

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
Навчально-науковий інститут екології  
Кафедра екологічної безпеки та екологічної освіти

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
бакалавра  
на тему  
**ОЦІНКА ЕРОЗІЇ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ МЕТОДОМ ДИСТАНЦІЙНОГО  
ЗОНДУВАННЯ (НА ПРИКЛАДІ ХАРКІВСЬКОГО РАЙОНУ  
ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)**

Виконав: студент 4 курсу, групи ДЕ- 42  
Спеціальність 101 «Екологія»  
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

\_\_\_\_\_ / Тімченко А.О. /  
(прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_ / Кривицька І.А. /  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(підпис) (прізвище та ініціали)

*«До захисту допущено»*

Зав. кафедри \_\_\_\_\_ / проф.Некос А. Н. /  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтролер \_\_\_\_\_ / інж. Дюкова В. В. /  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Секретар ДЕК \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Харків – 2020 рік

# МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Навчально-науковий інститут екології

Кафедра екологічної безпеки та екологічної освіти

Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) бакалавр

Спеціальність 101 «Екологія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

\_\_\_\_\_ проф. А. Н. Некос  
підпис ініціали, прізвище

“28” травня 2019 року

## **З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)**

\_\_\_\_\_ Тімченко Анні Олегівні \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи: ОЦІНКА ЕРОЗІЇ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ МЕТОДОМ  
ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ (НА ПРИКЛАДІ ХАРКІВСЬКОГО РАЙОНУ  
ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

керівник роботи \_\_\_\_\_ доц. Кривицька І.А. \_\_\_\_\_,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від “\_28\_” травня \_\_2019 року №\_\_

2. Строк подання студентом роботи \_\_\_\_\_

3. Перелік питань, які потрібно розробити

1. Проведення аналізу наукових джерел з приводу відомостей про ерозійні процеси, їх види, причини утворення та способи ліквідації;
2. Виявлення дешифрувальних ознак еродованих ґрунтів на космічних знімках;

3. Розробка методичних основ дешифрування еродованих ґрунтів за даними космічної зйомки у видимому діапазоні;

4. Створення векторної карти еродованих ґрунтів та розрахування їх площі.

4. План роботи

| № з/п | Назви етапів роботи                                 |
|-------|-----------------------------------------------------|
| 1     | Вивчення теоретичних основ питання.                 |
| 2     | Визначення місця та методики проведення досліджень. |
| 3     | Аналіз результатів проведених досліджень.           |
| 4     | Формулювання висновків.                             |

5. Дата видачі завдання 28.05.2019р.

**Студент**

\_\_\_\_\_

підпис

Тімченко А.О.

ініціали, прізвище

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_

підпис

доц. Кривицька І.А

посада, ініціали, прізвище

**АНОТАЦІЯ**  
**ОЦІНКА ЕРОЗІЇ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ МЕТОДОМ ДИСТАНЦІЙНОГО**  
**ЗОНДУВАННЯ (НА ПРИКЛАДІ ХАРКІВСЬКОГО РАЙОНУ ХАРКІВСЬКОЇ**  
**ОБЛАСТІ)**

**Тімченко А.О.**

Водна ерозія ґрунтів - основний деградаційний процес сучасних агроландшафтів. Ерозійні процеси впливають не лише на екологічний стан середовища, але й на економіку країни. Моніторинг та впровадження заходів по збереженню земельних ресурсів є важливим питанням у агровиробництві. В сучасних умовах моніторинг ґрунтів неможливий без використання космічних знімків і геоінформаційних технологій.

**Метою** даної роботи є визначення площ еродованих ґрунтів шляхом візуального дешифрування космічних знімків. Для визначення еродованих ґрунтів на території Дергачівського району Харківської області був використаний метод візуального дешифрування космічних знімків Sentinel. Обробка та дешифрування знімків проводились у геоінформаційній системі Quantum GIS. Основними використаними дешифрувальними ознаками були: світлий колір, смугаста текстура знімку, орієнтація смуг перпендикулярно до яружно-гідрографічної мережі, дендровидна структура. Для попередження помилок при дешифруванні використовувались знімки різних років – 02.05.2018 та 27.04.2019. Визначено, що 5.6 % від загальної площі району та 11% від площі ріллі району займають середньозмиті або сильнозмиті ґрунти. В результаті даного процесу втрачається достатня кількість якісної продукції, що несе вагомі економічні збитки не лише району, але й усієї Харківської області. Для покращення ситуації рекомендується створення системи моніторингу стану ґрунтів, що заснована на безкоштовному інформаційному (знімки Sentinel) та програмному забезпеченні (Quantum GIS).

ҐРУНТ, ЕРОЗІЯ, КОСМІЧНА ЗЙОМКА, ГЕОІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА,  
ВЕКТОРИЗАЦІЯ, ВІЗУАЛЬНЕ ДЕШИФРУВАННЯ

**ANNOTATION**  
**ASSESSMENT OF SOIL COVER BY REMOTE SENSING METHOD(ON THE**  
**EXAMPLE OF KHARKIV DISTRICT OF KHARKIV REGION)**  
**Timchenko A.O.**

Water erosion of soils is the main degradation process of modern agro-landscapes. Erosion processes are affected not only the ecological status of the environment, but also the economy of country. The monitoring and implementation of land conservation measures is the important issue in agriculture. In modern conditions the soil monitoring is impossible without the using of space images and geoinformation technologies.

The purpose of this work is to determine the areas of eroded soils by visually decoding of space images.

To determine the eroded soils in the territory of Dergichiv district of Kharkiv region, the method of visual decryption of space images was used Santinel. The image processing and decryption were performed in the geoinformation system Quantum GIS. The main decryption signs used were: light color, striped texture of the image, orientation of the bands perpendicular to the longitudinal-hydrographic network, dendrovidny structure. For preventing of errors in decryption were used pictures of different years-02.05.2018 and 27.04.2019. It is determined that 5.6% of the total area of the district and 11% of the arable area of the district are medium-washed or heavily-washed soils. As a result of this process, a sufficient amount of quality products are lost, which carries considerable economic losses not only for the district, but for the whole Kharkiv region. For improving of the situation, it is recommended that soil monitoring is based on free information (images Santinel ) and software( Quantum GIS).

SOIL, EROSION, SPACE SHOOTING, GEOINFORMATION SYSTEM,  
VECTORIZATION, VISUAL DECRYPTION

**АННОТАЦИЯ**  
**ОЦЕНКА ЭРОЗИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА МЕТОДАМИ**  
**ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ХАРЬКОВСКОГО**  
**РАЙОНА ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ)**

**Тимченко А.О.**

Водная эрозия почв - основной деградационный процесс современных агроландшафтов. Эрозионные процессы влияют не только на экологическое состояние среды, но и на экономику страны. Мониторинг и внедрение мероприятий по сохранению земельных ресурсов является важным вопросом в агропромышленности. В современных условиях мониторинг почв невозможен без использования космических снимков и геоинформационных технологий.

Целью данной работы является определение площадей эродированных почв путем визуального дешифрирования космических снимков.

Для определения эродированных почв на территории Дергачёвского района Харьковской области был использован метод визуального дешифрирования космических снимков Santinel. Обработка и дешифровка снимков проводились в геоинформационной системе Quantum GIS. Основными использованными дешифровальными признаками были: светлый цвет, полосатая текстура на снимке, ориентация полос перпендикулярно к овражно-гидрографической сети, дендровидная структура. Определено, что 5.6% от общей площади района и 11% от площади пашни района занимают среднесмытые или сильносмытые почвы. В результате данного процесса теряется достаточное количество качественной продукции, что несет весомые экономические убытки не только для района, но и для всей Харьковской области. Для улучшения ситуации рекомендуется создание системы мониторинга состояния почв, основанная на бесплатном информационном (снимки Santinel) и программном обеспечении (Quantum GIS).

ПОЧВА, ЭРОЗИЯ, КОСМИЧЕСКИЕ СНИМКИ, ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, ВЕКТОРИЗАЦИЯ, ВИЗУАЛЬНОЕ ДЕШИФРОВАНИЕ

## ЗМІСТ

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП.....                                                         | 7  |
| РОЗДІЛ 1 ТЕОРИТИЧНІ ОСНОВИ ПИТАННЯ.....                            | 10 |
| 1.1 Історія формування наукового напрямку «ерозієзнавство».....    | 10 |
| 1.2 Основні відомості про наукового напрямку «ерозієзнавство»..... | 11 |
| 1.3 Методологічний фундамент ерозієзнавства.....                   | 14 |
| РОЗДІЛ 2 МІСЦЕ ТА МЕТОДИКА ПРОВОДЖЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....             | 18 |
| 2.1 Основні відомості про місце проведення досліджень.....         | 18 |
| 2.2 Методика проведення досліджень.....                            | 23 |
| РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....                     | 30 |
| ВИСНОВКИ.....                                                      | 39 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....                                | 40 |
| ДОДАТКИ.....                                                       | 43 |

## Вступ

Актуальністю даної роботи є те, що водна ерозія ґрунтів - основний деградаційний процес сучасних агроландшафтів. Серед негативних наслідків ерозії є не тільки порушення ґрунтового покриву, але й інших компонентів ландшафту – рельєфу, поверхневих та підземних вод, біотичної складової. Результатом даного процесу є утворення на місці агроландшафтів малопродуктивних, пустелеподібних земель, отже, проблема водної ерозії ґрунтів має економічний, екологічний та географічний характер.

Основною причиною поширення ерозійних процесів на території України є структура посівних площ та формування структури земельного фонду. Щорічно через ерозію вибуває з сільськогосподарського використання від 50 до 70 тис. км<sup>2</sup> земель (більше 3% експлуатованої ріллі в рік). Ерозія ґрунтів призвела до повної або часткової втрати родючості більше половини всієї ріллі світу (1,6-2 млн. км.<sup>2</sup>). Це зумовлено спробою подолання в радянські часи кризи продовольчого характеру, яка зумовила постійне поширення площ сільськогосподарських угідь.

Також важливими причинами можна виділити не доскональності організації територій, відсутність адекватної оцінки полезахисного лісорозведення, помилки в організації території, неефективне використання коштів, які направлені на боротьбу з ерозійними процесами.

Геоінформаційні (ГІС) технології – це комп'ютері технології введення, обробки, аналізу, подання і збереження просторово розподілених даних. Дані технології дозволяють дати конкретний опис будови території, що досліджується, особливості місцевості, створює реальні передумови для точного відображення основних факторів ерозійних процесів.

Визначення водної ерозії за допомогою геоінформаційних систем на сучасний стан є інноваційним способом, який дозволяє значно знизити економічні затрати та

час проведення досліджень. Створювання векторних карт забезпечує базу для якісного та своєчасного моніторингу деградованих земель.

