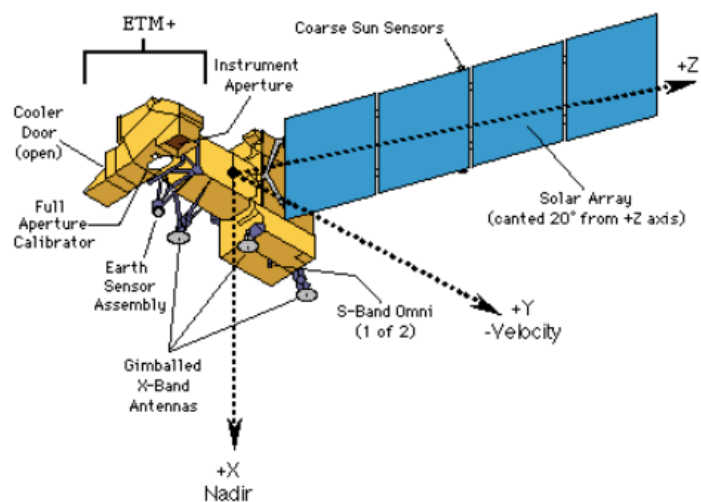


Рис. 2.1. Загальний вигляд супутника Landsat 7 із зовнішнім обладнанням

На супутниках серії Landsat стояли такі знімальні системи:

- Мультиспектральні відеокамери Return Beam Vidicon (RVB; використовувалася на Landsat-1, -2; 3 канали, 80 метрів)
- Панхроматичні відеокамери RVB (Landsat-3; 40 метрів).
- Скануючий мультиспектральний сканер: MSS (Landsat-1, 2, 3, 4, 5) [2]
- Скануючий тематичний сканер: TM (Landsat-4, 5)
- Поліпшений тематичний сканер: ETM (Landsat-6)
- Покращений тематичний сканер плюс: ETM+ (Landsat-7)

Мультиспектральні сканери MSS супутників LandSat 1-5, створені Santa Barbara Research Center (Hughes), призначені для отримання мультиспектральних знімків всі поверхні Землі. MSS є оптикомеханічною системою зі скануючим дзеркалом (період 74 мс) і телескопом рефлектором системи Ritchey-Chretien з діаметром дзеркала в 22,9 см. Просторова роздільна здатність 80 метрів, спектральні діапазони: 0.5 - 0.6 мкм (зелений), 0.7 - 0.8 мкм, 0.8 - 1.1 мкм. Калібрування детекторів походить від кожного 2 сканування.

Кварцові дзеркала телескопа кріпляться на інварових стрижнях. Система сконструйована таким чином, щоб не втрачати фокусування навіть при сильній вібрації, яку створює 36 сантиметрове берилієве дзеркало сканування, що коливається. Таке інженерне рішення дозволило США запустити супутники



LANDSAT на 5 років раніше французького супутника ДЗЗ SPOT (1986), на якому вперше використовувалася двовимірна матриця ПЗС-датчиків і не була потрібна система сканування. Складання у фокальній площині інструменту MSS складається з 24 діелектричних хвилеводів (оптичних волокон) з екструдованими торцями розміру 5 мкм, організованими масивом 4x6. Пучок волокон підводить світло до 6 кремнієвих фотодіодів та 18 фотопомножувальних трубок. Для кожного із 4 спектральних діапазонів використовувався свій набір із 6 детекторів. Радіометрична роздільна здатність кожного детектора — 0-255.

На відміну від попередніх супутників програми, на Landsat-8 (рис 2.2) (під час тестування називався Landsat Data Continuity Mission), зібраному в Аризоні компанією Orbital Sciences Corporation, використовується не скануюче дзеркало, а схема Push broom scanner з лінійними датчиками (розвиток системи ALI , протестованої на супутнику Earth Observing-1 ).

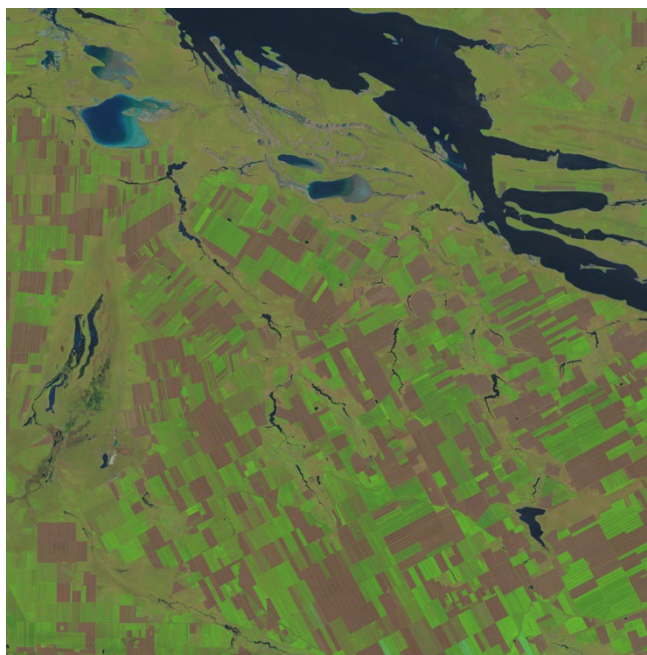


Рис. 2.2. Приклад космічної зйомки із супутника Landsat-8

У фокальній площині основного інструменту місії Operational Land Imager (OLI) встановлено 14 модулів Focal Plane Modules, у кожному модулі встановлено 10 лінійних сенсорів різних діапазонів. Телескоп OLI складається із 4 нерухомих дзеркал. В інфрачервоному інструменті Thermal Infrared Sensor (TIRS) використовується подібна схема з 3 модулями у фокальній площині та окремим телескопом з 4 лінз, виготовлених з германію та селеніду цинку.

## 2.4. Багатоспектральні космічні знімки супутників Sentinel

Sentinel — це загальна назва сімейства супутників, головною метою яких є ДЗЗ, дана місія супутників була запущена до космосу Європейським космічним агенством (ESA) у рамках програми "Коперник". Місія полягала у дистанційному моніторингу, аналізуванні даних та підтримки інформаційних та візуальних даних лісів, виявлення та фіксування покриття земельних ділянок, відстеження та аналізування стихійних лих. Ця місія складається із двох однакових супутників— Sentinel-2A і Sentinel-2B(табл. 2.5) .

Місія Sentinel-2 має наступні особливості:

- Мультиспектральні дані в 13 діапазонах: видимому, близькому інфрачервоному, і інфрачервоно короткохвильовому спектрах;
- Систематичне покриття поверхні Землі від 56° S до 84° N, прибережних вод, і всього Середземного моря;
- Проходить ті самі зони кожні 5 днів під однаковими кутами зору. Над високими широтами, проходи Sentinel-2 перекриваються, а деякі регіони будуть спостерігатися двічі або більше разів кожні 5 днів, але під різними кутами огляду(рис 2.3);
- Роздільна здатність в 10м, 20м і 60м;
- Безкоштовне та відкрите поширення даних.

Таблиця 2.5

### Характеристики супутника Sentinel-2

Стартова площадка	Космодром Куру (Франція)	
Розробники	EADS Astrium Satellites (Франція)	
Оператор	Європейське космічне агенство	
Маса, кг	1100	
Орбіта	Тип Висота, км	Сонячно-синхронна 785
Розрахунковий термін функціонування, років	7	
Спектральний діапазон	С-діапазон	

Періодичність знімання, доба	1-3												
Режим зйомки	VNIR							SWIR					
Спектральні канали	1	2	3	4	5	6	7	8	8a	9	10	11	12
Спектральний діапазон, мкм	0,44	0,49	0,56	0,66	0,70	0,74	0,78	0,84	0,86	0,94	1,38	1,61	2,19
Просторова розрізненість, м	60	10	10	10	20	20	20	10	20	60	60	20	20
Ширина полоси зйомки	290												
Періодичність зйомки, доба	Від 5 на екваторі до 2-3 в середніх широтах												

Для забезпечення частоті відвідуваності і високої доступності місії, в місії заплановано два ідентичні супутники Sentinel-2, що працюють одночасно. Орбіта є сонячно-синхронною на висоті 786 км, 14.3 обертань на день, із низхідним вузлом орбіти 10:30 ранку. Цей місцевий час було обрано як компроміс мінімізуючи покриття хмарами і забезпечуючи достатнє освітлення Сонцем. Цей час близький до місцевого часу, використаним в Landsat і відповідає супутникам SPOT, що дозволяє поєднувати дані Sentinel із історичними знімками аби будувати довготривалі часові послідовності.

Кожен супутник Sentinel-2 несе на собі мультиспектральний прилад з 13 спектральними каналами у видимому, близькому інфрачервоному (VNIR) і інфрачервоному з короткими хвилями (SWIR) спектральних діапазонах.

В камері MSI використано концепцію повздовжнього сканера і його структура здебільшого відповідає умовам роботи при великому захваті в 290 км, а також високими геометричними і спектральними характеристиками, необхідними для вимірювання. Він має діафрагму в 150тмм і конструкцію із тризеркальним антистигматом із фокусною відстанню приблизно в 600 мм; його кути зору становлять приблизно 21 градус на 3.5 градуси. Дзеркала прямокутні і виконані із карбіда-кремнію по сучасній технології.

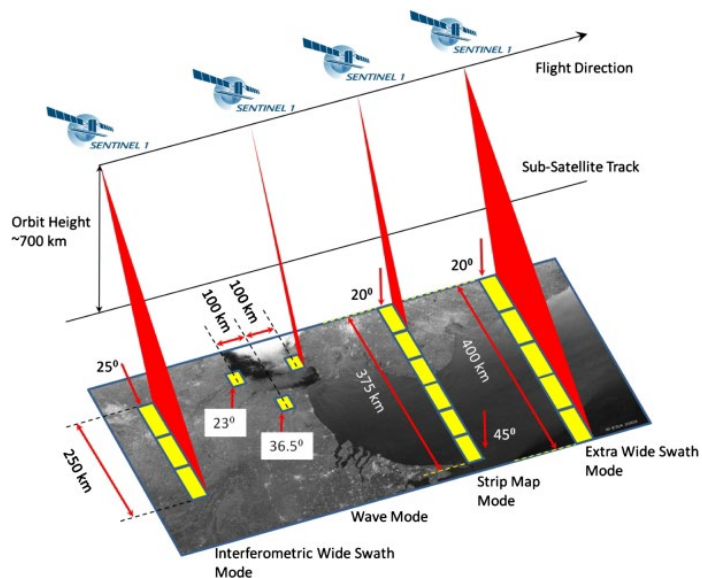


Рис 2.3. Процес створення багатоспектрального космічного знімку супутником Sentinel

## 2.5. Програмне забезпечення ENVI

ENVI (ENvironment for Visualizing Images) – це програмний комплекс для візуалізації, аналізу, обробки та перетворення даних, які отримують системи ДЗЗ. Комплекс підтримує велику кількість графічних та векторних форматів, які використовуються системами ДЗЗ, графічними редакторами, системами автоматизованого проектування та геоінформаційними системами, і дозволяє проводити «майже наскрізну» обробку інформації — від імпорту даних ДЗЗ із мінімальними рівнями попередньої обробки до отримання картографічного продукту, придатного безпосереднього використання у геоінформаційних системах.

Перша версія ПК було випущено американською фірмою RSI Inc. 1994 року. У травні 2006 року RSI Inc. була придбана корпорацією ITT і стала іменуватися як ITT Visual Information Solutions (ITT VIS, з осені 2011 року - ITT Exelis), а першою версією, випущеною під маркою ITT VIS, стала ENVI 4.4. Станом на середину 2012 року останньою версією продукту є ENVI 5, що вийшла у квітні 2012 року, однак переважна кількість користувачів поки що працюють у двох попередніх версіях - ENVI 4.7 та ENVI 4.8 (рис. 2.4).

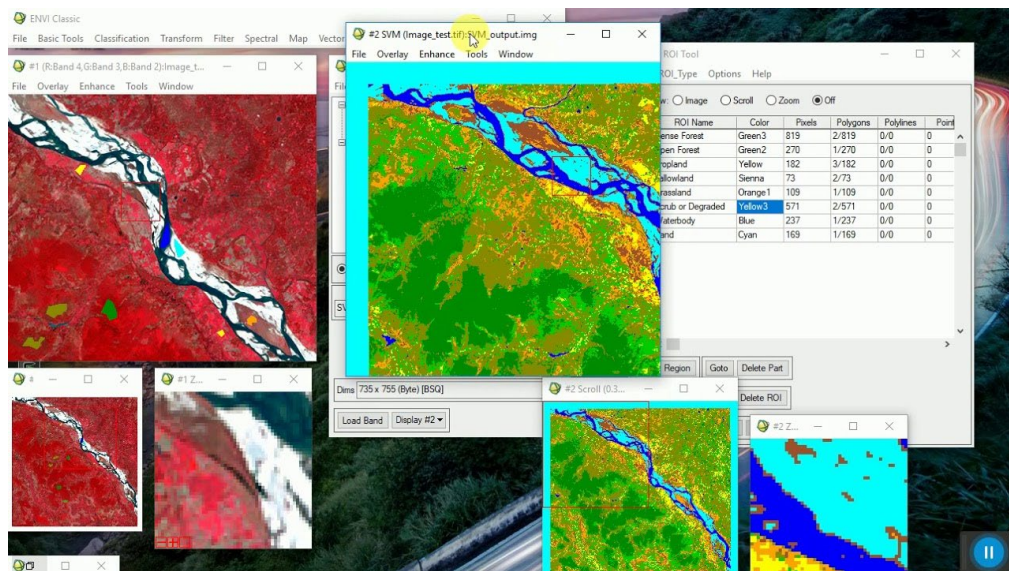


Рис. 2.4. Інтерфейс ENVI 4.8

Основою архітектури ПК ENVI є мова програмування IDL, розроблена в 1970-х роках спеціально для обробки зображень систем ДЗЗ, а також астрономічних та медичних приладів. Більшість функцій ENVI при запуску викликають IDL-скрипти, які здійснюють обробку даних. Залежно від типу постачання продукту може бути можливим безпосередній виклик середовища програмування IDL.