Результатами проведення робіт з геоінформаційними системами є карти потенційного змиву ґрунтів, таблиці розподілу земель за інтенсивністю змиву, що дає можливість робити висновки про місцевість та визначати ступінь ерозійної небезпеки.

Оцінювання ерозійної небезпеки та потенційного змиву території за допомогою просторових математичних моделей, а саме, векторних карт, на відміну від інших методів та моделей визначення та моніторингу ерозійних процесів проводиться з урахуванням ґрунтового покриття та рельєфу, саме тому є можливість одержання точних характеристик для будь якої території. Можливості сучасних геосистем дозволяють роботу з растровими зображеннями, що значно поліпшує точність досліджень дистанційних зйомок.

**Метою** даної роботи є визначення площ еродованих ґрунтів шляхом візуального дешифрування космічних знімків.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні **завдання**:

1. Проведення аналізу наукових джерел з приводу відомостей про ерозійні процеси, їх види, причини утворення та способи ліквідації;
2. Виявлення дешифрувальних ознак еродованих ґрунтів на космічних знімках;
3. Розробка методичних основ дешифрування еродованих ґрунтів за даними космічної зйомки у видимому діапазоні;
4. Створення векторної карти еродованих ґрунтів та розрахування їх площі.

**Об'єктом** дослідження є еродовані ґрунти Харківської області.

**Предметом** дослідження даної роботи є методичні основи візуального дешифрування еродованих ґрунтів за даними космічної зйомки.

Використані **методи дослідження**: дистанційний метод для визначення площі еродованих земель на досліджуваній території; теоретичні методи – для визначення значення проблеми та здобутку необхідних знань з питання; методи обробки даних – для можливості отримання достовірних результатів та створення рекомендацій.

Наукова новизна роботи полягає у спробі відходу від традиційних методів дослідження і моніторингу ерозійних процесів та переходу на більш доступний, дешевший та доцільний метод – використання дистанційних знімків та геоінформаційних систем для визначення площі еродованих земель на конкретних територіях та спроб мінімізувати їх вплив.

## РОЗДІЛ 1

### ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПИТАННЯ

#### 1.1 Історія формування наукового напрямку «ерозієзнавство».

Термін «ерозія» широко застосовується в різних науках, таких як медицина, соціологія та інші. Саме у науках про Землю це поняття застосовують для характеристики процесів руйнування поверхневого шару гірських порід.

Початок землеробства, який з'явився в проміжку часу 10000-8000 рр. до н. е. став спусковим механізмом ерозійних процесів. Ерозія ґрунтів швидко стала привертати увагу стародавніх вчених, наприклад, грецький законодавець Солоній у IV ст. до н.е. запропонував заборонити посів крутосхилів, щоб уникати ерозії. Як показують архівні документи з XVII –XVIII століть у Німеччині та Франції активно почали звертати увагу на даний процес – місцеві землевласники вважають небезпечним оранку вдовж схилів та приділяють велику увагу заходам, направленим на боротьбу з ярами та змивами.

Наприкінці 70-тих років XX сторіччя у зв'язку з збільшенням та специфікою прояву ерозійних процесів, дослідження, що проводилися в даному напрямку почали трансформуватися в окремі наукові напрямки.

На території України збільшення площі орних земель почало спостерігатися ще з другої половини XIX століття, як наслідок зростання попиту на пшеницю на світових ринках. Це стало стимулятором руйнівних ерозійних процесів, що спричинило першу масштабну екологічну кризу в Степу України кінця 19 століття – великої посухи 1891. Це сприяло появленню першого в історії стратегічного плану оптимізації степового землекористування – докучаєвського плану боротьби з посухою [20].

Докучаєвський план став спрямований на збереження родючості ґрунту та одержання стійких та постійних в часі врожаїв. Було запропоновано масове лісорозведення, створення різнорангових лісосмуг, які мали структуру і організацію.

Система лісосмуг мала ділити територію на прямокутні ділянки, оконтурювати яри та балки. План виконували до 1903 р, доки темпи лісорозведення не зменшилися в наслідок політичних та економічних причин.

З початку 50-тих років XX століття інтенсивність землеробства на території країни почала поступово зростати. Втрата гумусу з орних земель набула характеру національної катастрофи, яка загрожувала втратою чорнозему – головного родючого виду ґрунту в Україні.

Стимулятором початку розвитку ерозієзнавства на території України стала Постанова ЦК КПРС та Ради Міністрів СРСР «Про невідкладні заходи щодо захисту ґрунтів від вітрової та водної ерозії»(1967), яка стала реакцією влади на руйнування ґрунтового покриву. Це сприяло утворенню в Україні декількох наукових центрів, метою яких була вирішування проблем охорони ґрунтів від ерозії [20].

## 1.2 Основні відомості про наукового напрямку «ерозієзнавство»

На думку дослідників, таких як М.М. Заславський та Г.І. Швебс, термін «ерозія» необхідно використовувати лише для руйнівних процесів ґрунтів і ґрунтових порід саме водою. Руйнування ґрунтів вітром більш доцільно позначати терміном «дефляція», оскільки він більш точно визначає суть цього процесу.[19]

За темпами прояву розрізняють нормальну і прискорену ерозію. Нормальною ерозія вважається, якщо швидкість ерозійні процесів не перевищує швидкості формування ґрунту, тим самим не викликає деградацію ґрунтового покриву. Протилежний випадок – є прискореною ерозією. Отже, моніторинг інтенсивності вимивання ґрунтових порід є одною з основних задач ерозієзнавства.

В залежності від генезису водних потоків, які формують ерозійне руйнування ґрунту, розрізняють зливову ерозію, іригаційну ерозію та ерозію від стоку талих вод. Під іригаційною ерозією розуміють специфічний вид ерозії ґрунтів яка

характеризується ерозією від стокових вод, яка пов'язана з зрошуванням. За результатами впливу процесів руйнування ерозія може виявлятися у вигляді поверхнево – схилової або яружно – руслової [6].

В результаті культивування та обробки ґрунту гідрографічна мережа разом із зонами акумуляції наносів зарівнюється, в результаті утворюються ґрунти з укороченим гумусовим горизонтом – еродовані ґрунти та ґрунти, де відбувається часткова акумуляція наносів – намити ґрунти.

Глибокі ерозійні розмиви найчастіше формують яри – спостерігаються каньйоноподібні або V – подібні. Механізм утворення ярів починається з ерозії, а в процесу їх утворення беруть участь суфозійні і гравітаційні процеси. Яружна ерозія поділяється на лінійні, одноступінчасті та багатоступінчасті розмиви.

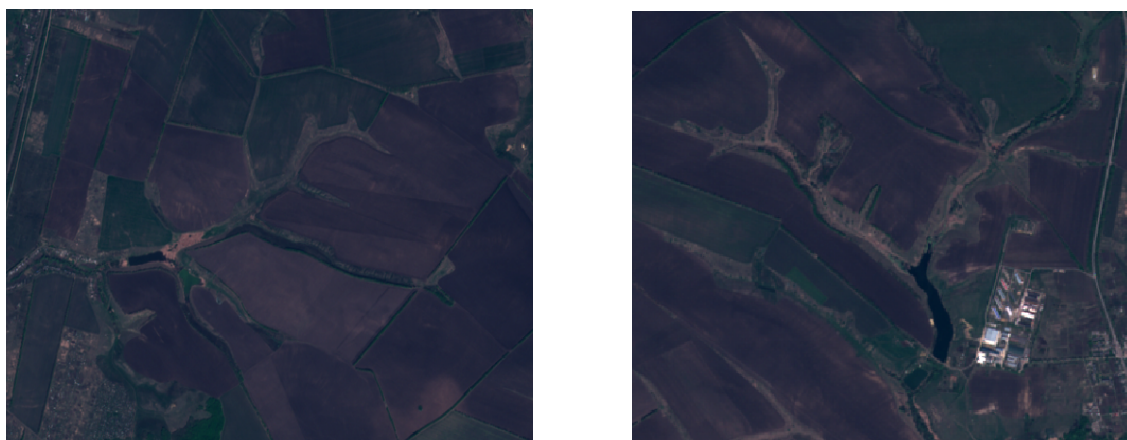


Рис. 1.1; 1.2 – Приклади зміну рельєфу ерозійними процесами.

У наслідок змиву верхнього родючого шару ґрунту значно зменшується родючість ґрунтів. Паралельно з цим на еродованих ґрунтах спостерігається процес негативної зміни хімічного, фізичного і біологічного складу. Частіше усього відбувається карбонізація ґрунтового профілю, зростає рН, погіршення структури ґрунту, починається погіршення поглинання основ, а відношення кальцію до магнію звужується. У свою чергу, погіршення водопроникнення збільшує інтенсивність

поверхневого стоку, як результат – посилення сухості ґрунтів та формування високих паводків [5].

Ерозія забирає від 25 до 40 млрд. т верхнього шару ґрунту щорічно, що значно знижує врожайність і здатність ґрунту зберігати вуглець, поживні речовини і воду. Щорічні втрати виробництва зернових внаслідок ерозії за оцінками складають 7,6 млн. т. Якщо не буде вжито заходів щодо зниження ерозії, до 2050 р втрати зернових можуть скласти понад 253 млн. т, що еквівалентно видаленню 1,5 млн. км<sup>2</sup> [7].

В сільськогосподарському виробництві України з кожного долара доданої вартості в результаті ерозії втрачається близько третини, а на кожну тонну отриманого зерна припадає близько 10 т змитого ґрунту в результаті ерозії. Площа деградованих і непродуктивних орних земель в Україні перевищує 20% ріллі. Щорічно через ерозію втрачається майже 300-600 мільйонів тонн ґрунту. Залежно від рівня процесів деградації врожайність може зменшитися до 50%, а втрати від нестачі продукції перевищують 20 млрд. грн.. на рік.

Процеси змивання несуть за собою різке падіння сумарної кількості мікроорганізмів в ґрунті. Виділення вуглекислого газу біологічними активними організмами ґрунтового профілю на 2,5 разів менше у сильно змитому ґрунті, ніж у повнопрофільному [19].

Крім прямого економічного збитку ерозійні процеси призводять до забруднювання водойм, обміління або повного знищення малих річок, замулювання ставків і водосховищ, викликає розвиток синьозелених водоростей, як результат – падіння вмісту кисню у водах та стерилізацію водойм. Це в свою чергу несе непрямі збитки через зменшення отримання електроенергії, зрошення, судноплавства.

### 1.3 Методологічний фундамент ерозієзнавства.

Через складність об'єкта дослідження широко використовується комплексний підхід, який являє собою спільний розгляд факторів та різних умов ерозійного процесу. Реалізація підходу заснована на концепції об'єднання відомостей о географічному ландшафту та технологіях просторової інтерпретації результатів дослідження.