Програмний комплекс ENVI ліцензований провідними операторами космічних даних, одержуваних із супутників QuickBird, Ikonos, Orbview, Cartosat-1, Formosat-2, Resourcesat-1, SPOT, IRS, Landsat й ін.

ENVI призначений для візуалізації й обробки даних і містить у собі набір інструментів для проведення повного циклу обробки даних від ортотрансформування й просторової прив'язки зображення до одержання необхідної інформації і її інтеграції з даними ГІС.

ENVI містить спектральні бібліотеки, алгоритми та інструменти для виконання спектрального аналізу, які постійно оновлюються. Інструменти вилучення просторових та спектральних профілів з мультиспектральних та гіперспектральних знімків ENVI надають користувачу нові шляхи для аналізу багато-мірних даних. Комплекс робочих процесів THOR (Tactical Hyperspectral

Operational Resource) ENVI, призначений для спеціалізованої обробки гіперспектральних даних, включає наступні процеси:

- виявлення аномалій (THOR Anomaly Detection);
- атмосферна корекція (THOR Atmospheric Correction);
- виявлення змін (THOR Change Detection);
- виявлення ліній комунікацій (THOR LOCs - Water and Trails);
- оцінка стану рослинності (THOR Stressed Vegetation);
- виявлення цільових об'єктів (THOR Target Detection).

ENVI підтримує широкий діапазон растрових і векторних форматів, таких як ESRI SHP, MapInfo TAB, MapInfo MID/MIF і багато ін. Можливе створення й редагування растрових і векторних шарів, перегляд і редагування атрибутивних таблиць.

Програмний комплекс ENVI відповідає всім основним вимогам, необхідним при обробці зображень, та включає в себе наступні основні функції:

- візуалізація й обробка даних дистанційного зондування;
- обробка та глибокий спектральний аналіз мультиспектральних і гіперспектральних зображень;
- просторова прив'язка зображень;
- ортотрансформування;
- створення ЦМР на основі стереозображень;
- тривимірна візуалізація;
- топографічний аналіз;
- обробка й аналіз даних радарної й лідарної зйомки;
- інтерактивне дешифрування й класифікація;
- аналіз рослинності з використанням вегетаційних індексів (NDVI);
- геометрична й радіометрична корекція;
- інтерактивне спектральне й просторове поліпшення зображень;
- калібрування й атмосферна корекція;
- підтримка растрових і векторних форматів;

- забезпечення підтримки даних дистанційного зондування, отриманих із супутників WorldView-1, QuickBird, FORMOSAT-2, IKONOS, CartoSat, ALOS, EROS, Orbview, SPOT, IRS, TERRA (ASTER), Landsat, і ін.

З появою технології лазерного сканування задача побудови тривимірних цифрових моделей значно спростилася. Даний метод дозволяє створити високоточну цифрову модель навколишнього простору у вигляді набору точок з просторовими координатами. Отримана модель об'єкта представляє собою великий набір точок (від сотень тисяч до кількох мільйонів). Візуалізація та аналіз даних лазерного сканування вимагає спеціалізованого програмного забезпечення, самостійно обробляти великі масиви даних. ENVI LiDAR - програмний продукт, дозволяючий відображати тривимірні моделі і витягувати висотну інформацію з хмари точок лазерного сканування. Отримана інформація про висоти може бути використана при створенні ЦМР та ЦММ.

ENVI LiDAR дозволяє виявляти та витягувати тривимірні об'єкти, уточнювати та експортувати отримані результати в ГІС. Вилучення тривимірних об'єктів, що цікавлять, можливе як в межах всієї сцени хмари точок, так і на ділянці сцени, обмеженому користувачем. Об'єкти та їх параметри, які можна визначити за допомогою ENVI LiDAR: дерева; лінії електропередач; стовпи; дахи будівель; верхні горизонтальні ребра дахів.

Активне впровадження хмарних обчислень у роботу організацій, які мають обмежений бюджет, при цьому вимушених обробляти Великі масиви геопросторової інформації викликали необхідність розробки нових сервісів аналізу зображень на основі хмарних технологій. Програмне рішення - ENVI Services Engine - надає доступ до інструментів аналізу зображень ENVI для всіх користувачів компанії за допомогою хмарних технологій чи через корпоративну мережу. Також ENVI Services Engine дозволяє швидко та просто створювати, публікувати та розповсюджувати інформацію, отриману в результаті обробки та аналізу даних ДЗЗ, у вигляді веб-сервісів. Далі доступ до цих сервісів можливий через тонкі або мобільні клієнти, таким чином, результати обробки аерокосмічних зображень можуть бути використані для оперативного та



обґрунтованого прийняття рішень. ENVI Services Engine включає алгоритми обробки зображень ПК ENVI. Гнучка архітектура продукту дозволяє використовувати його спільно з будь-якими платформами, включаючи широко розповсюджений програмний продукт ArcGIS for Server.

Фахівці по всьому світу протягом багатьох років зупиняють свій вибір на програмних продуктах програмного комплексу ENVI, що поєднують у собі передові науково обґрунтовані технології обробки та аналізу даних ДЗЗ зі зручним інтерфейсом користувача, робочими процесами, що докладно описують кожен крок обробки даних, а також інтеграцію з ГІС.

## 2.6. Програмне забезпечення SNAP

SNAP – це платформа програм ESA Sentinel (ESA Sentinel Application Platform) з відкритим вихідним кодом, ідеально підходить для використання даних за спостереженням Землі(рис. 2.5).

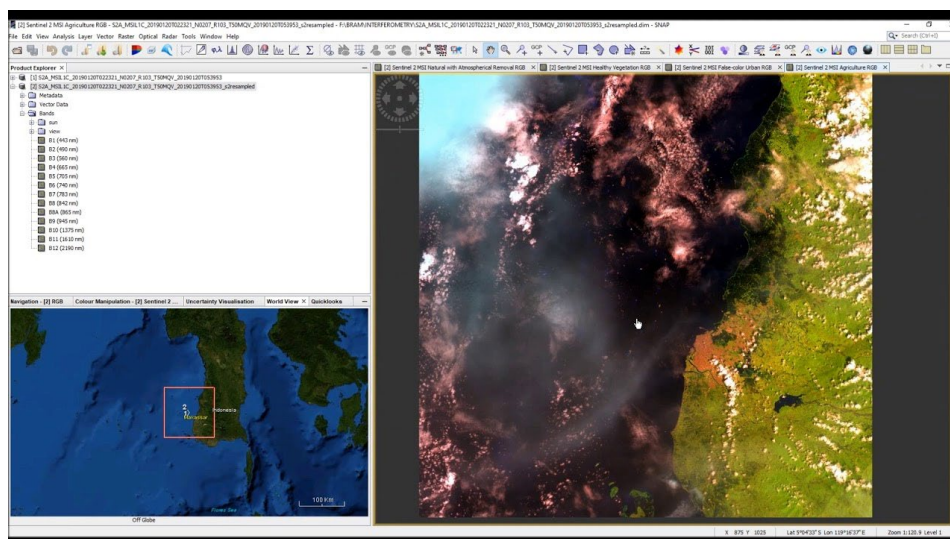


Рис. 2.5. Інтерфейс SNAP

Архітектура SNAP ідеально підходить для обробки та аналізу спостереження Землі за рахунок наступних технологічних нововведень: розширюваність, переносимість, модульна клієнтська платформа, загальна абстракція даних, управління пам'яттю та платформа обробки графіків.



Архітектура SNAP включає дві підсистеми:

- ядро та інтерфейс командного рядка – SNAP Engine;
- графічний інтерфейс користувача - SNAP Desktop.

Основні характеристики:

- загальна архітектура всім наборів інструментів;
- дуже швидке відображення зображень та навігація навіть зображень із гігапікселів;
- графічна обробка (GPF): для створення користувацьких ланцюжків обробки;
- просте визначення бітової маски та накладення;
- гнучка арифметика діапазону з використанням довільних математичних виразів;
- автоматичне завантаження SRTM DEM та вибір плитки;
- бібліотека продуктів для ефективного сканування та каталогізації великих архівів;
- підтримка багатопоточних та багатоядерних процесорів;
- інтегрована візуалізація WorldWind.

У даній роботі використовувався інструмент SNAP для вилучення даних зі знімків отриманих супутниками Sentinel-2A та Sentinel-2B.

Ознайомившись з приладами, супутниками та програмним забезпеченням, необхідними в роботі, та їх характеристиками, проводився збір даних, які згодом обробляються та вже за обробленими даними проводиться аналіз.

## **2.7. Висновки до розділу 2**

Широке використання дистанційних методів значно збільшило можливості вивчення та оцінки природних ресурсів. Зросли детальність та багатосторонність досліджень, оперативність отримання результатів, скоротилися тимчасові та фінансові витрати.

На сьогоднішній день у космосі працюють десятки апаратів різних типів, які виконують збір даних різними дистанційними методами. Серед таких методів можна виділити наступні: фотознімання, сканерне знімання, радарне знімання, теплове знімання, спектрометричне знімання, лідарне знімання.

Програма Landsat — найтриваліший проект з отримання супутникових фотознімків планети Земля. Перший з супутників в рамках цієї космічної програми був запущений в 1972 році; останній, на цей момент, Landsat 8 — 11 лютого 2013 року.

Sentinel – сімейство супутників дистанційного зондування Землі Європейського космічного агентства. Супутники Sentinel призначені для зйомки середньої просторової роздільності та вирішують низку завдань, а саме:

- моніторинг стану сільськогосподарських культур, рослинності, лісових та водних ресурсів;
- створення планів землекористування, точне землеробство;
- оцінка стану лісів;
- моніторинг надзвичайних ситуацій;
- широке коло завдань у галузі охорони навколишнього середовища.

Візуалізація й обробка даних, а також проведення повного циклу обробки даних від ортотрансформування й просторової прив'язки зображення до одержання необхідної інформації і її інтеграції з даними ГІС можливе за допомогою програмного забезпечення ENVI та SNAP.

## РОЗДІЛ 3

# ОЦІНКА ДЕГРАДАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ МАЛОВИСЬКІВСЬКОГО РАЙОНУ КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ

### 3.1. Характеристика чорноземів Маловиськівського району Кіровоградської області

Місцем для проведення досліджень в даній роботі був обраний Маловиськівський район Кіровоградської області(рис 3.2).

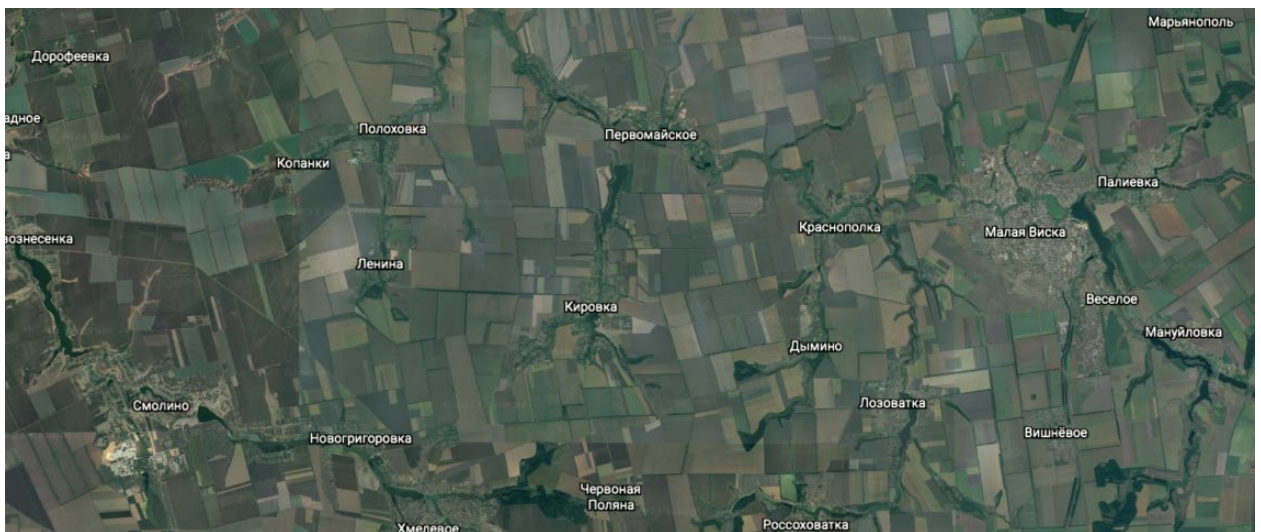


Рис. 3.1. Знімок досліджуваної території Маловиськівського району  
в Google Earth

Рельєф Кіровоградської області має за походженням переважно ерозійний характер. Головними та поширеними формами рельєфу є вододілові плато, річкові долини, яри та балки.

Справжнім багатством Кіровоградщини є родючі чорноземні ґрунти (рис. 3.2). За ступенем природної родючості область перебуває на 4 позиції в Україні. Ґрунтовий покрив на території області відбиває її розташування у перехідній смузі від південного лісостепу до північного степу і представлений більш ніж 50 відмінами ґрунтів. Під різнотравно-типчакково-ковиловими степами Кіровоградщини сформувалися чорноземи звичайні.

Клімат області помірно-континентальний, недостатньо вологий, з добре виявленими порами року. Середньорічна температура повітря 7-8 °С. Зима мало снігова, м'яка, з частими відлигами. Середньомісячна температура найхолоднішого періоду зими (січень-лютий) по області мінус 5-8 °С. При різких змінах температур взимку на території області часто виникають тумани, ожеледь. Протягом року на території області спостерігаються сильні вітри більше 15 м/сек. Бурі та урагани до 25-30 м/с характерні для осінньо-літнього періоду.

В основі території області лежить докембрійський кристалічний фундамент, розділений лініями розломів на окремі блоки – Кіровоградський та Білоцерківсько-Одеський.

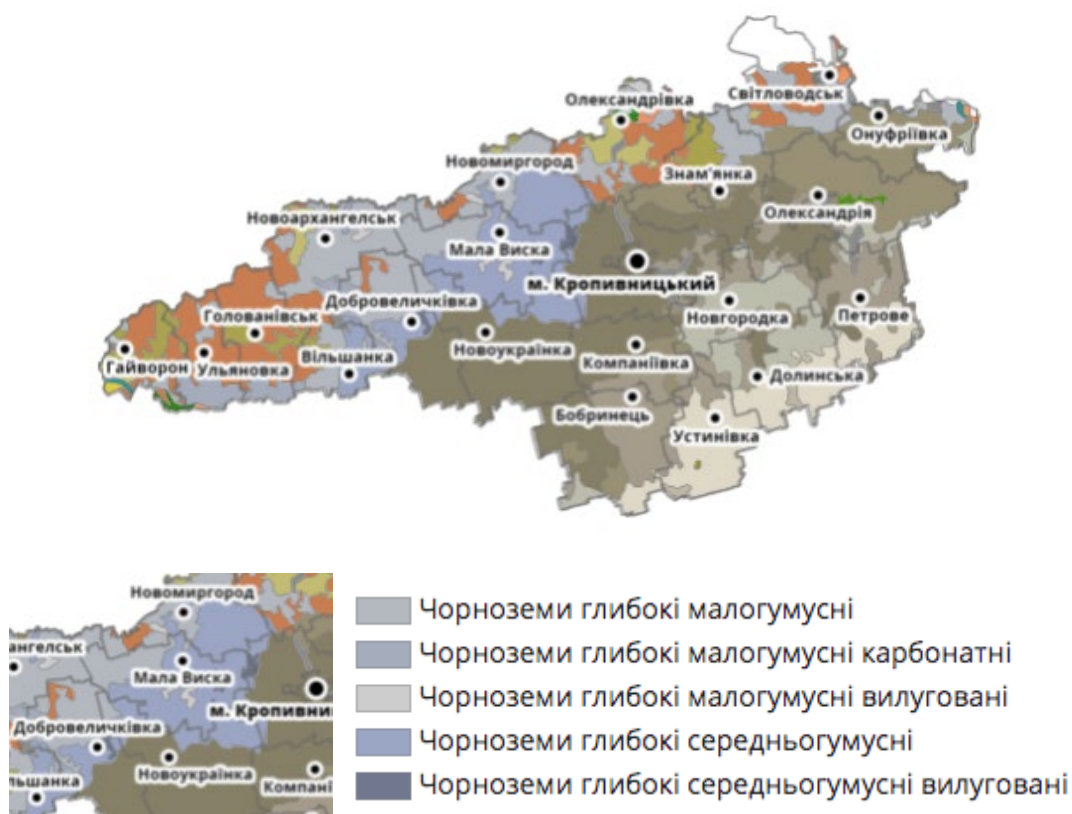


Рис. 3.2. Карта ґрунтів Маловиськівського району Кіровоградської області

Наявністю цього зумовлено багатство та різноманітність мінеральних ресурсів. В надрах області знайдено 31 вид корисних копалин, відкрито 390 родовищ, з яких розробляється 71. Мінерально-сировинна база складається з

паливно-енергетичної сировини (уранова руда, буре вугілля, горючі сланці), сировини для металургійної промисловості (залізна руда, металічний нікель та кобальт), будівельної сировини (червоні, рожеві та сірі граніти, піски, цегельна сировина тощо), підземних вод, графіту та інших.

Ґрунти області мають високу родючість. Ґрунтовий покрив області характерний для перехідної зони від південного лісостепу до північного степу.

В північній частині області переважають чорноземи потужні малогумусні із вмістом гумусу 5,0% та середньогумусні із вмістом гумуса трохи більше 5,5%. Значні площі тут займають чорноземи в різному ступені реградуровані, а також чорноземи опідзолені, темно-сірі опідзолені та сірі опідзолені ґрунти.

Для південно - східних районів найбільш поширеними ґрунтами є чорноземи звичайні, середньо - та малогумусні, а в південній частині - чорноземи звичайні малогумусні малопотужні.

За механічним складом ґрунти північних районів - важкосуглинисті, південних - легкосуглинисті, а в Придніпров'ї - легко - та середньосуглинисті.

### **3.2. Побудова тематичної карти деградаційних процесів**

Зазвичай для картографування земельного покриву використовується такі два типи методів. Перший з них – це комп'ютерна класифікація, відповідно до якої окремі пікселі або група пікселів класифікуються (або упорядковано) за різними класами ґрунтового покриву за допомогою комп'ютерних програм або класифікаторів. Інший метод – це візуальна інтерпретація.

Застосовуються також різні критерії для групування алгоритмів комп'ютерної класифікації. Для прикладу, контрольована та неконтрольована класифікація, яка залежить від обсягу втручання людини.

Контрольована класифікація вимагає, щоб були встановлені спектральні характеристики кожного класу покриву. Потім ці характеристики використовуються комп'ютером для маркування кожного пікселя в зображенні відповідно до кожного з класів покриву.

Навчання вимагає репрезентативної вибірки пікселів для кожного класу, і ці навчальні пікселі можна визначити за допомогою зібраних даних підсупутникових спостережень. Результатом контрольованої класифікації є карта зображень, в якій кожен піксель позначений різними тематичними класами земельного покриву.

Кожен з цих алгоритмів має свої переваги і недоліки. Неконтрольована класифікація може проводитися до збору наземних даних, так як результати неконтрольованої класифікації підказують про те, в якому ступені класи покриву можна розділити спектрально.

### 3.2.1. Обробка знімків

У роботі використовувалися дані, отримані з супутників Sentinel-2A та Sentinel-2B для оцінки деградації ґрунтово-рослинного покриву досліджуваної території. Гіперспектральна зйомка є однією з найбільш передових та ефективних способів отримання актуальної інформації про властивості, характеристики та стан земель сільськогосподарського призначення. Відмінною особливістю гіперспектральних даних є велика кількість каналів, що реєструються.

Робота зі знімками, отриманими з КА Sentinel-2(рис. 3.3), виконувалась за допомогою програмного забезпечення ENVI.

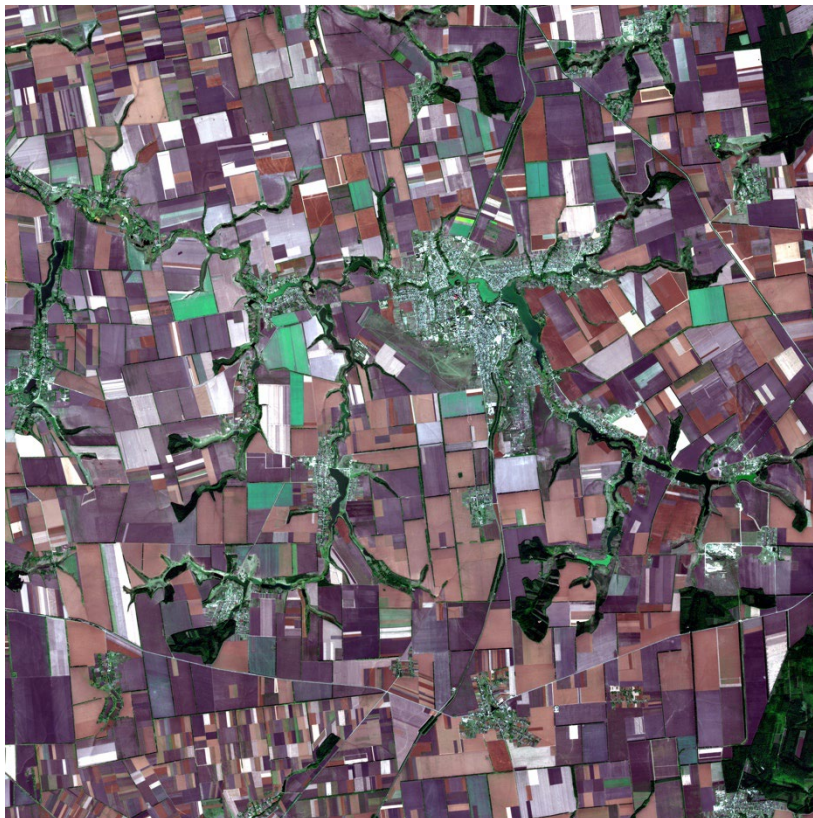
У ході проведеного дослідження індикаторами було визначено зміни рослинного покриву та динаміка ерозії ґрунтів. Для картування цих індикаторів крім багатоспектральних супутникових знімків середнього просторового дозволу необхідні також і допоміжні геопросторові дані – цифровий рельєф місцевості, карти та характеристики ґрунтів, кліматичні параметри території дослідження.

Основним завданням обробки багатоспектральних супутникових знімків є отримання тієї інформації, яка найдостовірніше відтворює деградаційні процеси.





a)



б)

Рис. 3.3. Вихідні знімки з КА Sentinel-2 за 2018(a) і 2021(б) роки

### 3.2.2 Побудова карти

Для побудови кінцевої карти деградаційних процесів були використані допоміжні карти, а саме карта зміни вегетаційного індексу (рис. 3.4) та карта зміни ерозії ґрунтів (рис. 3.5). При цьому були використані коефіцієнти типових для даної території ґрунтів, а саме коефіцієнти щільності, ерозійності та структурованості ґрунту (табл. 3.1). Позначення класів індикаторів розвитку деградаційних процесів наведено у табл. 3.2. Основні етапи отримання прикінцевої карти деградації земель досліджуваного району можна проілюструвати послідовністю супутникових зображень та тематичних шарів (Додаток А).

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – нормалізований відносний індекс рослинності – простий показник кількості фотосинтетично активної біомаси (зазвичай званий вегетаційним індексом). Цей індекс обчислюється за поглинанням та відображенням рослинами променів червоної та ближньої інфрачервоної зони спектру. Значення індексу для рослинності лежать у діапазоні від 0,2 до 0,95. Що краще розвинена рослинність під час вегетації, то вище значення NDVI. Таким чином, NDVI – це індекс, яким можна судити про розвиток зеленої маси рослин під час вегетації.

Обчислюється за наступною формулою (3.1):

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (3.1)$$

де *NIR* – відображення в ближній інфрачервоній області спектра; *RED* – відображення в червоній області спектра.

Розрахунок NDVI базується на двох найбільш стабільних (не залежні від інших факторів) ділянках спектральної кривої відображення судинних рослин. У червоній області спектру (0,6-0,7 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. Таким чином, висока фотосинтетична активність (пов'язана, як правило, з



густою рослинністю) веде до меншого відображення у червоній області спектру і на більший — в інфрачервоній.

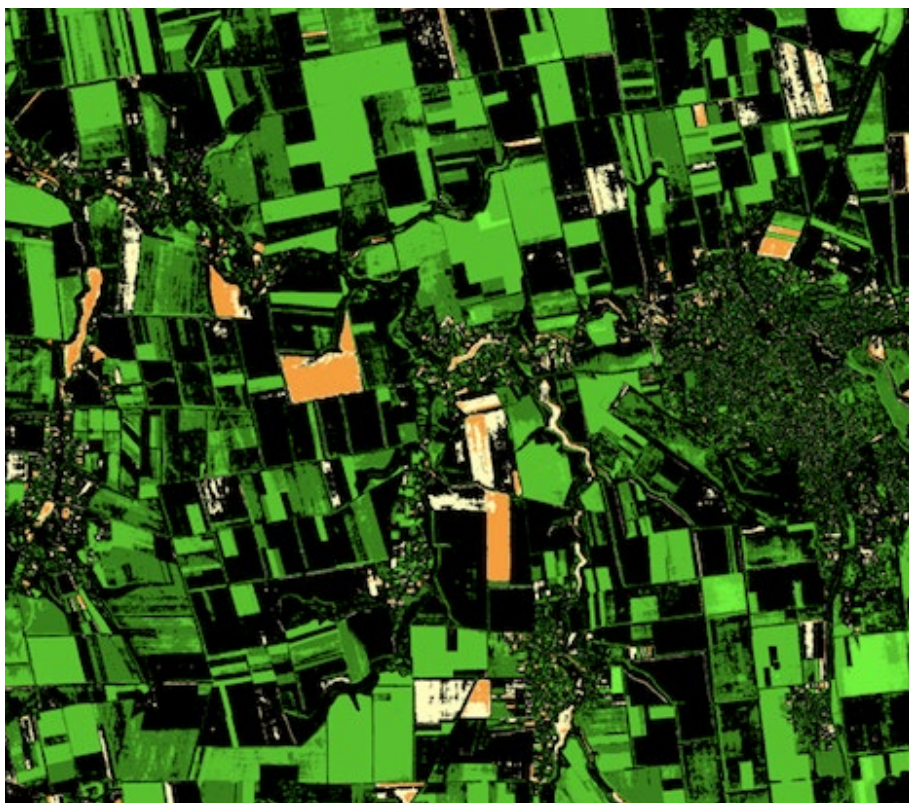


Рис. 3.4. Карта зміни вегетаційного індексу за період 2018-2021 р.р.



Рис. 3.5. Карта зміни ерозії ґрунтів

## Коефіцієнти типових для даної території ґрунтів

Тип ґрунту	Щільність	Розмір структурних часток ґрунту	Ерозійний фактор	Гідрологічний показник ґрунту
Чорнозем глибокий середньогумусний	1.2-1.4 г/см <sup>3</sup>	0.5 мм	0.28 мм/міс-1	85
Чорнозем глибокий малогумусний вилугований	1.1-1.3 г/см <sup>3</sup>	0.5 мм	0.28 мм/міс-1	74

Відношення цих показників один до одного дозволяє відокремлювати рослинність від інших природних об'єктів та аналізувати її. Використання ж не простого відношення, а нормалізованої різниці між мінімумом та максимумом відображень збільшує точність виміру, дозволяє зменшити вплив таких явищ, як відмінності у освітленості знімка, хмарність, серпанок, поглинання радіації атмосферою та ін. NDVI може бути розрахований на основі будь-яких знімків високої, середньої або низької роздільної здатності, що мають спектральні канали в червоному (0,55–0,75 мкм) та ближньому інфрачервоному діапазоні (0,75–1,0 мкм).