Еродовані ґрунти – це ґрунти які в результаті ерозії або дефляції( вітрової ерозії) були зруйновані. В основному руйнуються поверхневі горизонти ґрунтового профілю. В залежності від ступеня руйнування ґрунтового покриву виділяють слабо, середньо та сильноеродовані.

Діагностування еродованих ґрунтів проводиться в основному в польовому та стаціонарному режимах. Одним з поширених методів визначення величини ерозії є вимірювання обсягів змитого ґрунту через визначення стручкових водомірів, що утворилися після танення снігу або зливи. Також має місце дослідження ґрунтового розрізу в декількох місцях, що дає можливість порівняти горизонти змитих на не змитих ґрунтових профілів.

Визначення величини еродованих ґрунтів традиційними польовими методами на наш час є достатньо затратним та важким процесом. Затрати на логістичні заходи, співробітників, необхідне обладнання досить значне. Також є часовий фактор – вимірювання одного земельного ділянки можуть займати декілька годин або більше.

В сучасному світі доцільніше використовувати дистанційні методи досліджень та звертатися до геоінформаційних технологій. Це знатно полегшує процес виявлення частки еродованих земель, так як існують багато безкоштовних геоінформаційних систем та дистанційних знімків. Затрати часу також мінімалізуються за рахунок великих об'ємів візуальної інформації яку можуть надати дистанційні знімки.

Дистанційні методи досліджень та моніторингу еродованих ґрунтів – це зйомка поверхні ґрунту без прямого входження в контакт з цією поверхнею, яка проводиться за допомогою літального апарату або наземної платформи з системами реєстрації електромагнітних або гравітаційних полів в заздалегідь визначеному діапазоні радіовипромінюванням з подальшим отриманням інформації у вигляді растрових зображень, числового матеріалу тощо.

Першим дистанційним методом дослідження буда аерофотозйомка в якій було впроваджено кольорова та інфрачервона фотографія. Носіями апаратури для дистанційних досліджень застосовувались літаки, повітряні кулі, космічні станції.

Застосування геоінформаційних технологій в ерозієзнавстві охоплює весь спектр загальних функцій - моніторингу, автоматизованого картографування, просторово часового аналізу, моделювання і створення просторових систем підтримки прийняття рішень у плануванні, проектування, управління та також інформаційна довідкова база.

Моніторинг процесів і явищ завдяки застосуванню геоінформаційних технологій реалізується через комп'ютерну обробку даних дистанційного зондування Землі, а саме космічної та аерозйомки у зв'язці з геоінформаційним польовим картографуванням.

Обробка даних дистанційного зондування Землі реалізується за допомогою комерційних ГІС – пакетів універсального призначення( наприклад QGIS, Mapinfo, ArcGIS та багато інших). Геоінформаційне польове картографування застосовується завдяки можливостей, що надаються глобальними системами позиціонування ( GPS – Global Positioning System – Глобальна система місце визначення) – з використанням приймачів і мобільних комп'ютерів із встановленими на них спеціальними ГІС – пакетами.

Інформаційно - довідкова функція геоінформаційних систем реалізується через веденні і створенні автоматизованих структур просторово розподілених даних, які характеризують природні та антропогенні компоненти ерозійних систем

території досліджень, моніторингу або проектування. Це дозволяє розчленувати просторові дані на однорідні шари, такі як генетичні різновиди ґрунту, рельєф місцевості, гранулометричний склад ґрунту, еродованість ґрунту, просторова структура землекористування, сівозміни, протиерозійні заходи. Шари мають бути представлені у вигляді електронних даних растрової або векторної моделі. Інструментальні геоінформаційні системи дають можливість редагувати та оновлювати інформацію, формувати нові шари даних, створювати нові комбінації шарів або перетворювати існуючі.

Для спрощення управління масивами просторової інформації до складу сучасних інструментальних геоінформаційних систем включені модулі, що забезпечують залучення до роботи комерційних систем керування базами даних( скорочено – СКБД).

Геоінформаційні системи в ерозієзнавстві також допомагають в забезпеченні автоматизованого ерозійного картографування, що дозволяє підготовлювати та публікувати традиційні карти еродованості ґрунтового покриву та протиерозійних заходів, що в свою чергу задовольняють сучасним вимогам картографічної продукції, а саме картодіаграм та математичних картограм.

Широке використання геоінформаційних систем розширило можливості впорядкування даних. Наприклад, стали доступні створювання електронних комп'ютерних карт з можливістю інтерактивного зчитування інформації карти і зміни як оформлення, так і змісту використанням складових аналітичних алгоритмів; створення за допомогою алгоритмів комп'ютерної графіки тематичних карт, які вручну використовувати практично неможливо; підключення до електронних тематичних карт звуку і відео зображення, включення анімації.

Найширше можливості геоінформаційних систем в ерозієзнавстві можуть бути реалізовані у розробці та експлуатації просторових систем підтримки рішень у протиерозійному управлінні або проектуванні. Під системами підтримки рішень

розуміють комп'ютерні системи, що забезпечують функції аналізу, оцінки, прогнозу явищ або процесів та ухвалення рішень у деякій наочній сфері.

Аналіз літератури показав, що:

1. Проблема ерозії ґрунтів була й залишається є актуально як для всього світу, так і для України.
2. Українські вчені мають гарно пророблений методологічний апарат стосовно дослідження, діагностики та моніторингу ерозії ґрунтів.
3. Логічним додатком до нього є сучасні методи дослідження, а саме - дистанційне зондування Землі та геоінформаційні технології.
4. Геоінформаційні технології на сучасний стан є найбільш перспективним методом моніторингу, прогнозування та розробки протиерозійних заходів, завдяки наповненості програмних забезпечень і можливості реалізовувати комплексні дистанційні дослідження.

## РОЗДІЛ 2

### МІСЦЕ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.

#### 2.1 Основні відомості про місце проведення досліджень.

Харківський район – це район, що розташований на півночі Харківської області. Площа району становить 1403,4 км<sup>2</sup>. Населення — 187,1 тис. чол. Районним центром є місто Харків. Харківський район займає достатньо вигідне економічно-географічне положення. На півночі район межує з Белгородською областю Росії, на сході з Вовчанським та Чугуївським районами, на півдні з Нововодолазьким і Зміївським, на заході з Дергачівським та Валківським районами Харківської області. Район пересікається річками Лопань, Харків та Уда.

Харківський район розташований на північному сході України на межі лісостепової та степової фізико-географічних зон та займає південно-західну окраїну Середньоруської височини. Клімат помірний. Середньорічні температури: літня + 21°C, зимова - 7°C. Кількість середньорічна опадів становить 540 мм .

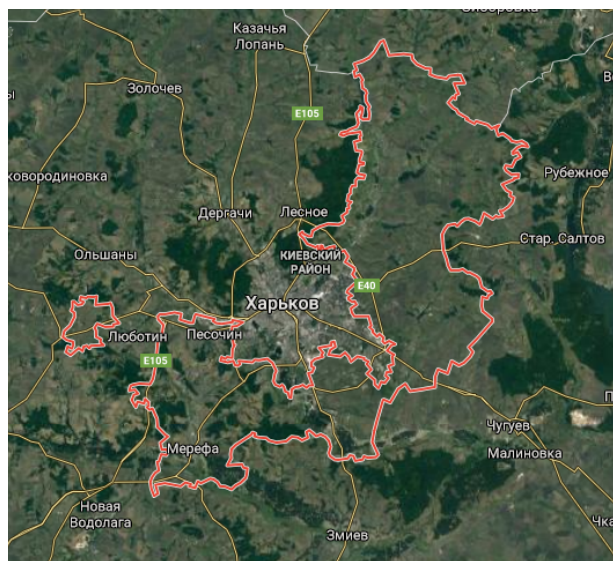


Рис.2.1 – Харківський район Харківської області

Місцем проведення досліджень є Дергачівський район Харківської області. Адміністративним центром району є місто Дергачі. Датою заснування району вважається 7 березня 1923 року. Площа району становить 900 км<sup>2</sup>, чи 2,9 відсотки території Харківської області. На півдні район граничить з Вальковським районом, на заході – з Золочевським та Богодухівським районами Харківської області, а на півночі – з Белгородською областю Російської Федерації.

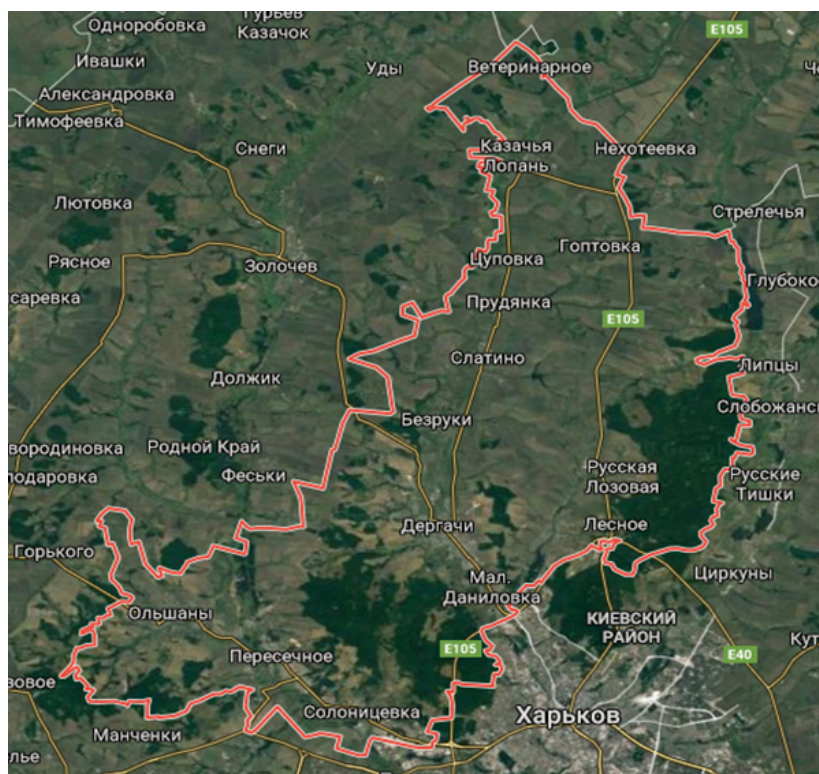


Рис.2.2 – Дергачівський район Харківської області

Населення району становить 94 826 осіб, з яких 67 976 осіб (71%) — займають міське населення; 27795 осіб (29%) — сільське населення. Основна кількість населення займають пенсіонери, а саме 28 147 тис. осіб що становить 29,2 відсотків. Народжуваність складає 8,3 на 1000 осіб., а смертність - 19,4 на 1000 осіб.

Район має дуже високий ресурсний потенціал. В основному він реалізується через глину, суглинок ( Білашевське та Лужковське родовище), мінеральну воду (Березівське родовище) та силікатний пісок ( Пересечанське родовище).

Основними галузями господарства району є сільське господарство та промисловість. В районі діє 27 промислових підприємств, які забезпечують працею близько трьох тисячі чоловік. В промисловому виробництві мають перевагу такі галузі як деревообробка (ЗАТ «Солоницівський комбінат меблевих деталей») ; виробництво електроенергії (ВАТ «Харківська ТЕЦ-5»); машинобудування металообробка (ДП «Дослідний завод “Енергосталь”»); промисловість будівельних матеріалів (ВАТ «Курязький завод силікатних виробів», ТОВ «Едельвейс», ТОВ «Дергачівське заводоуправління»).

Однією з провідних галузей району є сільське господарство, в якій працюють понад 1,5 тисяч осіб. Загальна площа сільськогосподарських угідь становить 59,6 тисяч га. Площа ріллі становить — 44355 га; зрошувальні землі — 1906 га; пасовищ — 8373 га; сінокосів — 4053 га; садів — 2537 га.

Територія яка вкрита лісним покривом становить 22,1 тис. га.

До складу агропромислового комплексу району входить 73 підприємства та 56 фермерських господарств. Сільське господарство реалізується за рахунок вирощування зернових та олійних культур. Рослинництво є провідною галуззю сільськогосподарського виробництва та має внесок до загального обсягу виробленої продукції 67 відсотків.

Район пересікається двома річками: Лопань, яка в межах району має протяжність близько 50 кілометрів та Уди, протяжність в межах району якої становить 7,38 кілометрів.

За типом водного режиму річка Уди відносяться до Східноєвропейського типу річок: та характеризується високою весняною повінню, низькою літньою і зимовою меженню та підвищеним осіннім стоком за рахунок дощів. Найбільші витрати води в річці Уди спостерігаються в березні, а найменші в червні. Для

боротьби з повеннями або при осушенні боліт і заболочених земель за лімітуючий період приймають багатоводну частину року : весну та літо – осінь, а за лімітуючий сезон – самий багатоводний сезон – весну [6].

Річка Лопань є лівобережної притокою річки Уди. Середні витрати води у річці Лопань становлять 0,62 м<sup>3</sup>/сек. Берега ріки низькі, а русло достатньо поглиблене. Живлення переважно снігове з відносно великою часткою ґрунтового стоку порівняно з дощовим. На весняне водопілля припадає до 70 % від річного стоку [6].

Кліматичні умови Дергачівського району характеризуються помірно-континентальний кліматом з помірно холодною зимою та достатньо тривалим, посушливим літом. Середньорічна температура атмосферного повітря становить приблизно 8,1 °С. Річна кількість опадів становить 517 мм. Опади випадають рівномірно, найбільші показники зазвичай в літній час, найбільш вологими місяцями вважається червень та липень, а найбільш сухими - лютий та квітень.

Дергачівський адміністративний район територіально входить до Харківського природно-сільськогосподарського району [25]. Оскільки актуальні дані про ґрунтовий покрив адміністративного району знайти не вдалось, в роботі застосовується характеристика ґрунтів Харківського природно-сільськогосподарського району.

В ландшафтній структурі основне місце належить розчленованим важко суб-горбистим височинам з важко суглинковими чорноземами і залишками кленово-липових дібров, ярами і балками, врізаними в крейдові породи.

Менш поширені терасові лесові рівнини з чорноземами середньо-гумусними і солонцюватими, борові горбисті тераси з дубово-сосновими лісами. На заплавах поширені дубові та в'язові-дубові ліси, справжні і болотисті луки, гіпново-осокові болота.

Ґрунтоутворюючі породи представлені лесами і лесовидними породами, в долинах річок (Лопань, Харків, Уди та ін.) – давніми і сучасними алювіальними відкладами.

Найбільш поширеними агровиробничими групами ґрунтів у районі є такі:

1. ясно-сірі і сірі опідзолені важко-суглинкові ґрунти (29е);
2. темно-сірі опідзолені та слабо реградовані важко-суглинкові ґрунти (40е);
3. чорноземи опідзолені і слабо реградовані та темно-сірі сильно реградовані важко-суглинкові ґрунти (41е);
4. чорноземи типові мало гумусні та чорноземи сильно реградовані важко-суглинкові (53е);
5. чорноземи типові мало гумусні та чорноземи сильно реградовані легко-глинисті (53л);
6. чорноземи на пісках не змиті та слабо-змиті глинисто-піщані (92б);
7. чорноземи на пісках не змиті та слабо-змиті супіщані (92в);
8. лучні ґрунти та їх слабо солонцюваті і слабо осолоділі відміни важко суглинкові (133е). [25]

Орні угіддя району мають середній показник бонітування ґрунтів 51 бал, багаторічні насадження – 47, сіножаті – 27, пасовища – 32 бал.

Деградовані ґрунти орних земель представлені змитими та дефльованими ґрунтами, дещо меншу площу займають сформовані на щільних глинах ґрунти важкого гранулометричного складу.

Одним із важливих заходів підвищення продуктивності земельних угідь є впровадження системи протиерозійних заходів.

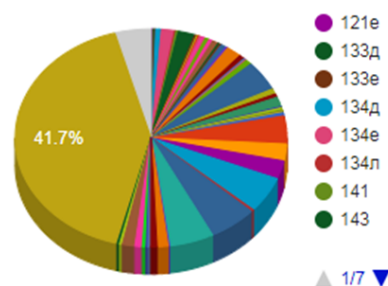


Рис.2.3 – Розподіл агрогруп по сільськогосподарському району [25]

## 2.2 Методика проведення досліджень

Дистанційні методи на даний час вважаються найбільш економічно вигідними та зручними в виявленні частки еродованих земель на певних територіях. Космічна зйомка дає можливість вести моніторинг та примати необхідні рішення досить швидко, в порівнянні з традиційними польовими методами. Геоінформаційні системи та дистанційні знімки є безкоштовними, що знатно підвищує доступність даного методу.

Для початку роботи необхідно мати космічні знімки різних років та діапазонів досліджуваної території. Необхідно мати знімки не тільки різних років, але й різних пір року, або різного часу, наприклад – перед обробкою земель для використання, після посіву визначених культур, після збору. Це необхідно для того, щоб дешифрування було максимально точним та давало можливість виключати зайві об'єкти.

Наступним етапом є збір додаткових матеріалів, які можуть надати літературні джерела (наукова література, методичні посібники, довідники) - відомості про географічні особливості території, про суть і специфіку об'єктів; державні топографічні, тематичні карти; плани і карти землекористувань, ґрунтові карти.

Порядок дешифрування в основному залежить від характеру місцевості, поставленої мети та масштабу карти. Дешифрування має цілеспрямований характер, тому існують такі види як топографічний, ландшафтний, геоморфологічний та сільськогосподарський. Вже на стадії попереднього дешифрування можна отримати достатньо повне уявлення про геологічну будову місцевості, наприклад виділити всі елементи геологічної будови та елементи залягання і потужність порід.

Залежно від геолого - тектонічної будови районів застосовують різні методи дешифрування знімків, такі як прямий, контрастно-аналоговий та ландшафтно-індикаційний.

Візуальне дешифрування - це процес, що виконується незалежно від того, в якому вигляді представлений знімок (фотовідбиток, зображення на екрані монітора, зображення на спеціальних приладах). Візуальне дешифрування використовує два види сприйняття: зорове та логічне. При зоровому сприйнятті необхідно використовувати такі параметри як яскравість, колір, розмір та обсяг об'єкту. Логічне сприйняття ґрунтується на особливості сприйняття людиною дійсності, необхідно складати логічний ланцюг, групувати окремі ознаки об'єктів в малюнки, використовувати схожі образи.

Візуальне дешифрування може надати такі можливості як: аналіз зображень на рівні об'єктів, розміри яких в кілька разів більше дозволу(пиксель); досить однозначне визначення форм об'єктів; легке використання непрямих ознак; суб'єктивні результати.

Перевагами візуального методу є економічність, легкість і швидкість отримання просторової інформації, одночасне використання всіх дешифрувальних ознак, застосування логічного мислення та інтуїції.

У даній роботі методи візуального дешифрування тісно зв'язані з застосуванням непрямого дешифрування. Для визначення еродованих ділянок необхідно зв'язувати між собою різні фактори та об'єкти, застосовувати логічні зв'язки між різними явищами.

Для роботи необхідно мати геоінформаційну систему, яка має в функціоналі можливість побудови векторних об'єктів, таких як точки, лінії, полігони. На даний момент існує велика кількість різноманітних як безкоштовних, так і платних ліцензійних програм, що надають можливість векторизації об'єктів.

Програма використана у даній роботі - Quantum GIS, або QGIS. Вона має достатньо широкий функціонал для створення векторизованих карт місцевості – настройку яскравості та інших параметрів для більш точного визначення кольору об'єктів, можливість створення векторних об'єктів – полігонів та можливість використовувати таблицю атрибутів для присвоєння об'єктам атрибутивної інформації.



Рис 2.4 – Використана в роботі версія геоінформаційної системи.

Для дешифрування еродованих ділянок є доцільним використовувати такі фактори як: рельєф території – змив верхнього шару ґрунту часто залежить від нахилу поверхні та водозбірного басейну ближчих річок; зміна у часі – знімки різних років дадуть можливість не плутати прояви ерозії з іншими схожими об'єктами; використання додаткових карт (наприклад, Нормативно грошова оцінка земель [26], безкоштовні свіжих карти надані Land Viewer); використання зимових знімків території, для можливості виявлення стоку.

Основними дешифрувальними ознаками в виявленні ерозійних ділянок є колір – світлій порівняно з іншими поверхнями, він допомагає знаходити території, де змитий верхній шар та мало гумусу. Наступною ознакою є структура розмивів на ґрунтовому покриві, яка представлена паралельними смугами, частіше по краях полів. Необхідно зв'язувати ерозійні процеси з найближчими річками та іншими водними об'єктами. Ерозія та її тип можуть залежати від рельєфу напряму водозбору річок.

Використані дистанційні знімки у роботі - Sentinel. Sentinel – збірка космічних апаратів дистанційного зондування Землі, частина найбільшої в світі програми спостереження, впроваджена Європейською Комісією в партнерстві з Європейським космічним агентством.

Sentinel постійно збирає зображення з двох супутників ДЗЗ, що забезпечує повторення зйомки для будь-якої ділянки Землі кожні 5-7 днів. Знімки є достатньо якісними і зручними для визначення еродованих ділянок. Sentinel, оснащений оптико-електронним мультиспектральним сенсором для зйомок з дозволом від 10 до 60 м у видимій, ближній інфрачервоній (VNIR) і короткохвильовий інфрачервоній (SWIR) зонах спектра, що включають в себе 13 спектральних каналів. Це дозволяє відображувати відмінності в рослинності, а також зводить до мінімуму вплив на якість зйомки атмосфери.[27]

Доцільно для векторизації ерозії використання знімків в певний період часу, а саме кінець квітня або початок травня. Цей час поля мінімально вкриті рослинністю, що значно спрощує процес візуального дешифрування. В інший час перешкоджати дешифруванню буде сніг, посаджені культури або залишки від збору та переробки культур. Дата зйомки використана в даній роботі – 02.05.2019 та 27.04.2019.