З часу розробки алгоритму для розрахунку NDVI у нього з'явилося досить багато модифікацій призначених для зменшення впливу різних перешкоджаючих факторів.

Найбільш активно використовуваним, з ґрунтових індексів, можна вважати модифікований ґрунтовий вегетаційний індекс – MSAVI(3.2).

$$MSAVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED+L} * (1 + L), \quad (3.2)$$

де,  $L=[0;1]$ ,  $L=0$  для найбільшого індексу залистнення,  $L=1$  для найменшого, оптимальне значення  $L=0,5$ ;  $L+1$  – добутковий фактор, присутній в MSAVI призводить до того, що їх значення варіюються від  $-1$  до  $1$ , введений для того, щоб привести ці індекси до виду NDVI при  $L$ , направленому до  $0$ .

За створенною картою зміни вегетаційного індексу видно, що велика частина території не зазнала змін за період 2018-2021 років. На великій частині досліджуваного місця також спостерігається покращення. Лише незначна частина території за даний період зазнала середньої та сильної деградації рослинного покриву.

Важливим проявом деградації є ерозія ґрунтів. Наприклад, водну ерозію можна визначити за формулою (3.3), застосовуючи непрямий індекс вегетаційного стану. Територіям, де розвинена інтенсивна водна ерозія, властивий низький вегетаційний індекс. Деградовані та мінералізовані ґрунти мають вищу енергетичну яскравість у видимому спектральному діапазоні. Зменшення щільності вегетаційного покриву є важливою характеристикою деградації земель.

$$z_s = k_s Q^2 (\operatorname{tg} \alpha)^{1,67} \exp(-0,07v) \quad (3.3)$$

де  $k_s$  — ерозійний коефіцієнт ґрунту;  $Q$  — по-верхневий стік (мм/міс);  $\alpha$  — кут нахилу місцевості;  $v$  — відсоток покриття місцевості рослинністю.

Поверхневий стік визначається співвідношенням кількості опадів  $P$  (мм/міс) та водним утриманням  $R$  (мм/міс) за формулою 3.4:

$$Q = \frac{(P-0,2R)^2}{P+0,8R} \quad (3.4)$$

де  $R$  (3.5) залежить від табличного гідрологічного показника ґрунту  $C$  (табл. 3.1).

$$R = 25,4 \left( \frac{1000}{C} - 10 \right) \quad (3.5)$$

Вітрова ерозія виникає у результаті взаємодії структурних частин ґрунту із приземним повітряним потоком.

Спрощена модель вітрової ерозії може бути зображена за формулою 3.6:

$$z_w \approx 0.059 (w - u) d_s^{-3.67}, \quad (3.6)$$

де  $z_w$  – величина вітрової ерозії, мм/міс;  $w$  – швидкість приземного повітряного потоку, м/с;  $u$  – критична швидкість повітряного потоку, м/с

$$u = 3,202 + 0,25d_s, \quad (3.7)$$

тут  $d_s$  – еквівалентний розмір структурних частинок ґрунту, мм.

Швидкість приземного повітряного потоку(3.8) при сталій динамічній швидкості вітру  $w_0$  визначається переважно опором рослинного покриву:

$$w = w_0 \exp(-0,0139v), \quad (3.8)$$

Повна ерозія ґрунту визначається додаванням (3.3) та (3.6).

Наступним етапом дослідження стало поєднання часткових класифікацій першого рівня у результуючу класифікацію методом байєсівського злиття даних.

Результати, отримані під час співставлення карт(рис. 3.4, рис. 3.5), були відображені на карті деградації земель(рис. 3.6), а отримані значення були поділені на 7 класів. З них, перші три класи відображають позитивні тенденції зміни індикаторів якості ґрунтового покриву (значне покращення, середнє покращення, слабке покращення), що показує зменшення ризику погіршення якості земель. Четвертий клас (без змін) представляє території, де протягом 2018-2021 років не відбувалось значних змін. Інші ж три класи представляють території, на яких видно негативні зміни та існує низький, середній та високий ризик деградації земель.



Позначення класів індикаторів розвитку  
деградаційних процесів








Позначення	Клас
	Значне покращення
	Середнє покращення
	Слабке покращення
	Без змін
	Низька деградація
	Середня деградація
	Сильна деградація



Рис. 3.6. Фрагмент карти деградації земель Маловиськівського району

За отриманою картою деградації ґрунтів можна побачити тенденції розвитку деградаційних процесів на досліджуваній території. Значна частина площі не зазнала суттєвих змін, також на досить великій частині спостерігається покращення.

### 3.3 Висновки до розділу 3

Багатоспектральні космічні знімки можуть бути ефективно використані при вивченні індикаторів погіршення якості земель та визначенні змін ризику їхньої деградації на великих територіях у певний період часу.

Для дослідження деградаційних процесів дистанційним методом було обрано Маловиськівський район Кіровоградської області. Ця територія привертає увагу для досліджень, адже її справжнім багатством є родючі чорноземні ґрунти.

Для створення кінцевої карти деградації земель, було використано допоміжні карти, такі як карта зміни вегетаційного індексу та карта зміни ерозії ґрунтів. Основою для створення цих карт стали багатоспектральні знімки з КА Sentinel-2A та Sentinel-2B.

Створена карта деградації наглядно демонструє деградаційні процеси досліджуваної території. Більшість території площі залишається незмінною або зазнає незначних змін. Лише невелика площа території характеризується середнім та високим ступенем ерозії.

## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

#### 4.1. Водна ерозія ґрунтів

Водна ерозія (Рис. 4.1) являє собою деструктивні процеси, які відбуваються під впливом стоку дощових, талих, скидних вод, а також іригаційних процедур (зрошення та полив). Це явище найбільш характерне для земельних ділянок зі схилами. Ерозія берегів морів, річок, озер та водоймищ сюди не входить, оскільки в цих випадках потоки води мають постійний, а не тимчасовий характер. Безпосередній вплив на розмах ерозійних процесів має сумарна кількість опадів, їхній вигляд, тривалість, інтенсивність, а також час випадання. Опосередковано в розвитку ерозійних процесів впливають температура, вологість повітря, і навіть швидкість і тривалість вітру.

Водна ерозія проявляється головним чином у весняно-літній період, коли ґрунт ще не відтанув і слабо захищений рослинним покривом від талих вод та зливових дощів.

Масштаби ерозії при таненні снігу визначаються параметрами стоку талих вод, що обумовлені кліматичними особливостями конкретної місцевості, водопроникністю мерзлого ґрунту та його протиерозійною стійкістю. Розмах ерозії при сніготаненні значною мірою визначається запасами води у снігу.

Ерозія ґрунту під час дощу відбувається при спільному впливі потоку води та крапель, що падають. Краплі дощу руйнують структуру ґрунту, створюють у потоці додаткову турбулентність, що підвищує його розмиваючу і транспортну здатність, а також навантажують потік при сплесках відірваними частинками ґрунту. Краплі дощу несуть величезну енергію, проте більша частина її (близько 2/3) витрачається на ущільнення ґрунту та менша - на відрив і переміщення частинок ґрунту. Удари крапель дощу змушують підніматися у повітря десятки тонн ґрунту на одному гектарі, але лише частина його виноситься потоками води.



Рис. 4.1. Водна ерозія ґрунту

Саме по собі розбризкування ґрунту також може призвести до деякого переміщення частинок з верхньої частини схилу на нижню, якщо ухил досить виражений. Це пов'язано з тим, що траєкторія руху частинок при сплесках вниз за схилом довше, ніж вгору.

Властивості ґрунтів визначають особливості формування поверхневого стоку, а отже, і еродуючу здатність потоку, а вона, у свою чергу, – інтенсивність ерозійних процесів та ступінь поширення змитих та намитих ґрунтів. У разі



сформованого поверхневого стоку ступінь прояви ерозії залежить від можливості ґрунту протистояти змиву, тобто від безлічі властивостей ґрунту, що визначають його протиерозійну стійкість.

Рослини мають різноманітний вплив на процеси ерозії. Дрібне коріння скріплює ґрунтові агрегати, надає їм водоміцності, створюють міцні еластичні зв'язки між ними. Рослинність надає і непрямий вплив на протиерозійну стійкість ґрунтів, змінюючи гідрологічний та біологічний режими ґрунту.

Добре розвинений рослинний покрив оберігає ґрунт від ударів дощових крапель, збільшує водопроникність ґрунту, створює високу шорсткість поверхні, що знижує швидкість схилового стоку.

Рельєф суші також має вплив на ерозійні процеси і не лише визначає особливості формування стоку талих та дощових вод та пов'язаних з ним процесів ерозії та закономірності залягання не змитих, змитих та намитих ґрунтів, а й сам часто формується під дією ерозії ґрунтів та гірських порід.

Водна ерозія, за руйнівною дією на ґрунт, поділяється на кілька категорій: поверхнева, крапельна та лінійна. За характером походження буває природною та антропогенною (ірігаційна).

Поверхнева водна ерозія являє собою відносно рівномірний по всій поверхні змив ґрунту. Мало помітна і тому небезпечна, спостерігається на полях, розташованих на схилах різного ухилу, практично щороку. Залежно від умов з 1 га ріллі змивається від 5 до 25 тонн ґрунту, а місцями – до 30-50 т/га. За кілька років орний шар може зменшитись на половину або більше, виводячи поля з використання. Через непомітність, може залишатися поза увагою фахівців агропідприємства. Часто на земельних ділянках, розташованих у підніжжя гірських масивів, спостерігається не тільки ерозія через вплив потоків води через сніг, що розтанули, а й засмічення ґрунту камінням і грязьовою масою.

Лінійна ерозія супроводжується розмивом ґрунту під дією струменевих потоків води, призводячи до утворення ярів. Ширина струменевих розмивів може досягати 2-3 м, а глибина – до плужної підшви. Розмив і промоїни згодом перетворюються на яри. Схили (стілки) яру з часом обсипаються, стають більш

пологими, заростають травною, деревною та чагарниковою рослинністю; яри перестають рости і перетворюються на балки. Глибина ярів та балок регулюється базисом ерозії.

В результаті поверхневої та лінійної ерозій утворюються змиті ґрунти укороченого профілю. Залежно від потужності змитого шару розрізняють слабозмиті, середньозмиті, сильнозмиті та дуже сильнозмиті ґрунти.

Залежно від форми випадання опадів виділяють два типи ерозії: від стоку дощових опадів і стоку талих вод. Ерозія від стоку талих вод зазвичай охоплює великі території, зливова ерозія — локально, на окремих територіях. Ерозійно небезпечний період від стоку талих вод спостерігається 5-15 днів у весняний період, коли відсутня рослинність, від злив - кілька годин протягом літа, при недостатньому розвитку посівів. Поверхневий стік також може викликатися тимчасовими водними потоками, наприклад, зрошувальними або підземними водами. Стік талих вод визначається запасами води снігового покриву та інтенсивністю сніготанення.

Крапельна ерозія відбувається під час переміщення ґрунту за рахунок енергії крапель дощу, що падають на землю. Найбільш помітно проявляється на схилах, де рух може відбуватися на значні відстані. Крапельна ерозія насамперед залежить від особливостей місцевих дощів та багатьох характеристик конкретних ґрунтів.

Кількість видів пошкоджень ґрунту краплями дощу порівняно велика і деякі з них, напевно, ще невідомі. Ці пошкодження, маючи одну і ту ж причину появи, можуть призводити до різних наслідків. Насамперед відбувається руйнування структурних агрегатів, вирівнювання поверхні та зменшення її шорсткості, запливання ґрунту, закупорка поровий мережі та, звідси, падіння вбирання вологи та водопрпускнуої здатності ґрунту, погіршення аерації та повітрообміну, створення щільної кірки та багато іншого. Інакше кажучи, інтенсивний дощ сильно і безпосередньо впливає на фізичні, воднофізичні та агрономічні властивості ґрунту. Опосередковано краплинна ерозія зачіпає всі екологічні, едафічні та виробничі функції ґрунту. Важливо, що масштаби, види

та глибина руйнування у різних ґрунтів у різне час та від різних дощів можуть значно відрізнятись[45].

При випаданні зливи її краплі з силою ударяються об ґрунт. Кожна крапля, падаючи на оголену землю, спричиняє дію, подібну до вибуху мікрометеориту (Рис 4.2). Вона вибиває у ґрунті поглиблення, дробить розмоклі агрегати на дрібні частки і розкидає їх убік. Дальність польоту бризок може досягати 1,5—2,0 м із середнім значенням 40-60 см. А загальна маса піднятого в повітря ґрунтового матеріалу під час сильної зливи часом сягає 150—200 т/га, що становить шар ґрунту у 1,2-1,5 мм. [46].

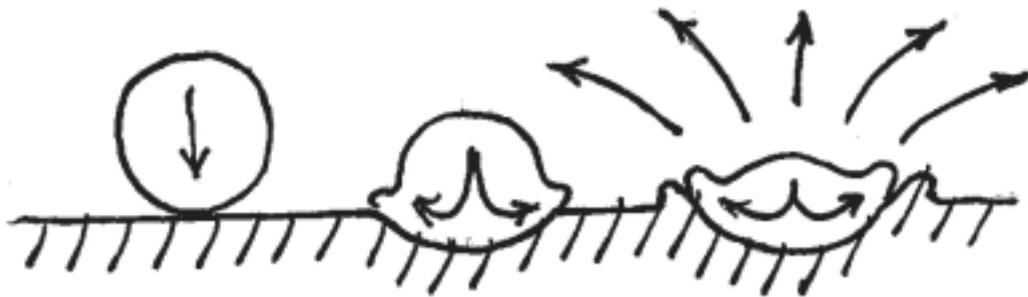


Рис 4.2. Спрощена схема розбризкування при ударі краплі об ґрунт

Розкидання ґрунтового матеріалу при крапельній ерозії відбувається у всі боки, проте на схилі велика частка частинок все ж таки прямує у бік його підніжжя. При ухилі місцевості в  $45^\circ$  і польоту бризок під кутом  $60^\circ$  їхній політ вниз по схилу в 2,5 рази далі, ніж вгору. Якщо простежити за долею однієї частинки при рівній кількості її злетів вгору і вниз по схилу, то наприкінці дощу вона виявиться помітно нижче схилом від того місця, де залягала на початок дощу. Це станеться навіть у тому випадку, якщо вона зробить тільки два рівновеликі по кутку зльоту і висоті стрибка, один вгору, інший вниз (Рис 4.3).

Іригаційна ерозія, тобто ерозія ґрунту при зрошенні, поділяється на підвиди в залежності від способу зрошення: ерозія при поливі напуском по борознах, смугами, по чеках, при дощуванні.

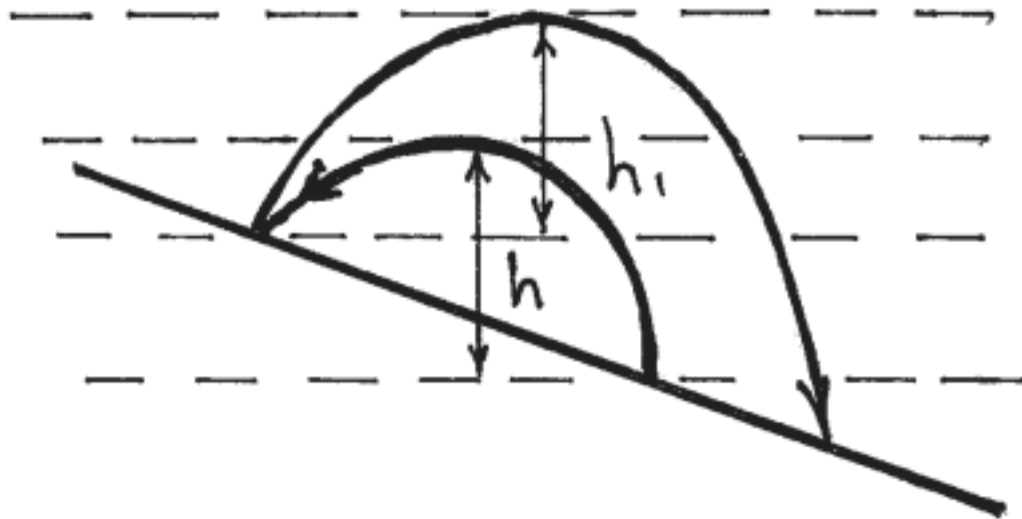


Рис 4.3. Траекторія руху частинки ґрунту та його зміщення вниз по схилу після 2 рівних по висоті та куту зльотів

Бороздковий полив застосовують при зрошенні бавовнику, кукурудзи, томатів, цукрових буряків. Втрати ґрунту за один полив можуть досягати 100 т/га. У перерахунку на одиницю часу це набагато більше, ніж за дощової ерозії або при ерозії під час сніготанення.

Полив смугами застосовують при зрошенні трав і зернових культур. Ширина водного потоку при поливі смугами дорівнює ширині самих смуг. Тому швидкість таких потоків невелика та іригаційна ерозія виражена слабше, ніж при поливі по борознах.

При поливі за чеками іригаційна ерозія виражена ще слабше. Пояснюється це тим, що ухил чеків (зазвичай рисових) дуже малий, малі та швидкість водного потоку та пов'язана з нею величина змиву ґрунту.

Дощування – один із найперспективніших видів зрошення. Його використовують під час зрошення практично всіх сільськогосподарських культур. Поверхневий стік та ерозія ґрунтів при поливі дощуванням виникає в тому випадку, коли інтенсивність дощування починає перевищувати інтенсивність вбирання води ґрунтом.

Водна ерозія ґрунту завдає величезних збитків сільському господарству: знижується родючість ґрунтів, зменшується площа ріллі, ушкоджуються посіви, утруднюється обробка, замулюються водоймища, руйнуються дороги. В

результаті поверхневої ерозії формуються змиті (еродовані) ґрунти: слабозмиті, середньозмиті, сильнозмиті.

## 4.2 Вітрова ерозія ґрунтів

Вітер є дуже поширеним екзогенним фактором, який зумовлює появу таких природних процесів, як суховії, урагани та нагінні явища на водосховищах, тощо.

Вітрова ерозія (дефляція) являє собою процес руйнування ґрунтового покриву під впливом вітру. Залежно від розміру частинок вони можуть переноситися вітром у зваженому стані, стрибкоподібно та ковзанням по поверхні.



Рис. 4. 4. Вітрова ерозія ґрунту

Схильність ґрунтів до вітрової ерозії визначається великою кількістю факторів (клімат, рельєф, рослинність). Основним природним фактором, що впливає на вітрову ерозію, є клімат. Залежність вітрової ерозії ґрунтів від клімату

простежується дуже чітко і пов'язана з циркуляцією атмосфери, режимом вітрів, з кількістю опадів (з зволоженням ґрунтів) та температурою, які в сукупності визначають ступінь посушливості клімату. Зі зростанням посушливості клімату та зменшенням зволоженості території дефляція ґрунтів зростає. Отже, дефляція ґрунтів носить зональний характер і найбільш поширена в степовій, пустельно-степовій та пустельній зонах.

Різні гранулометричні фракції діють на вітростійкість ґрунтів по-різному через їхню різну роль у ґрунтових процесах (Рис. 4.5). Підвищення вмісту мулу збільшує міцність агрегатів та вітростійкість ґрунтів, середній та великий піл на вітростійкість помітно не впливають, а пісок має на неї негативний вплив.

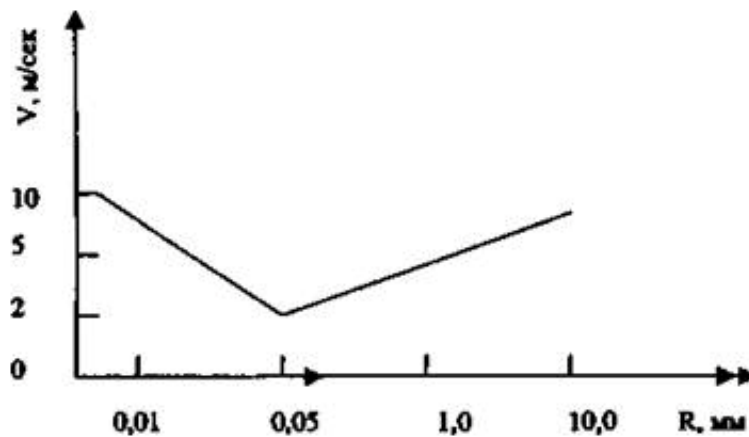


Рис 4.5. Залежність критичної швидкості вітру від діаметра частинок ґрунту (на висоті 100 см)

Навесні вітрова ерозія часто виникає внаслідок дії сільськогосподарських агрегатів на ґрунт. Оранка, розпушування, боронування - це найголовніші причини виникнення пилу, який переноситься на кілька метрів і осідає вже в іншому місці.

Трапляються два основні види прояву дефляції: прискорена (пилові бурі) та повсякденна (місцева).

Прискорена дефляція – руйнування та перенесення частинок ґрунту з поверхні орного угіддя пульсуючим повітряним потоком внаслідок нераціональної антропогенної діяльності; проявляється у вигляді запорошених

(пилових) або чорних бур, коли швидкості повітряного потоку значно перевищують критичні величини та протидефляційну стійкість ґрунтів. Прискорена дефляція у вигляді запорошених бур, як правило, охоплює значні території, залучаючи до повітряного потоку великі маси ґрунту та переносячи його на значні відстані, що призводить до знищення посівів, втрати родючості ґрунтів у результаті зносу її верхніх шарів; засипці меліоративних споруд, доріг, населених пунктів та лісових насаджень; забруднення атмосфери, погіршення здоров'я населення.

Розрізняють зимові, ранньовесняні, пізньовесняні, літні та осінні пилові бурі. Зимові бурі відрізняються високою швидкістю вітру (>15 м/с) та можуть виявлятися за наявності сніжної та мерзлої поверхні ґрунту переважно у лісостеповій та степовій зонах. Ранньовесняні пилові бурі, як правило, поширені на чорноземах та темно-каштанових ґрунтах. Літні та осінні курні бурі відбуваються в основному на чорноземах звичайних і каштанових ґрунтах при швидкості вітру до 10 м/с. На висоті 0-15 см для темнокаштанового супіщаного ґрунту він становить 3-4 м/с, темно-каштанового легко-суглинкового – 5 м/с, а для чорнозему звичайного важко-суглинкового – 5,5-7 м/с. Вологість і температура повітря надають непрямий вплив на дефляцію. Висока температура та низька вологість повітря сприяють інтенсивному випару вологи з ґрунту та тим самим посилюють руйнівний вплив вітру на ґрунт.

Повсякденна (місцева) дефляція – розвіювання незахищеного або слабозахищеного верхнього шару ґрунтів під впливом періодично діючого повітряного потоку зі швидкістю нижче критичної або виникаючого локального вітру вертикальної спрямованості (завихрення). Щоденна дефляція в аридних районах спостерігається постійно – на ґрунтових дорогах, полях при проході будь-яких агрегатів та вантажних машин; при роботі бульдозерів та екскаваторів на будь-яких будівельних об'єктах та спорудах; при прогоні численних стад сільськогосподарських тварин. Отже, повсякденна ерозія діє повільно, ґрунтові частки переносяться зазвичай на невеликі відстані, але з сталістю та невідворотністю геологічного фактора.

Вітрова ерозія ґрунтів є фізичним процесом, що протікає при взаємодії повітряного потоку з поверхнею ґрунту, що і є причиною виникнення дефляції. Цей процес дуже складний, що пов'язано з мінливістю як зовнішніх факторів, характеру рельєфу, швидкостей та напрямки вітрів, так і стану поверхні самого ґрунту, елементів її шорсткості (розпилення, рослинні залишки, гребені та ін.).

З наближенням до поверхні ґрунту швидкість вітру знижується, і тим сильніше, де більш шорстка поверхня ґрунту. Встановлено, що на висоті 0,2-0,4 мм (у поверхні ґрунту) швидкість повітряного потоку практично дорівнює нулю. Зі збільшенням висоти вона різко зростає. Залежно від розміру частинок, швидкості вітру та структури потоку види пересування ґрунтових частинок різні.

Розрізняють три основні типи переміщення залежно від розміру частинок:

- перенесення дуже тонких частинок суспензії;
- переміщення у вигляді стрибків;
- переміщення частинок притягання.

Приблизно 7-25% загальної маси ґрунтового матеріалу пересуваються вітром волочінням, 55-72% - стрибками і 3- 38% - у суспензії. Розмір ґрунтових агрегатів та частинок, відповідних цим типам пересування становить 0,1– 0,5 та менше 0,1 мм. Фракції розміром менше 0,1 мм знаходяться у штильовому шарі і не можуть бути відірвані та підняті вітром. У повітряному потоці, що рухається, їх вибивають більші частинки, що переміщуються. Після підйому швидкість падіння частинок менше 0,1 мм настільки мала, що вони тривалий час можуть перебувати у зваженому стані при турбулентному русі повітря і переміщатися на далекі відстані. Разом з тим маса еолового матеріалу, що переноситься, лавиноподібним потоком, руйнує не тільки ґрунт, але впливає на сільськогосподарські рослини, засікаючи та знищуючи їх, призводячи до загибелі комах, дрібних диких степових тварин і викликаючи негативні наслідки. При цьому слід врахувати, що найбільше ерозійно-активними є фракції розміром 0,1-0,5 мм в діаметрі через їхнє пересування стрибками, що викликає все негативні наслідки.



Вітрова ерозія є лавиноподібним процесом, що володіє великою руйнівною силою. Якщо насичений стрибаючими частинками пилоповітряний потік еродованого ділянки поля переноситься на сусідню ділянку, то ця ділянка також піддається ерозії під впливом частинок, що містяться у повітряному потоці.

Швидкість вітру, коли починається рух ерозійнонебезпечних фракцій ґрунту, називається пороговою. Порогова швидкість вітру в основному залежить від стану поверхні ґрунту, зокрема ступеня розпорошення верхнього шару. Критичні швидкості вітру майже однакові для всіх ґрунтів за умови рівного ступеня розпорошення верхнього шару, незалежно від генетичних характеристик.

Для пересування грудочків ґрунту більше 1 мм необхідна швидкість вітру понад 11 м/с на висоті 0-15 см. Ступінь розпилення ґрунту оцінюють за кількісними показниками її структури у шарі 0–5 см. Частинки ґрунту менше 1 мм у діаметрі - ерозійнонебезпечні, більші за 1 мм — вітростійкі, ґрунтозахисні. Стійкість ґрунту проти вітрової ерозії можна оцінити за наявністю грудочок більше 1 мм у шарі 0-5 см, вираженому у відсотках від повітряно-сухого ґрунту.

Дефляційні процеси мають негативний вплив на ґрунтовий покрив, морфологічні, фізико-хімічні властивості та речовинний склад ґрунтів, їх родючість і завдають шкоди (порівняно з такою від водної ерозії) і виражається зниженням рівня родючості ґрунтів та у вартості земельної ділянки.