Знімки Sentinel мають важливу особливість – велику інформативність, адже вони зроблені в RGB діапазонах електромагнітних хвиль. На рис. 2.2.2. -2.2.4. представлені приклади комбінацій цих діапазонів для тематичного дешифрування.[27]

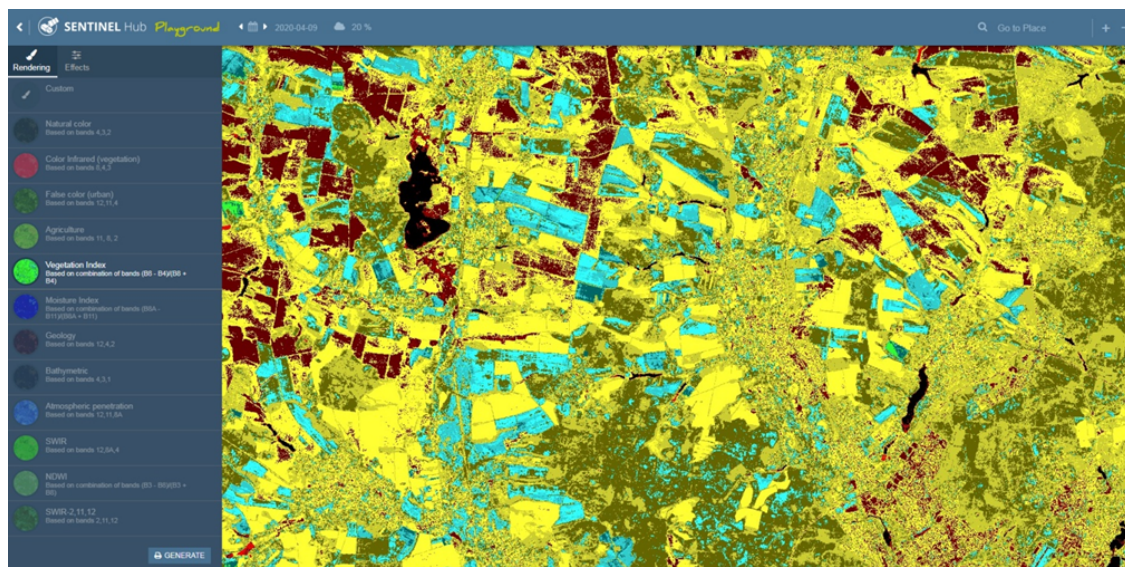


Рис. 2.5 – Фрагмент території Дегачівського району, представлений у вигляді значень «вегетаційного індексу» (4 і 8 канали)

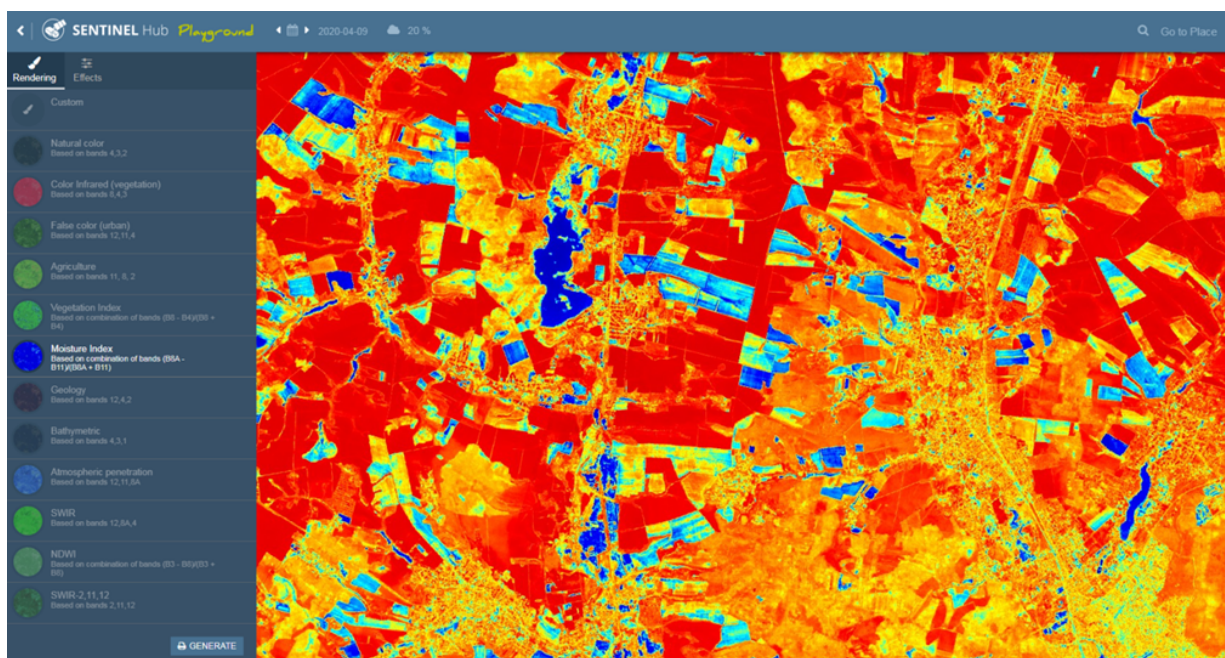


Рис. 2.6 – Фрагмент території Дегачівського району, представлений у вигляді значень індексу «вологість поверхні» (8а і 11 канали)

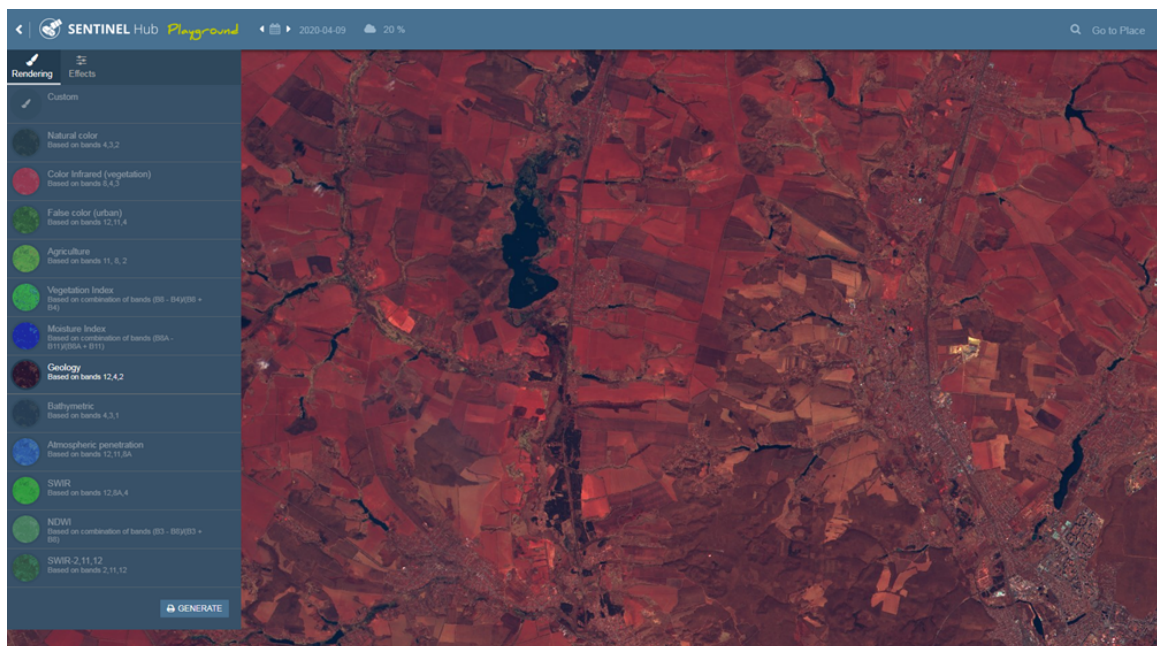


Рис. 2.7 – Фрагмент території Дегачівського району, представлений у вигляді значень індексу «геологія» (2, 4 і 12 канали)

Основні еродовані ґрунти по знімкам дешифруються за комплексом дешифрувальних ознак [9]:

1. Світлий колір, обумовлений виходом на поверхню перехідних ґрунтових горизонтів зі зниженим містом гумусу.
2. Смугаста текстура знімку – через чергування улоговин стоку та вододілів між ними.
3. Орієнтація цих смуг перпендикулярно до чітко виділяємих елементів яружно-гідрографічної мережі.
4. Дендровидна структура – всі тальвеги утворюють єдине «ерозійне» дерево.

Висновки. Дергачівський район інтенсивно використовується в сільському господарстві, майже 600 км<sup>2</sup> з 900 км<sup>2</sup> використовуються в сільському господарстві. 443 км<sup>2</sup> території району розорюються, що враховуючи хвилястий рельєф надає підстави для небезпеки водної ерозії.

Але згідно існуючої характеристики ґрунтового покриття території (рис.2.1.1.) на рівні назв агропромислових груп ґрунтів масштабних проявів ерозії не зафіксовано. Це надає підстави для перевірки реально стану речей.

Для сучасного моніторингу стану ґрунтового покриття дуже вигідною і необхідною є методика дистанційно дешифрування. Нами запропонований комплекс візуальних дешифрувальних ознак для визначення еродованих ґрунтів.

Для візуального дешифрування ґрунтів обрано безкоштовну геоінформаційну систему Quantum GIS та використання безкоштовних знімків від системи спостереження Sentinel. Такий програмно-інформаційний комплекс дозволяє мінімізувати фінансові витрати на проведення ґрунтового моніторингу. В сучасних умовах це є дуже важливим для країни.

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Визначення ділянок з еродованими ґрунтами проводилось в поширеній безкоштовній програмі QuantumGIS. По перше, у програмі було відкрито знімок Santinel. Дата космічної зйомки – 02.05.2019.