### **4.3 Ґрунтозахисні заходи**

В історії землеробства налічується безліч фактів руйнування та деградації ґрунтів. За різними підрахунками, за останні 200 років у світі від ерозії знищено близько 2 млрд га ріллі, що перевищує площу земель, що обробляються нині, — близько 1,5 млрд га.

Важливою умовою створення ерозійно-стійких агроландшафтів є системний підхід, адаптивність до місцевих умов, комплексність, екологічна

стійкість, економічна та технічна обґрунтованість, природоохоронна та соціально-економічна доцільність.

Розорювання цілинних земель різко змінює умови і напрями розвитку ґрунтових процесів. Як правило, у перші 5-10 років після розорювання нових земель відбувається різке зниження вмісту гумусу, погіршення структури, зміна фізичних показників, водного та поживного режимів ґрунту. В результаті ущільнення (або розпилення) технікою розвиваються ерозія та дефляція, інші види деградації ґрунту. Щоб не допустити (запобігти) це, необхідна система запобіжних заходів, яка включає в себе:

- прогноз та моніторинг можливого прояву ерозії ґрунтів при розоранні нових цілинних земель;
- характеристику рельєфу території (крутість та експозиція схилів), обсягів та режимів стоку талих та дощових вод, стійкості ґрунтів до ерозії;
- протиерозійну організацію території (оптимальні площі ріллі, ґрунтозахисні сівозміни, правильне нарізування полів та доріг, агролісомеліорацію та тощо);

Як показує досвід, попереджувальні протиерозійні заходи дозволяють зберігати ґрунт від ерозії створюють основу для відтворення її родючості.

Водна та вітрова ерозії в природі часто взаємопов'язані. Це враховують під час розробки протиерозійних заходів. Захист ґрунтів від ерозії включає профілактичні заходи щодо попередження її розвитку та заходи щодо усунення ерозії там, де вона вже розвинена. Комплекс заходів, спрямованих на захист ґрунтів від водного та вітрової ерозії включає організаційно-господарські, агротехнічні, лісомеліоративні та гідротехнічні заходи [32].

Організаційно-господарські заходи — обґрунтування та складання плану протиерозійних заходів та забезпечення його виконання (раціональний розподіл земельних угідь, ґрунтозахисні сівозміни, землеробство смугами, регулювання випасу худоби та ін.)

Агротехнічні заходи включають прийоми фітомеліорації (сівозміни з багаторічними травами, заміна чистих парів на зайняті, сидеральні та кулісні), протиерозійну обробку ґрунту (обробка ґрунтів по горизонталі, «контурне» землеробство, щілини та крітування ґрунтів, обвалування, безвідвальне оранка із збереженням стерні і поживних остатків), снігозатримання та регулювання сніготанення (лісові смуги та куліси, оранка снігу, прикочування). Серед агротехнічних заходів щодо боротьби з водною та вітровою ерозією перспективним також є покращення фізичних властивостей ґрунту шляхом застосування штучних структуроутворювачів.

Лісомеліоративні заходи засновані на створенні лісових захисних насаджень (вітрозахисні та приорожні лісові смуги, полізахисні лісові та чагарникові смуги поперек схилів тощо).

Гідротехнічні заходи застосовують у тих випадках, коли інші прийоми не в змозі запобігти ерозії, і засновані на створенні гідротехнічних споруд, що забезпечують затримання або регулювання схилового стоку (терасування схилів, викладання ярів бульдозерами, закріплення схилів ярів).

У системі протиерозійних заходів, особливо у початковій стадії їх реалізації, гідротехнічним спорудам належить важливе місце. Результати лісомеліоративних заходів зазвичай починають проявлятися через кілька років, у той же час у деяких випадках: змив ґрунтів та розвиток ярів приймають настільки небезпечні швидкість та розміри, що необхідне оперативне втручання. В цьому разі вдаються до будівництва протиерозійних гідротехнічних споруд (ПЕГС), які є складовою загального протиерозійного комплексу. Вони поділяються на кілька типів: споруди на водозбірній площі, головні яружні, руслові та донні.

Боротьба з дефляцією, так же як і з водною ерозією, проводиться різними методами: механічними (щити, тини), біологічними (посіви посухостійких рослин, чагарників, дерев) та хімічними (структуроутворювачі на бітумній та латексній основі).

З вітровою ерозією, особливо у відкритих степах або на рівнинах, можна боротися посадкою вітроломних смуг, що складаються з одного або більше рядів дерев або чагарників, розміщених під кутом до вітрів. Вітроломні смуги мають місцеве значення, ефективність їхньої дії визначається густотою та висотою дерев. Зміст ґрунту під постійним рослинним покривом у поєднанні з вітроломними смугами є надійним способом боротьби з вітровою ерозією у місцевостях, де вона є проблемою. На ґрунтах, багатих на органічну речовину, рядки зернових культур використовують для тимчасового захисту овочевих культур від вітру.

Система ґрунтозахисних заходів повинна здійснюватися з урахуванням зональних особливостей землеробства та природних умов прояву ерозії. Конкретний склад протиерозійних заходів визначається насамперед особливостями зволоження території, тривалістю вегетаційного періоду, умовами рельєфу, переважаючими видами ерозії та напрямом використання ґрунтів.

У вирішенні проблем запобігання ерозії та відтворення родючості ґрунтів винятково важливе значення має суворе дотримання всіх вимог ґрунтоводоохоронних систем землеробства та раціональне використання природних ресурсів кожного регіону.

#### **4.4 Висновки до розділу 4**

Ерозія ґрунтів – процес руйнування ґрунтового покриву. Ерозія ґрунтів включає винесення, перенесення і переміщення ґрунтової маси. Залежно від фактора руйнування ерозію поділяють на водну та вітрову (дефляція).

Водна ерозія – процес руйнування ґрунтового покриву під дією талих, дощових чи іригаційних вод. За характером дії на ґрунт водну ерозію ділять на поверхневу, крапельну та лінійну.

Вітрова ерозія (дефляція) – процес руйнування ґрунтового покриву під впливом вітру.

Внаслідок ерозії відбувається зниження родючості ґрунтів або повне знищення ґрунтового покриву. Зниження родючості пов'язане з поступовим видаленням найродючішого верхнього шару і винесенням в орний горизонт менш родючих нижніх горизонтів. Ступінь зниження родючості залежить від ступеня змитості чи здутості. В результаті ерозії також погіршуються фізичні, хімічні та біологічні властивості ґрунту. Знижується вміст та запас гумусу, часто погіршується і його якісний склад, знижуються запаси елементів живлення (азота, фосфору, калію та ін.).

Внаслідок руйнівної дії води та вітру гинуть великі земельні масиви, на відновлення яких знадобляться десятиліття. Для запобігання глобальній катастрофі людині в процесі своєї господарської діяльності необхідно застосовувати всі наявні засоби захисту ґрунту від руйнування.

## РОЗДІЛ 5

### ОХОРОНА ПРАЦІ

#### **5.1 Вимоги до організації робочого місця користувача персонального комп'ютера (ПК). Опис основних шкідливих факторів.**

Площа приміщення, що виділяється для обладнання одного робочого місця з ПК, має бути не менше ніж 6 м<sup>2</sup>, а об'єм – не менше ніж 20 м<sup>3</sup>. Робочі місця з ПК повинні розміщуватися на відстані не менше 1 м від стіни з вікнами, так щоб природне освітлення падало збоку, бажано зліва. Відстань між бічними поверхнями дисплеїв має бути не менше 1,2 м. Відстань між тильною стороною одного дисплея та екраном іншого має бути не менше 2,5 м. Прохід між рядами робочих місць має бути не менше ніж 1 м. Конструкція робочого місця з ПК повинна забезпечувати оптимальне розміщення робочої поверхні документів, дисплея, системного блоку, принтера, клавіатури, телефону і т.д. Системний блок та дисплей встановлюються на основному робочому столі, як правило, з лівого боку.

Конструкція крісла користувача ПК повинна створювати умови для підтримки корпусу користувача ПК у фізіологічно раціональному положенні із збереженням природних вигинів хребта, а також повинна забезпечувати зниження статичної напруги м'язів шийно-плечової області спини та не повинна ускладнювати робочі рухи. Крісло користувача ПК повинне включати такі основні елементи: сидіння, спинку, підлокітники, а також додатковий елемент – підставку для ніг.

Робоче сидіння користувача ПК має бути підйомно-поворотним: таким, що регулюється по висоті, куту нахилу сидіння та спинки, по відстані спинки до переднього краю сидіння, висоті підлокітників. Покриття сидіння, спинки, підлокітників повинно бути виготовлене з вологовідштовхувального, не електрешуючого, повітропроникного, пом'якшеного та нековзного матеріалу. Принтер розміщується в зручному для користувача місці так, щоб максимальна відстань до нього не перевищувала довжину витягнутої руки.

Згідно з ГОСТ 12.0.003-74(1999) «Небезпечні і шкідливі виробничі фактори. Класифікація», основні шкідливі фактори, що діють на людину при роботі за комп'ютером, належать:

- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може пройти через тіло людини;
- підвищений рівень статичної електрики;
- нерівномірний розподіл яскравості у полі зору (втома очей, навантаження на зір);
- відсутність або нестача природного світла;
- підвищені статичні та динамічні навантаження;
- монотонність праці;
- нервово-емоційне навантаження.

Очі реєструють найдрібнішу вібрацію тексту або картинки, а тим більше мерехтіння екрана. Перевантаження очей призводить до втрати гостроти зору. Погано позначаються на зір невдалий підбір кольору, шрифтів, компоновання вікон у програмах, неправильне розташування екрану.

Зорова система людини погано пристосована до перегляду зображення на екрані монітора. Суть роботи на комп'ютері – ввести або прочитати текст, намалювати або вивчити деталі малюнка. А це - величезне навантаження на очі, адже зображення на екрані дисплея складається не з безперервних ліній, як на папері, а з окремих точок, що до того ж світяться і мерехтять.

В результаті, робота на комп'ютері серйозно перевантажує очі. Якщо, до того ж, монітор невисокої якості та інтерфейс використовуваних програм невдалий, то наслідки не змусять довго себе чекати.

Тривала і інтенсивна робота на комп'ютері може стати джерелом важких професійних захворювань, таких, як травма повторюваних навантажень (ТПН), що представляє собою нездужання, що поступово накопичуються, переходять в захворювання нервів, м'язів і сухожилля руки.

Навіть якщо людина сидить за комп'ютером у розслабленій позі, вона є для організму вимушеною та неприємною: напружені шия, м'язи голови, руки та плечі. У тих, хто багато сидить між сидінням стільця і тілом утворюється тепловий компрес, що веде до застою крові в тазових органах.

Від постійних ударів по клавішах нервові закінчення подушечок пальців німіють, виникає слабкість, у подушечках бігають мурашки. Це може призвести до пошкодження суглобового та зв'язкового апарату кисті, а надалі захворювання кисті можуть стати хронічними.

## **5.2 Організаційні та конструктивно-технологічні заходи для зниження впливу шкідливих виробничих факторів.**

ПК, що використовується в приміщеннях є споживачем електроенергії, який живиться від змінного струму 220 В від мережі із заземленою нейтраллю, та відноситься до електроустановок до 1000В закритого призначення.

Згідно «Правилам влаштування електроустановок» виконують наступні групи заходів з електробезпеки:

- конструктивні заходи забезпечують захист від випадкового дотику до струмопровідних частин за допомогою їх ізоляції та захисних оболонок;
- у приладах II класу захисту застосовується подвійна ізоляція - електроізоляція, що складається з робочої і додаткової ізоляції;
- у приміщеннях галузі управління персоналом влаштовується заземлення.

Відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» в офісних приміщеннях використовується природне та штучне освітлення. Природне освітлення забезпечують світлові прорізи, які мають коефіцієнт природної освітленості (КПО) не нижче 1,5%. Сонцезахисні пристрої, встановлені на вікнах жалюзі або штори, служать для захисту від прямих сонячних променів, які створюють прямі та відбиті відблиски на поверхню екранів або клавіатури. Штучне освітлення в приміщенні здійснюють за



допомогою системи загального рівномірного освітлення. Показник освітленості на поверхні робочого столу в зоні розміщення документів повинен становити 300-500 лк. Як джерела штучного освітлення в приміщенні застосовуються люмінесцентні лампи типу ЛБ.

Для попередження захворювань, пов'язаних з роботою на комп'ютері, необхідна раціональна організація праці та відпочинку, яка нормується відповідно до санітарних правил.

Для забезпечення оптимальної працездатності, збереження здоров'я користувачів, а також запобігання розвитку перевтоми протягом робочої зміни повинні встановлюватися регламентовані перерви, хоча б 10 хвилин через кожні дві години. Синдром зап'ястного каналу, або тунельний синдром зап'ястя, який може виникнути внаслідок хронічної травми, трапляється у людей під час тривалої роботи з мишею: постійні напруга і здавлювання доволі часто приводить до мікротравм, здавлювання нерва прилеглими оточуючими тканинами – як наслідок виникає набряк.

Для профілактики втоми працівників застосовуються різні методи, до яких відносять засоби відновлення функціонального стану зорового та опорно-рухового апарату, підсилення мозкового кровообігу, зменшення гіподинамії, оптимізацію розумової діяльності [47].

Загальні ергономічні вимоги встановлено ДСТУ ISO 9241-1:2003 «Ергономічні вимоги до роботи з відеотерміналами в офісі. Частина 1. Загальні положення». Організація робочого місця відповідає таким вимогам: правильне розміщення робочого місця у виробничому приміщенні; вибір ергономічно обґрунтованого робочого положення, виробничих меблів з урахуванням антропометричних характеристик людини; раціональне і коректне компонування обладнання на робочих місцях; врахування характеру та особливостей трудової діяльності.

## 5.2.1 Розрахунок природного освітлення

Приміщення із постійним перебуванням людей повинні мати природне освітлення. Джерелом природного освітлення є сонце. Умови освітлення у приміщенні визначаються переважно дифузним світлом небосхилу, а також відбитим світлом, створюваним випромінюванням, відбитим від земної поверхні. Природне освітлення поділяється на бічне, верхнє та комбіноване (верхнє та бічне) [48].