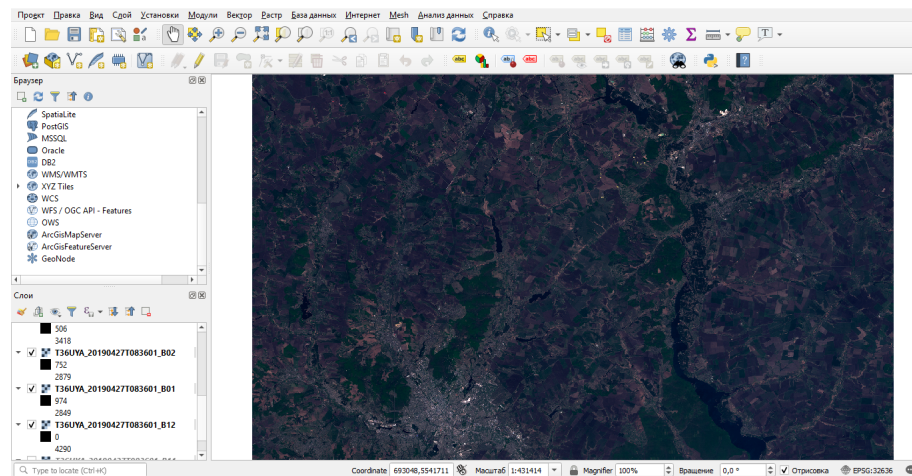


Рис. 3.1 – Робоче поле програми QGIS з відкритим растровим знімком

Наступним кроком є накладення векторного контуру досліджуваного району на растрове знімок.

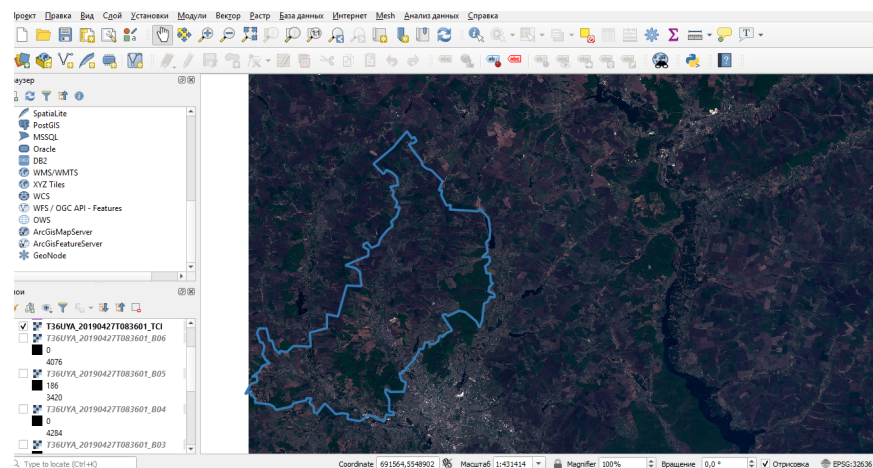


Рис. 3.2 – Векторний контур Дергачівського району

Векторизація знімка починалася візуально з південної частини з поступовою прямуючи на північ. Як було вказано у 2 розділі, 2 підрозділі методика візуального дешифрування базувалась на необхідних для пошуку еродованих ділянок дешифрувальних ознак. Використання лише одної дешифрувальної ознаки може призводити до помилок.



Рис. 3.3 – Знімок ділянка поля в межах Дергачівського району

Для прикладу використаємо рис. 3.1.3. Приведена ділянка поля має лише один із дешифрувальних ознак – світлий, порівняно з іншими ділянками, колір. Так як, інших дешифрувальних ознак не спостерігається, можливо пояснити відмінність кольору наявністю залишків рослинності або сільськогосподарською обробкою.



Рис. 3.4 – Знімок еродованої ділянки в межах Дергачівського району

Проаналізуємо інший приклад рис. 3.4. На даному знімки чітко видно поєднання вищеперерахованих дешифрувальних ознак:

Світлі смуги на знімку характеризують улоговини стоку з наявністю змитих ґрунтів(1). Вони направлені перпендикулярно балці(2), яка чітко дешифрується по зеленому кольору та лінійній формі(3). Отже, можливо зробити висновок, що ці ґрунти є еродованими.

Перевірити чи дійсно ці ґрунти є еродованими в польових умовах нам було неможливо. Тому для підтвердження використовувались знімки Sentinel за інший період часу – 27.04.2019 . По цьому знімку було перевірено 10 виділених нами векторних контурів еродованих ґрунтів. Всі вони на другому знімку мали такі ж саме дешифрувальні ознаки, що підтверджує еродованість вказаних ґрунтів.

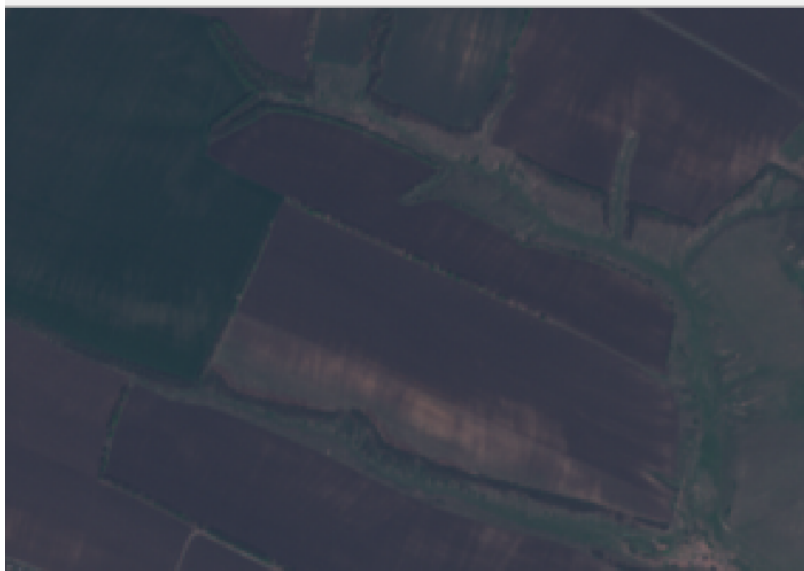


Рис. 3.5 – Знімок еродованої ділянки поля в межах Дергачівського району за 27.04.2019

Розглянемо ще один приклад візуального дешифрування еродованої поверхні. На знімку Рис 3.1.6 також чітко просліджуються світлі, порівняно з іншою

територією смуги(1), які характеризують улоговини стоку(2). Стоки направлені перпендикулярно до балки(3), яку можна дешифрувати у нижній частині знімку. Для достовірності результату перевіряємо наявність ознак на знімку іншого часу.(Рис 1.3.7.)



Рис. 3.6 – Знімок еродована ділянки в межах Дергачівського району за 02.05.

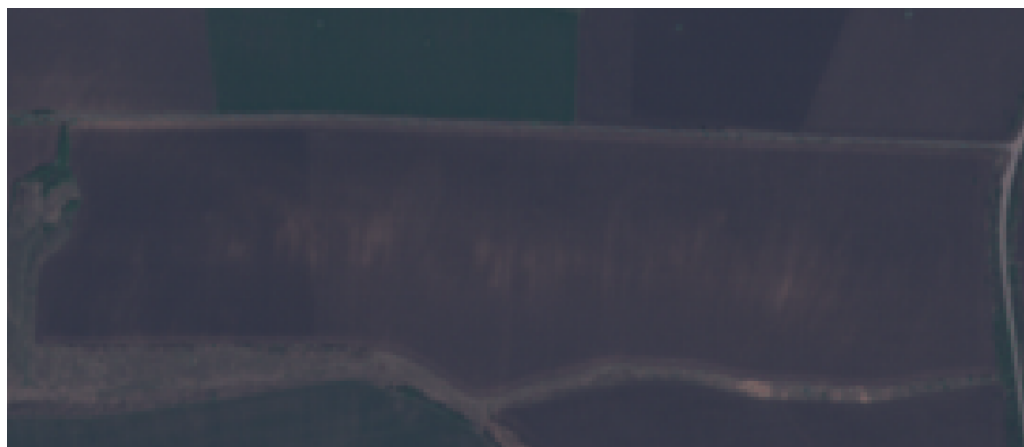


Рис. 3.7 – Знімок еродованої ділянки в межах Дергачівського району за 27.04.

Наступним кроком виділяємо дану область векторним об'єктом. Для цього було створено окремий шейп-файл та позначено тип геометрії як «полігон».

Створюється новий векторний шар, на якому і буде зберігатися векторна і атрибутивна інформація об'єктів.

Далі, переводимо векторний шар в режим редагування і використовуючи вищеперераховані дешифрувальні ознаки, виділяємо усі прояви ерозійних процесів в межах границь досліджуваного району.

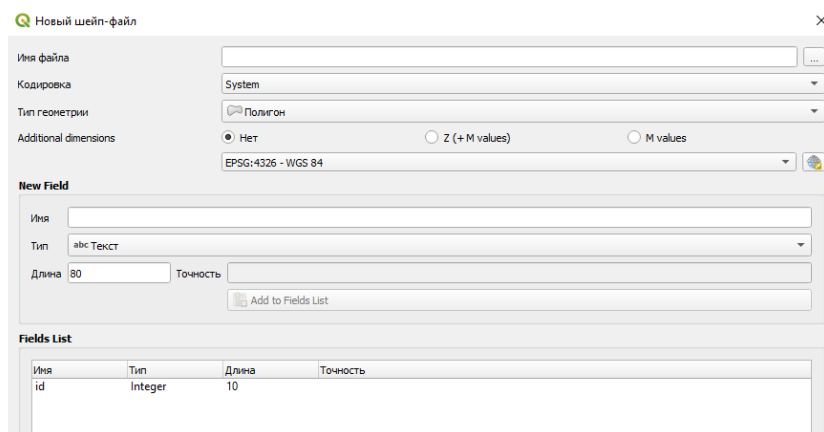


Рис. 3.8 – Створення Shape-file

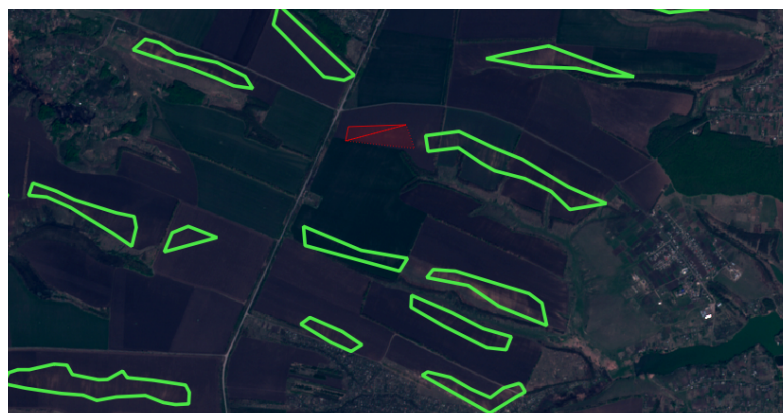


Рис. 3.9 – Процес векторизації еродованих ділянок

В результаті проведення візуального дешифрування на території Дергачівського району Харківської області було створено векторну карту частки еродованих земель на даній території.

Векторні карти дають значну перевагу в дослідженнях прояву водної ерозії на любих територіях. Растрово-векторні карти це карти, які використовують комбінацію растрових і векторних об'єктів в якості повноцінних учасників картографічного зображення.

Перевагами векторних карт є багаторазово менший обсяг, можливість змінювати стиль карти та відображення елементів прямо на призначеному для користувача пристрої.

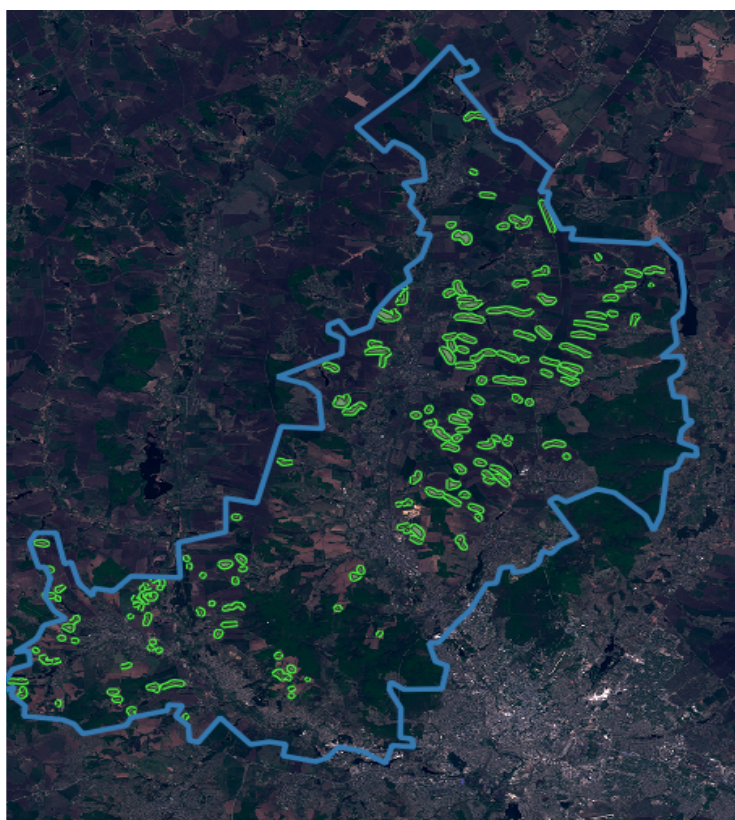


Рис. 3.10 – Векторизовані прояви ерозійних процесів на території Дергачівського району

Як ми можемо бачити на даній карті, основна маса ерозійних процесів формується у центрально – північному регіоні району. Південно – західних регіон також бає достатньо велику часту еродованих ґрунтів. Можна відстежити закономірність прояву ерозії по водозбору протікаючи поряд річок. Центральна

частина найменш еродована, через достатньо велику частину лісового покриву, що пересікає район.

Прогресивним способом використання векторизованих карт може бути створення програм на основі векторних об'єктів на достатньо великих територіях (наприклад: Харківська область, або декілька областей України). Якщо мати достатню кількість векторизованих даних, у даному випадку – векторні полігони на ерозійних ділянках, можна запрограмувати штучний інтелект на пошук схожих ділянок спираючись на яскравість, форму, колір. Це дозволить вести безперервний моніторинг, виявляти початки ерозієформуючих процесів та вчасно реагувати на них. Дана методика дешифрування може бути одною з основних для постійного моніторингу земельних угідь.

В наших дослідженнях ми співпрацювали с фірмою InteticsGeo. Планувалося, що отримана нами база даних буде використана фахівцями фірми для відпрацювання алгоритму автоматичного дешифрування знімків шляхом «комп'ютерного зору» [28]. На жаль, цього не відбулося за браком часу.



Рис. 3.11 – Мережа векторних ерозійних об'єктів.

Використовуючи таблицю атрибутів [Додаток 1] та функцію «калькулятор полів» було визначено площу, яку займають еродовані ділянки в межах досліджуваної території. Атрибутивна інформація на основі векторних даних допомагає розглядати процеси як окремо, так і комплексно, а також є можливість надання атрибуту різноманітних додаткових факторів, таких як типи ерозії, колір, сила змиву, тип ґрунту тощо.

Площа Дергачівського району становить 900 км<sup>2</sup>, загальна площа ділянок з ерозійними процесами – 50,7 км<sup>2</sup>, що становить 5,6 % від загальної площі району, або 8,45% сільськогосподарських угіль. Площа ріллі в межах району становить 443 км<sup>2</sup>, площа еродованих ділянок на території ріллі становить 11%.

Цей показник є достатньо високим та значно зменшує кількість та якість річного урожаю. Для прикладу в межах Харківської області середній показник збору пшениці становить 4,4 т/га. З загальною площею сильнозмитих ерозійних ділянок 50,7 км<sup>2</sup> (5070 га) кожен рік втрачається близько 15615 га т. якісної продукції.

Середня ціна на пшеницю в Україні на 15.04.2020 становить 5943 грн/т, тобто витрати від ерозійних процесів в лише в досліджуваному районі за Аналіз зниження врожайності сільськогосподарських культур залежно від еродованості ґрунтів[10] можуть становити 92 млн. гривень. Отже, економічні збитки від ерозії несуть достатній вклад в економіку Харківської області та України в цілому.

Висновки. Запропонований нами підхід дозволив з мінімальними витратами та достатньою точністю створити карту еродованих ґрунтів Дергачівського району.

Виходячи з перерахованих вище теоретичних та практичних висновків, можна затверджувати, що процеси формування ерозії є однією з найважливіших питань для стану природного середовища та економічної стабільності кожної країни. Запровадження та використання новітніх інформаційних технологій необхідне, для подальшого доцільного використання земельних ресурсів.

Запровадження нових технології моніторингу земель є необхідним для подальшого розвитку агросфери країни. Можливості, які надають дистанційне

зондування Землі та геоінформаційні технології на даний момент є необхідними для збереження ґрунтового покриву. Впровадження вчасних протиерозійних заходів можливо лише при постійному моніторингу земельних угідь, що надасть можливості якісної розробки планування та реагування.

## ВИСНОВКИ

Внаслідок проведених досліджень було встановлено:

1. У ході дослідження була проведена розробка експертних методичних технік дешифрування частки підданої водній ерозії ґрунтів, застосовуючи дані космічної зйомки. Було визначено необхідні для роботи знімки, найвигідніший час зйомки та програми для використання. Використовуючи наукові джерела було визначено окремі ознаки, за якими дешифрування еродованих ділянок є достовірним. А саме: світлий колір, смугаста текстура знімку, орієнтація смуг та дендровидна структура.
2. В результаті, було створено векторну карту еродованих ґрунтів Дергачівського району Харківської області, використовуючи метод візуального дешифрування. Використовуючи можливості геоінформаційних технологій було визначено площу кожної еродованої ділянки на території району.
3. Було визначено, що площа еродованих ділянок на території району становить 50,7 км<sup>2</sup>, або 5,6 відсотків від площі району, а в порівнянні з площею ріллі в межах району, площа еродованих ділянок становить 11 відсотків. Такі показники показують, на великі економічні та екологічні втрати для району та області в цілому. Можливі втрати оцінюються як 15615 т. якісної продукції.
4. Можливість використання методу візуального дешифрування, що приведений у даній роботі, може бути використаний для створення постійної мережі моніторингу земельних угідь на різних територіях. Методика є доступною дистанційного моніторингу дає значні переваги для вчасного реагування на зміни і можливості створення планів щодо протиерозійних заходів, що дозволить більш доцільно використовувати земельні ресурси.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лялько В.І., Єлістратова Л.О., Апостолов О.А., Чехній В.М. Аналіз ґрунтово-ерозійних процесів в Україні на основі застосування даних дистанційного зондування Землі: Вісник Національної академії наук України. 2017. № 10. 34-41 с.
2. Бузіна, І.О. Актуальні питання геоінформаційного картографування земельних ресурсів І.О. Бузіна, Ю.О. Литвиненко : *Матеріали підсумкової наукової конференції професорсько-викладацької складу, аспірантів і здобувачів ХНАУ ім. В.В.Докучаєва*. 2017. 14-16 с.
3. Козодёров В.В. Методы оценки состояния почвенно-растительного покрова по данным оптических систем дистанционного аэрокосмического зондирования : Козодёров В.В.- М.:МФТИ, 2008-222 с.
4. Виноградов Б. В. Дистанционная индикация содержания гумуса в почвах Почвоведение. 1981. -№ 11. 114-123 с.
5. Вишняков В.Ю., Гринюк С.В., Глущенко О.М., Стасюк В.М. Автоматизація оброблення інформації дистанційного зондування Землі для вирішення завдань оперативного моніторингу території України : Збірник наукових праць. Вип. 11. *За матеріалами XV та XVI наукових конференцій ЖВІРЕ Житомир. військ. ін-т радіоелектроніки імені С. П. Корольов* : Житомир: ЖВІРЕ, 2007. 44-51 с.
6. Вишневський В.І. Річки і водойми України. : Стан і використання В.І. Вишневський. К. : Віпол, 2000. 367 с.
7. Волощук М. Д. Деградаційні процеси та їх вплив на екологічний стан земельних ресурсів України : Вісник Львівського університету. Серія географічна. Львів. 2013. Вип. 44. 55–63 с.
8. В. І. Лялько, О. І. Сахацький, Г. М. Жолобак Застосування космічної зйомки для ідентифікації посівів основних сільськогосподарських культур південних регіонів України : О. А., 2013. 86–89 с.

9. Дистанційні методи дослідження навколишнього середовища : методичні вказівки до виконання практичних робіт / уклад. А. Б. Ачасов, А.Н. Некос. – Х. : ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2017. – 20 с.
10. Ильев Л.И., Гордиенко Р.Н. Экономическая эффективность противоэрозионных защитных насаждений //Теоретические основы противоэрозионных мероприятий. Тезисы докладов всесоюзной конференции. Одесса, 25-27 сентября 1979 г. Ч.II. С. 103-104
11. Казаченко Л.М. ГІС – технології при виявленні деградаційних процесів ґрунтового покриву лісостепової частини Харківської області Л.М. Козаченко, Д.А .Казаченко : Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. 2015. - вип. 156. 231-237 с.
12. Концепція охорони ґрунтів від ерозії в Україні. Харків, 2008. 60 с.
13. 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.
14. Кондратьев К.Я., Васильев О.Б., Федченко П.П. Опыт распознавания почв по их спектрам отражения : Почвоведение. 1978.- №4. 5 -18 с.
15. Кондратьев К. Я., Козодеров В. В., Федченко П. П. Аэрокосмические исследования почв и растительности. - Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 231 с.
16. Красовський Г.Я., Трофимчук О.М. Інформаційні системи тематичної обробки геодданих в завданнях моніторингу довкілля і природних ресурсів на регіональному рівні : *Матеріали наради «Можливості супутникових технологій і сприяння вирішенню проблем Харківщини»*. – Харків, 2009. 65-68 с.
17. Пашков Д. П. Аналіз можливостей застосування космічних систем дистанційного зондування Землі для вирішення екологічних завдань : Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2014. – № 2(15). 184-188 с.
18. Попов М.А. Методология оценки точности классификации объектов на космических изображениях : Проблемы управления и информатики, 2007.– № 1. 97–103 с.