Так як природне світло непостійне, може різко змінюватися навіть протягом декількох хвилин, то природне освітлення нормується не за освітленістю, а по коефіцієнту природної освітленості (КПО). Коефіцієнт природного освітлення ( $e$ ) являє собою відношення природного освітлення в даній точці всередині приміщення ( $E_B$ ) до одночасного значення зовнішнього горизонтального освітлення ( $E_3$ ), створюваного світлом повністю відкритого небозводу. КПО виражається формулою:

$$e = \frac{E_B}{E_3} * 100, \%$$

Коефіцієнт природної освітленості встановлюється нормами та при бічному освітленні визначається як мінімальний –  $e_{\min}$ , а при верхньому та комбінованому як середній –  $e_{\text{ср}}$ .

При визначенні необхідної природної освітленості робочих місць у виробничих приміщеннях, крім коефіцієнта природного освітлення, слід враховувати глибину приміщення, площі підлоги, вікон та ліхтарів, затемнення сусідніми будівлями та ін.

Визначимо необхідну площу zenітних ліхтарів для природного освітлення приміщення, розташованого в центральній частині одноповерхової будівлі. Довжина приміщення  $L = 42$  м, ширина  $B = 18$  м, висота від робочої поверхні до низу покриття  $H = 5,8$  м. Середньозважений коефіцієнт відображення стелі, стін та підлоги  $\rho = 0,5$ . Для освітлення приміщення використовуються глухі двосхилі zenітні ліхтарі з розмірами світлопройому  $a \times b = 2,7 \times 2,7$  м зі світлопропускним

заповненням із двокамерних склопакетів. Несучі конструкції – сталеві ферми. Сонцезахисні пристрої відсутні. Висота опорного контуру (ліхтаря) дорівнює 1м.

За додатком ДБН В.2.5–28:2018 знаходимо значення КЕО для III світлового пояса:

$$e_{\text{H}}^{\text{III}} = 2 \%$$

Визначаємо нормоване значення КПО

$$e_{\text{H}}^{\text{IV}} = e_{\text{H}}^{\text{III}} * m * c$$

По карті світлового клімату (додатки ДБН В.2.5-28:2018) знаходимо  $m = 0,9$  та  $c = 0,85$ .

Тоді:

$$e_{\text{H}}^{\text{IV}} = 2 * 0,9 * 0,85 = 1,5\%$$

Знаходимо  $\tau_0$  – загальний коефіцієнт світлопропускання, що визначається за формулою:

$$\tau_0 = \tau_1 * \tau_2 * \tau_3 * \tau_4 * \tau_5$$

де  $\tau_1$  – коефіцієнт світлопропускання світлопропускаючого елемента,  $\tau_1 = 0,65$ ;

$\tau_2$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла в несучих елементах каркаса, що приймається для ліхтарів, що відкриваються  $0,75$ , а для глухих –  $0,9$ ;

$\tau_3$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла в несучих конструкціях  $\tau_3 = 0,9$ ;

$\tau_4$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла в сонцезахисних приладах,  $\tau_4 = 1$ ;

$\tau_5$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла у захисній сітці, що встановлюється під ліхтарем, що приймається рівним  $0,9$ .

Підставляємо значення у формулу:

$$\tau_0 = 0,65 * 0,9 * 0,9 * 1 * 0,9 = 0,47$$

За додатком ДБН В. 2.5–28:2018 приймаємо коефіцієнт запасу  $K_3 = 1,4$ .

Знаходимо індекс приміщення:

$$i = \frac{L * B}{H * (L + B)}$$

де  $L$  - довжина приміщення вздовж осі прольотів;

$B$  – ширина приміщення;

$H$  – висота покриття над умовною робочою поверхнею.

$$i = \frac{42 * 18}{5,8 * (42 + 18)}$$

Знаходимо площу бічних стінок ліхтаря:

$$S_6 = 2 * h_{оп} * (a + b) = 2 * 1 * (2,7 + 2,7) = 10,8\text{м}^2$$

Знаходимо площу вхідного та вихідного отворів:

$$S_1 = S_2 = a * b = 2,7 * 2,7 = 7,3\text{м}^2$$

Знаходимо співвідношення:

$$\frac{S_2}{S_1 + S_6} = \frac{7,3}{7,3 + 10,8} = 0,4$$

За цим результатом за додатком ДБН В. 2.5 – 28:2018 визначаємо  $\eta_l$  – світлову характеристику зенітних ліхтарів:

$$\eta_l = 2$$

Знаходимо співвідношення:

$$\frac{H}{B} = \frac{5,8}{18} = 0,32$$

За додатком ДБН В. 2.5–28:2018 визначаємо  $r_2$  – коефіцієнт, що враховує підвищення КПО при верхньому освітленні завдяки світлу, відбитому від поверхонь приміщення:

$$r_2 = 1,35$$

За додатком ДБН В.2.5–28:2018 визначаємо  $k_f$  – коефіцієнт, враховуючи тип ліхтаря:

$$k_l = 1,1$$

Необхідну площу zenітних ліхтарів визначаємо за формулою:

$$S_l = \frac{S_{\Pi} * e_n^{IV} * \eta_l * K_3}{100 * \tau_0 * r_2 * k_l}$$

де  $S_{\Pi}$  - площа приміщення, що освітлюється;

$$S_l = \frac{18 * 42 * 1,5 * 2 * 1,4}{100 * 0,47 * 1,35 * 1,1} = 45,5 \text{ м}^2$$

$$N = \frac{S_l}{a * b} = \frac{45,5}{2,7 * 2,7} \approx 6$$

Висновок: Необхідна кількість ліхтарів для забезпечення необхідної освітленості приміщення становить 6 штук. Це достатньо для виконання норм.

### 5.3 Забезпечення пожежної та вибухової безпеки

Пожежну безпеку визначають як такий стан об'єкту, при якому виключено можливість пожежі, а у разі її виникнення використовуються необхідні заходи щодо усунення негативного впливу небезпечних факторів пожежі на людей, спорудження та матеріальні цінності [49]. Пожежна безпека забезпечується пожежною профілактикою та активним пожежним захистом. Відповідно пожежна профілактика – це комплекс заходів, спрямованих на запобігання пожежі або зменшення її наслідків. Активна пожежний захист – заходи, що забезпечують успішну боротьбу із пожежами.

Відповідно до ДСТУ Б В.1.-36:2016 приміщення за вибухопожежною та пожежною безпекою поділяють на п'ять категорій – А, Б, В, Г, Д. Як правило, виробничі приміщення з ПК відносяться до пожежонебезпечних, категорії В1-В4.

У приміщеннях з ПК рекомендують використовувати вогнегасники з газовими вогнегасними складами. Раніше вогнегасники класифікували за

обсягом: малолітражні (до 5 літрів); промислові ручні (до 10 л); пересувні (більше 10 літрів). Маркування вогнегасників складалося з літери, що характеризує вигляд вогнегасника і цифри, що позначає місткість. Тепер за новим маркуванням замість обсягу в літрах вказують масу вогнегасного складу (у кг). Наприклад, ручні вуглекислотні вогнегасники: ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8; транспортні варіанти – ОП-25, ОП-80, ОП-400. Вуглекислотні вогнегасники є найбільш адекватними для гасіння пожежі у приміщеннях з ПК, оскільки вони забезпечують збереження електрообладнання (після застосування пінних або, більше актуальних в даний час, порошкових вогнегасників відновити ПК здебільшого неможливо).

Крім цього приміщення повинні бути обладнані автоматичними пожежними сповіщувачами, що реагують на підвищення температури, дим, полум'я.

Виробниче приміщення з ПК та виробнича будівля мають бути оснащені шляхами евакуації для своєчасного порятунку людей під час пожежі. Ширина евакуаційного проходу до одиночних робочих місць у самому виробничому приміщенні має бути не менше 0,7 м.

Кількість евакуаційних виходів з будівель, приміщень та кожного поверху будівель має бути не менше двох. Вони повинні розташовуватися розосереджено.

#### **5.4 Інструкція з охорони праці при обслуговуванні ПК**

Працюючи на персональному комп'ютері працівник зобов'язаний:

- виконувати лише ту роботу, яка визначена його посадовою (робочою) інструкцією;
- виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку;
- дотримуватися режиму праці та відпочинку;
- правильно застосовувати засоби індивідуального та колективного захисту;
- дотримуватись вимог охорони праці;

- проходити обов'язкові періодичні (протягом трудової діяльності) медичні огляди (обстеження), а також проходити позачергові медичні огляди (обстеження) за направленням роботодавця.

Вимоги охорони праці перед початком роботи:

- підготувати робоче місце;
- відрегулювати освітлення на робочому місці, переконатися у відсутності відблисків на екрані;
- перевірити правильність підключення обладнання до електромережі;
- перевірити справність проводів живлення та відсутність оголених ділянок проводів;
- перевірити наявність заземлення системного блоку, монітора та захисного екрана;
- протерти антистатичною серветкою поверхню екрана монітора та захисного екрана;
- перевірити правильність установки столу, стільця, підставки для ніг, кута нахилу екрана, положення клавіатури, положення «миші» на спеціальному килимку, при необхідності провести регулювання робочого столу і крісла, а також розташування елементів комп'ютера відповідно до вимогами ергономіки та з метою виключення незручних поз та тривалих напруг тіла.

Працівнику під час роботи на ПК забороняється:

- торкатися задньої панелі системного блоку (процесора) при включеному живленні;
- перемикати роз'єм інтерфейсних кабелів периферійних пристроїв при включеному живленні;
- допускати потрапляння вологи на поверхню системного блоку (процесора), монітора, робочу поверхню клавіатури, дисководів, принтерів та інших пристроїв;
- проводити самостійний ремонт обладнання;
- відключати обладнання від електромережі та висмикувати електровилку, тримаючись за шнур.

Вимоги до охорони праці в аварійних ситуаціях:

- у всіх випадках обриву проводів живлення, несправності заземлення та інших пошкоджень, появи гару, негайно відключити живлення та повідомити про аварійну ситуацію керівнику;
- не розпочинати роботу до усунення несправностей;
- у разі виникнення пожежі, задимлення негайно повідомити телефоном до пожежної, сповістити працюючих, повідомити керівника підрозділу; відкрити запасні виходи з будівлі, знеструмити електроживлення, закрити вікна та прикрити двері; почати гасити пожежу первинними засобами пожежогасіння, якщо це не пов'язано з ризиком для життя; організувати зустріч пожежної команди; залишити будинок та перебувати в зоні евакуації.

## 5.5 Висновки до розділу 5

Сучасний розвиток технічного та технологічного стану виробництва передбачає постійну автоматизацію та оптимізацію виробничих процесів. Сьогодні, напевно, важко уявити компанію, господарська діяльність у якій здійснювалася без використання комп'ютерної техніки. Через масовий характер робіт, які виконуються працівниками за допомогою комп'ютера, законодавством чітко врегульовано норми та вимоги до використання комп'ютерної техніки на підприємстві, зокрема охорона праці при роботі з комп'ютером.

Експлуатують ПК на підставі таких нормативно-правових актів:

- Вимоги безпеки та захисту здоров'я працівників при роботі з екранними пристроями, затверджені наказом Мінсоцполітики від 14.02.2018 № 207 (діють з 18 травня 2018 року);
- ДСанПІН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин».



Загальні вимоги пожежної безпеки під час експлуатації комп'ютерної техніки визначають Правила пожежної безпеки в Україні (затверджені наказом МВС від 30.12.2014 № 1417).

Конкретні показники санітарних норм можна знайти у державних санітарних правилах та нормах використання візуальних дисплейних терміналів електронно-обчислювальних машин ДСанПІН 3.3.2.007-98, що регламентуються Постановою № 7 Головного державного санітарного лікаря України від 10.12.19.

Кабінети, в яких планується встановлення та подальша діяльність з ПК, повинні відповідати проектній документації будинку, погодженій з уповноваженими державними органами. Крім того, роботодавець повинен враховувати існуючі санітарні нормативи освітлення, вимоги до параметрів мікроклімату (температура, відносна вологість), ступеня та сили вібрації, звукового шуму та вогнестійкості кабінету, а також електромагнітного, ультрафіолетового та інфрачервоного полів.

## ВИСНОВКИ

Однією із сучасних екологічних проблем є деградація земель. Під цим поняттям зібрані всі процеси, які змінюють стан ґрунту, погіршують його функції, що призводить до втрати родючості.

Деградація ґрунту описується фізичними, хімічними та біологічними процесами деградації, що впливають на ґрунт та впливають на ґрунтові ресурси та якість навколишнього середовища, а також на добробут людей та джерела засобів для існування.

У сучасних інтенсивних умовах використання земель виняткову значимість та актуальність набувають дослідження, спрямовані на вивчення процесів деградації земельних ресурсів та визначення їх ризику. Одним з сучасних та ефективних способів аналізу деградації ґрунтово-рослинного покриву є дослідження за допомогою дистанційних методів, а саме багатаспектральних космічних знімків та професійного програмного забезпечення.

Метою даної магістерської роботи було проаналізувати процеси деградації земельних ресурсів густо населеного регіону та охарактеризувати сучасний стан родючих чорноземів досліджуваного району з метою визначення ступеня деградації ґрунтово-рослинного покриву та побудови відповідної карти.

У першому розділі було визначено поняття деградації земельних ресурсів, визначено причину цього процесу та розглянуто стан деградованих земель України. Процес деградації досить повільний, практично непомітний. Причини деградаційних процесів можуть бути досить різноманітними і залежати не лише від території, а й від біофізичних, соціо-економічних та політичних факторів. Найбільший вплив на розвиток деградації земель мають водна та вітрова ерозії.

У другому розділі було проаналізовано методи дослідження дистанційного зондування землі. Існує кілька методів дистанційного картування: фотознімання, сканерне знімання, радарне знімання, теплове знімання, спектрометричне знімання, лідарне знімання. На сьогоднішній день у космосі працюють десятки

апаратів різних типів, які виконують збір даних різними дистанційними методами.

У третьому розділі охарактеризовано ґрунти досліджуваної території, а саме Маловиськівського району Кіровоградської області та побудовано тематичну карту розвитку деградаційних процесів. Цей регіон привертає увагу для досліджень, адже її справжнім багатством є родючі чорноземні ґрунти.

Для створення кінцевої карти деградації земель, було використано допоміжні карти, такі як карта зміни вегетаційного індексу та карта зміни ерозії ґрунтів. Основою для створення цих карт стали багатоспектральні знімки з КА Sentinel-2A та Sentinel-2B.

За отриманою картою ерозії ґрунтів було умовно виділено три райони з різною поведінкою розвитку деградації (північ, південний схід, південний захід). На півночі 1-2% території мають сильно виражені ознаки деградації, 8-9% – слабка деградація, 45% – без змін, 20% – значне покращення, 25% – середньо-слабке покращення. Південний схід характеризується наступними показниками: 3% – сильна-середньо деградація, 17% – слабка деградація, 35% – без змін, 15% – значне покращення, 30% – середньо-слабке покращення. На південному заході: 2% – сильна деградація, 8% – слабка деградація, 45% – без змін, 30% – середньо-слабке покращення, 15% – значне покращення.

За результуючою картою деградації, отриманою внаслідок злиття даних карти ерозії ґрунтів і карти змінення рослинного покриву Байєсовським методом можна зробити такі висновки: 2% території мають сильно-середню деградацію, 18% – слабку деградацію, 15% – без змін, 10% – сильне покращення, 55% – середньо-слабке покращення.

При аналізі карти змінення рослинного покриву відзначається візуальна подібність її з кінцевою картою деградації земель. При чому деградовані ділянки відрізняються більшою контрастністю.

Дослідження показують сильну деградацію в районах сел Заповідне, Пурпурівка, Червона Поляна, Первомайське. Створена карта деградації ґрунтово-рослинного покриву може використовуватись для управління

територіями Маловиськівської об'єднаної територіальної громади Кіровоградської області.

Четвертий та п'ятий розділи містять загальну інформацію щодо охорони навколишнього середовища та охорони праці. Описано основні фактори деградації ґрунтів, а саме водну та вітрову ерозії, та комплекс ґрунтозахисних заходів щодо протидії деградаційним процесам.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Дистанционная оценка риска деградации земель с использованием космических снимков и геопространственного моделирования / М. А. Попов, С. А. Станкевич, А. А. Козлова // Доповіді Національної академії наук України. Математика, природознавство, технічні науки: Науково-теоретичний журнал. – 2012. - № 6. – С. 100–104.
2. Про охорону земель: Закон України за станом на 21 березня 2012 р. / Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К. : Парлам. вид-во, 2012. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/962-15>.
3. Державне космічне агентство України. Дистанційне зондування Землі. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.space.com.ua/nsau/catalogNEW.nsf/mainU>.
4. Лялько В. І. Застосування матеріалів багатоспектральної космічної зйомки при вирішенні задач природокористування / В. І. Лялько, М. О. Попов, О. Д. Федоровський, А. І. Воробйов, Г. М. Жолобак, З. В. Козлов, А. Г. Мичак, О. І. Сахацький, С. А. Станкевич, В. Є. Філіпович, З. М. Шпортюк // Космічні дослідження в Україні 2004-2006. – К.: НКАУ, 2006. – С. 14–21.
5. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування / За ред. В. І. Лялька та М. О. Попова. – К.: Наук. думка, 2006. – 360 с.
6. Сахацький О. І. До можливостей оцінювання зволоженості земного покриття за багатоспектральними космічними зображеннями оптичного діапазону на прикладі території України / О. І. Сахацький, С. А. Станкевич // Доповіді НАН України, 2007. – № 11. – С. 122–128.
7. Кашкин, В. Б. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений: учебное пособие / В. Б. Кашкин, А. И. Сухинин. – М.: Логос, 2001. – 264 с.
8. Попов М.А. Дистанционная оценка риска деградации земель с использованием космических снимков и геопространственного моделирования / М.А. Попов,

- С.А. Станкевич, А.А. Козлова // Доповіді Національної академії наук України. – 2012. – № 6. – С. 100–104.
9. Станкевич С. А. Комплексна обробка багатоспектральних аерокосмічних зображень для виявлення сільськогосподарських угідь / С. А. Станкевич, А. В. Васько // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва, 2011. – Вип. II(22). – С. 171–175.
  10. Мальчикова Д. С. Використання ГІС/ДЗЗ-технологій для вивчення територіальної структури землекористування регіону / Д. С. Мальчикова // Періодичне видання Проблеми безперервної географічної освіти і картографії.- 2010 р.- №12 . - С.123-128.
  11. Жолобак Г. М. Використання методів дистанційного зондування Землі для моніторингу агроресурсів України / Г. М. Жолобак // Космічна наука і технологія.- 2010. -Т. 16. № 6. С. 16–23.
  12. Lefteri Dushaj, Ilir Salillari, Valentina Suljoti, Majlinda Cenameri, Fatbardh Sallaku Application on gis for land use planning: a case study in central part of albania Research Journal of Agricultural Science, Vol. 41 (2), 2009 P.104-111
  13. You Younli, Mushtak T. Jabbar, Jing-Xuan Zhou Study of Environmental Change Detection Using Remote Sensing and GIS Application: A Case Study of Northern Shaanxi Province, China // Pol.J.Environ.Stud. – 2010. - Vol.21, No.3.- P.783-790
  14. Francis Balfour Agurgo Remote Sensing & GIS for Land Degradation Assessment and Land Management in Ghana //Proceedings Of Sub-Regional Workshop On Forestry Statistics, Nakuru, Kenya.- 2008.- P. 517-522.
  15. Чорний С. Г., Хотиненко О. М. Оцінка протидефляційної стійкості ґрунтів у зв'язку із сучасними змінами клімату /Агрохімія і ґрунтознавство/ Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Харків: Інститут Ґрунтознавства та агрохімії О. Н. Соколовського УААН, 2009. – Вип. 70. – с. 69-76.
  16. Закон України «Про державний контроль за використанням та охороною земель» №963-IV від 19.06.2003/ Верховна Рада України. – Офіц. вид.- К:

- Парлам. вид-во, 2003. [Електронний ресурс]. - <https://zakon.rada.gov.ua/go/963-15>
17. Постанова Кабінету Міністрів України від 17.11.1997 № 1279 «Про розміри та Порядок визначення втрат сільськогосподарського і лісогосподарського виробництва, які підлягають відшкодуванню».
  18. Земельний кодекс України: Відомості Верховної Ради України від 25 жовт. 2001 р. №2768-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2768-14>
  19. Закон України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» від 23.12.1998 № 353-XIV (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14>.
  20. Закон України «Про землеустрій» від 22.05.2003 № 858-IV (Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15>.
  21. Інженерна геодезія : навч. посіб. / С.Г. Вилка. – К. : Аграрна освіта, 2014. – 371 с.
  22. Наукове забезпечення управління ґрунтовими ресурсами в контексті євроінтеграційних процесів. Наукова доповідь/ А.С. Заришняк, С.А. Балюк, В.В. Медведєв та ін. — Х., 2016. — 44 с.
  23. Тревого І.С. Сучасні тенденції розвитку та класифікації електронних тахеометрів [Електрон. ресурс] : Геодезія і геодинаміка. – Режим доступу: <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/5979/1/43.PDF>.
  24. Стратегія збалансованого використання, відтворення і управління ґрунтовими ресурсами України; за ред. С.А. Балюка, В.В. Медведєва. — К.: Аграрна наука, 2012. — 239 с.
  25. Рябчій В.А. Р 98 Землевпорядні вишукування у містах : навч. посіб. / В.А. Рябчій, В.В. Рябчій; Нац. гірн. ун-т. – Д.: НГУ, 2014. – 165 с.
  26. Богіра М.С. Землевпорядне проектування: теоретичні основи і територіальний землеустрій: навчальний посібник / М.С. Богіра, В.І. Ярмолюк. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 416 с.

27. Балюк С.А. Сучасні проблеми біологічної деградації чорноземів і способи збереження їх родючості/ С.А. Балюк, Б.С. Носко, Є.В. Скрильник // Вісник аграрної науки. — № 1. — 2016. — С. 11–17.
28. Богатирчук-Кривко С. Еколого-економічний механізм управління земельними ресурсами в сільському господарстві. Землевпорядний вісник. 2014. № 12. С. 39–42.
29. Концепція організації і функціонування моніторингу ґрунтів в Україні з урахуванням європейського досвіду (наукове видання)/ Керів. розробки С.А. Балюк, В.В. Медведєв. — Х.: Смугаста типографія, 2015. — 45 с.
30. Економічне забезпечення відтворення родючості ґрунтів: рекомендації/А.В. Кучер, О.В. Анісімова, І.В. Казакова, Л.В. Гапєєв; за ред. А.В. Кучера. — Х.: Смугаста типографія, 2015. — 112 с.
31. Трускавецький Р.С. Основи управління родючістю ґрунтів /Р.С. Трускавецький, Ю. Л. Цапко. — Х., 2016. — 388 с
32. Черпіцький О.З. Еколого-економічні механізми захисту земельних ресурсів від деградаційних процесів у ринкових умовах / О.З. Черпіцький, Д.С. Добряк. — К. : Урожай, 2007. — 144 с.
33. Моніторинг земель : підручник / [О.М. Гаркуша, В.В. Горлачук, В.В. Мельніченко та ін.] ; за ред. В.В. Горлачука. — Миколаїв : Іліон, 2008. — 190с.
34. Основи дистанційного зондування Землі : історія та практичне застосування : навч. посіб. / С. О. Довгий, В. І. Лялько, С. М. Бабійчук, Т. Л. Кучма, О. В. Томченко, Л. Я. Юрків. — К. : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. — 316 с.
35. Про схвалення Концепції боротьби з деградацією земель та опустелюванням: Розп. Кабінету Міністрів України від 22.10.2014 р. № 1024-р. Офіційний вісник України. 2014. № 86. Ст. 2439.
36. Бредіхін О. Економічні проблеми охорони земель на нинішньому етапі розвитку земельних відносин. Землевпорядний вісник. 2012. № 8. С. 13–18.
37. Концепція охорони ґрунтів від ерозії в Україні. Харків, 2008. 60 с.



38. Наукові та прикладні основи захисту ґрунтів від ерозії в Україні : монографія. Харків, 2010. 460 с.
39. Красовський Г. Я. Інформаційні технології космічного моніторингу водних екосистем та прогнозу водоспоживання міст / Г. Я. Красовський, В. А. Петросов. — Київ : Наукова думка, 2003. — 224 с.
40. Давиденко В.А., Білявський Г.О., Арсенюк С.Ю. Ландшафтна екологія: Навчальний посібник. – К.: Лібра. 2007. – 280 с.: іл.
41. Муха Б.П. Дистанційні дослідження Землі: навч. підручник, частина 1. Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка. Львів, 2008. 600 с.
42. Муха Б.П. Дистанційні дослідження Землі: Навч. підручник, частина 2. Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка. Львів, 2008. 600 с.
43. Некос А.Н. Дистанційні методи досліджень в екології: Навчальний посібник. ХНУ імені В.Н. Каразіна. Харків, 2007. 372 с.
44. Сілівончик А. Земля из-под ног [Електронний ресурс] / А. Сілівончик // Главный сайт о агробизнесе. – Режим доступу: <https://latifundist.com/spetsproekt/669-zemlya-iz-pod-nog-kak-izmenyaetsya-kachestvo-ukrainskih-pochv-i-chto-s-etim-delat>. – Дата публікації: 27.07.2020. – Дата перегляду: 12.11.2020.
45. Добровольский Г.В., Гришина Л.А. Охрана почв / Г.В. Добровольский, Л.А.Гришина. — М.: Изд-во МГУ, 1985. — 225 с.
46. Кузнецов М. С., Глазунов Г. П. Эрозия и охрана почв / М. С. Кузнецов, Г. П.Глазунов. — М.: Изд-во МГУ, 1996, — 335 с.
47. Протоєрейський О. С. Охорона праці в галузі : навч. посіб. / О. С. Протоєрейський, О. І. Запорожець. – К. : Книжкове вид-во НАУ, 2005. – 268с
48. Русаловський А. В. Правові та організаційні питання охорони праці : навч. посіб. / А. В. Русаловський. – 4-те вид., допов. і перероб. – К. : Університет «Україна», 2009. – 295 с.
49. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. – Харків: Форт.-2006 – 272 с

50. Мартиросова В. Особливості праці користувачів ЕОМ // Охорона праці. - 1995 - №1. - С. 10 - 15.
51. Мозговой Д. К. Обработка спутниковых снимков при решении прикладных задач // Междунар. науч.- практ. форум «Наука и бизнес»: Тез. докл. — Днепропетровск, 2015. — С. 191—194.
52. GIS-Lab. Вегетационные индексы. URL:  
[http://gislab.info/qa/vi.html#.D0.9E.D1.82.D0.BD.D0.BE.D1.81.D0.B8.D1.82.D0.B5.D0.BB.D1.8C.D0.BD.D1.8B.D0.B9\\_.D0.92.D0.98\\_.28Ratio\\_VI.2C\\_RVI.29](http://gislab.info/qa/vi.html#.D0.9E.D1.82.D0.BD.D0.BE.D1.81.D0.B8.D1.82.D0.B5.D0.BB.D1.8C.D0.BD.D1.8B.D0.B9_.D0.92.D0.98_.28Ratio_VI.2C_RVI.29)  
9 (дата звернення 25.11.2021 р.).