19. Природний механізм захисту схилових ґрунтів від водної ерозії : монографія : М. І. Полупан, С. А. Балюк, В. Б. Соловей, В. А. Величко, П. О.
20. Світличний О.О., Чорний С.Г. Основи ерозієзнавства : Підручник. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2007. – 266 с.
21. Стратегія збалансованого використання, відтворення і управління ґрунтовими ресурсами України; за ред. С.А. Балюка, В.В. Медведєва. К.: Аграрна наука, 2012. 239 с.
22. Тишковець В. В., Опара В. М. Сучасні проблеми моніторингу земель в Україні. Харків : ХНАУ імені В. В. Докучаєва, 2009. 126–134 с.
23. Lisetskii F. N., Goleusov P. V. Restoration of agricultural lands affected by erosional degradation : Russian Agricultural Sciences. – 2012. – Vol. 38. – № 3. 222-225 p.
24. Загальнонаціональна (Всеукраїнська) нормативна грошова оцінка земель сільськогосподарського призначення. URL: <https://ngo.land.gov.ua/uk/psgRegion/kharkivskii> (дата звернення: 18.04.2020)
25. Иннотер, Sentinel-2A, 2B URL: <https://innoter.com/sputniki/sentinel-2a-2b/> (дата звернення 12.04.2020)
26. SENTINEL hub Playground URL: <https://apps.sentinel-hub.com/sentinel-playground/> (дата звернення 015.04.2020)
27. Віктор Лемпівський про технології комп'ютерного зору, розпізнаванні образів та аналізі біомедичних збережень URL: <https://postnauka.ru/video/66739> (дата звернення 13.04.2020)

# ДОДАТКИ

Таблиця атрибутів

| Номер<br>об'єкту. | Площа.        |
|-------------------|---------------|
| <u>1</u>          | <u>50,77</u>  |
| <u>2</u>          | <u>48,96</u>  |
| <u>3</u>          | <u>30,41</u>  |
| <u>4</u>          | <u>202,38</u> |
| <u>5</u>          | <u>364,26</u> |
| <u>6</u>          | <u>49,67</u>  |
| <u>7</u>          | <u>158,45</u> |
| <u>8</u>          | <u>144,02</u> |
| <u>9</u>          | <u>95,85</u>  |
| <u>10</u>         | <u>165,96</u> |
| <u>11</u>         | <u>166,09</u> |
| <u>12</u>         | <u>35,22</u>  |
| <u>13</u>         | <u>104,2</u>  |
| <u>14</u>         | <u>159,28</u> |
| <u>15</u>         | <u>89,16</u>  |
| <u>16</u>         | <u>144,56</u> |
| <u>17</u>         | <u>51,72</u>  |
| <u>18</u>         | <u>158,32</u> |
| <u>19</u>         | <u>191,52</u> |
| <u>20</u>         | <u>293,55</u> |
| <u>21</u>         | <u>71,35</u>  |
| <u>22</u>         | <u>157,75</u> |
| <u>23</u>         | <u>51,92</u>  |
| <u>24</u>         | <u>186,07</u> |
| <u>25</u>         | <u>112,37</u> |

|           |               |
|-----------|---------------|
| <u>26</u> | <u>101,83</u> |
| <u>27</u> | <u>275,95</u> |
| <u>28</u> | <u>165,75</u> |
| <u>29</u> | <u>109,9</u>  |
| <u>30</u> | <u>132,64</u> |
| <u>31</u> | <u>176,55</u> |
| <u>32</u> | <u>253,2</u>  |
| <u>33</u> | <u>144,32</u> |
| <u>34</u> | <u>344,06</u> |
| <u>35</u> | <u>101,34</u> |
| <u>36</u> | <u>215,72</u> |
| <u>37</u> | <u>143,93</u> |
| <u>38</u> | <u>53,95</u>  |
| <u>39</u> | <u>417,93</u> |
| <u>40</u> | <u>63,22</u>  |
| <u>41</u> | <u>242,96</u> |
| <u>42</u> | <u>129,18</u> |
| <u>43</u> | <u>310,29</u> |
| <u>44</u> | <u>361,45</u> |
| <u>45</u> | <u>413,63</u> |
| <u>46</u> | <u>145,53</u> |
| <u>47</u> | <u>153,62</u> |
| <u>48</u> | <u>124,56</u> |
| <u>49</u> | <u>143,11</u> |
| <u>50</u> | <u>45,62</u>  |
| <u>51</u> | <u>89,83</u>  |
| <u>52</u> | <u>65,01</u>  |
| <u>53</u> | <u>29,56</u>  |

|           |               |
|-----------|---------------|
| <u>54</u> | <u>181,79</u> |
| <u>55</u> | <u>135,78</u> |
| <u>56</u> | <u>107,75</u> |
| <u>57</u> | <u>79,1</u>   |
| <u>58</u> | <u>88,24</u>  |
| <u>59</u> | <u>109,29</u> |
| <u>60</u> | <u>123,97</u> |
| <u>61</u> | <u>60,39</u>  |
| <u>62</u> | <u>123,65</u> |
| <u>63</u> | <u>23,18</u>  |
| <u>64</u> | <u>28,73</u>  |
| <u>65</u> | <u>26,58</u>  |
| <u>66</u> | <u>7,66</u>   |
| <u>67</u> | <u>57,73</u>  |
| <u>68</u> | <u>14,18</u>  |
| <u>69</u> | <u>135,93</u> |
| <u>70</u> | <u>173,13</u> |
| <u>71</u> | <u>151,18</u> |
| <u>72</u> | <u>105,43</u> |
| <u>73</u> | <u>57,51</u>  |
| <u>74</u> | <u>38,28</u>  |
| <u>75</u> | <u>32,43</u>  |
| <u>76</u> | <u>27,59</u>  |
| <u>77</u> | <u>24,45</u>  |
| <u>78</u> | <u>12,86</u>  |
| <u>79</u> | <u>13,95</u>  |
| <u>80</u> | <u>30,93</u>  |
| <u>81</u> | <u>19,74</u>  |

|            |               |
|------------|---------------|
| <u>82</u>  | <u>16,5</u>   |
| <u>83</u>  | <u>9,49</u>   |
| <u>84</u>  | <u>34,54</u>  |
| <u>85</u>  | <u>15,69</u>  |
| <u>86</u>  | <u>19,12</u>  |
| <u>87</u>  | <u>20,16</u>  |
| <u>88</u>  | <u>19,23</u>  |
| <u>89</u>  | <u>118,44</u> |
| <u>90</u>  | <u>23,25</u>  |
| <u>91</u>  | <u>44,73</u>  |
| <u>92</u>  | <u>42,15</u>  |
| <u>93</u>  | <u>77,91</u>  |
| <u>94</u>  | <u>27,29</u>  |
| <u>95</u>  | <u>18,15</u>  |
| <u>96</u>  | <u>79,49</u>  |
| <u>97</u>  | <u>92,39</u>  |
| <u>98</u>  | <u>94,91</u>  |
| <u>99</u>  | <u>29,28</u>  |
| <u>100</u> | <u>29,16</u>  |
| <u>101</u> | <u>14,28</u>  |
| <u>102</u> | <u>47,75</u>  |
| <u>103</u> | <u>77,25</u>  |
| <u>104</u> | <u>16,61</u>  |
| <u>105</u> | <u>28,55</u>  |
| <u>106</u> | <u>138,23</u> |
| <u>107</u> | <u>42,56</u>  |
| <u>108</u> | <u>18,86</u>  |
| <u>109</u> | <u>113,77</u> |
| <u>110</u> | <u>119,04</u> |

|            |               |
|------------|---------------|
| <u>111</u> | <u>51,72</u>  |
| <u>112</u> | <u>63,1</u>   |
| <u>113</u> | <u>78,54</u>  |
| <u>114</u> | <u>69,69</u>  |
| <u>115</u> | <u>107,49</u> |
| <u>116</u> | <u>25,6</u>   |
| <u>117</u> | <u>58,62</u>  |
| <u>118</u> | <u>118,02</u> |
| <u>119</u> | <u>70,55</u>  |
| <u>120</u> | <u>45,31</u>  |
| <u>121</u> | <u>16,65</u>  |
| <u>122</u> | <u>303,36</u> |
| <u>123</u> | <u>77,84</u>  |
| <u>124</u> | <u>254,13</u> |
| <u>125</u> | <u>179,04</u> |
| <u>126</u> | <u>7,54</u>   |
| <u>127</u> | <u>363,05</u> |
| <u>128</u> | <u>271,07</u> |
| <u>129</u> | <u>163,81</u> |
| <u>130</u> | <u>67,42</u>  |
| <u>131</u> | <u>86,35</u>  |
| <u>132</u> | <u>251,38</u> |
| <u>133</u> | <u>70,54</u>  |
| <u>134</u> | <u>86,66</u>  |
| <u>135</u> | <u>178,1</u>  |
| <u>136</u> | <u>194,06</u> |
| <u>137</u> | <u>234,12</u> |
| <u>138</u> | <u>59,82</u>  |
| <u>139</u> | <u>70,61</u>  |

|            |               |
|------------|---------------|
| <u>140</u> | <u>71,68</u>  |
| <u>141</u> | <u>284,6</u>  |
| <u>142</u> | <u>31,24</u>  |
| <u>143</u> | <u>10,95</u>  |
| <u>144</u> | <u>13,76</u>  |
| <u>145</u> | <u>79,51</u>  |
| <u>146</u> | <u>55,57</u>  |
| <u>147</u> | <u>44,92</u>  |
| <u>148</u> | <u>129,37</u> |
| <u>149</u> | <u>130,75</u> |
| <u>150</u> | <u>88,4</u>   |
| <u>151</u> | <u>71,68</u>  |
| <u>152</u> | <u>95,78</u>  |
| <u>153</u> | <u>358,14</u> |
| <u>154</u> | <u>85,92</u>  |
| <u>155</u> | <u>132,31</u> |
| <u>156</u> | <u>105,99</u> |
| <u>157</u> | <u>190,9</u>  |
| <u>158</u> | <u>94,4</u>   |
| <u>159</u> | <u>17,46</u>  |
| <u>160</u> | <u>113,85</u> |
| <u>161</u> | <u>61,48</u>  |
| <u>162</u> | <u>131,81</u> |
| <u>163</u> | <u>69,58</u>  |
| <u>164</u> | <u>105,24</u> |
| <u>165</u> | <u>70,53</u>  |
| <u>166</u> | <u>217,72</u> |
| <u>167</u> | <u>9,8</u>    |