

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет ракетно-космічної техніки

Кафедра геоінформаційних технологій та космічного моніторингу Землі

Пояснювальна записка
до дипломного проекту (роботи)
(тип кваліфікаційної роботи)

магістр

(освітній ступінь)

на тему «Використання даних ДЗЗ для аналізу стану територій
сільськогосподарського призначення під час бойових дій»

ХАІ.407.465м.22О.103.9793971 ПЗ

Виконав: студент(ка) 6 курсу групи № 465м

Спеціальність 103 Науки про Землю

(код та найменування)

Освітня програма Космічний моніторинг Землі

(найменування)

Якименко Т.М.

(прізвище та ініціали студента (ки))

Керівник: Андрєєв С.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: Іващук Б.М.

(прізвище та ініціали)

Харків – 2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ім. М.Є. ЖУКОВСЬКОГО
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет ракетно - космічної техніки

Кафедра геоінформаційних технологій та космічного моніторингу Землі

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Напрямок підготовки 103 Науки про Землю
(назва і шифр)

Освітня програма Космічний моніторинг Землі
(назва і шифр)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, голова
циклової комісії

к.т.н., доц. Горелик С.І.

“ ” 202_ року

ЗАВДАННЯ

Н

А

ВИПУСКНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Якименко Тетяна Михайлівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема випускної роботи «Використання даних ДЗЗ для аналізу стану територій сільськогосподарського призначення під час бойових дій»

керівник випускної роботи Андрєєв С.М., к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу № 1546-уч від “03” листопада 2022 року

2

3. Вихідні дані до випускної роботи: комплект програмного продукту ArcGIS

4

5. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Вступ, теоретичні аспекти впливу військових конфліктів на сільськогосподарську діяльність, моніторинг земель: призначення та завдання, Можливості засобів дистанційного зондування для вирішення питань сільського

Д

а

ш

0

я

5

господарства, аналіз територій сільськогосподарського призначення підтвержених впливу бойових дій за даними ДЗЗ, висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Приклади впливу військового конфлікту на зернове сільськогосподарське виробництво, графік залежності деяких країн від імпорту зернових, класифікація джерел небезпеки виникнення надзвичайних ситуацій воєнного характеру, результати опрацювання космічних знімків території, структурна схема роботи, картографічна модель території дослідження.

6. Консультанти розділів випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Завдання Прийняв
Основна частина	Андрєєв С.М.	31.10.2022	15.12.2022
	<i>Доцент</i>		

Нормоконтроль Красовська І.Г. «15» грудня 2022 р.

7. Дата видачі завдання 31.10.2022

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної роботи	Строк виконання етапів випускної роботи	Примітка
1	Теоретичні аспекти впливу військових конфліктів на сільськогосподарську діяльність	31.10.22 – 02.11.22	
2	Моніторинг земель: призначення та завдання	03.11.22 – 15.11.22	
3	Можливості засобів дистанційного зондування для вирішення питань сільського господарства	16.11.22 – 22.11.22	
4	Аналіз територій сільськогосподарського призначення підтвержених впливу бойових дій за даними ДЗЗ	23.11.22 – 02.12.22	
5	Написання пояснювальної записки	03.12.22 – 14.12.22	

Студентка _____ Якименко Т.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____ Андрєєв С.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до випускної роботи магістра містить: 73 сторінок, 32 рисунка, 1 таблицю, 12 джерел, додаток А, додаток Б.

Дана робота присвячена аналізу впливу військового конфлікту в Україні на стає зернове сільськогосподарське виробництво на основі обробки даних ДЗЗ. Для здійснення такого аналізу була проведена обробка мультиспектральних космічних знімків території Запорізької області України системою супутників Landsat 9. Було визначено можливості використання таких аерокосмічних даних, шляхи потенційного розповсюдження виникаючих пожеж, обчислено розмір територій ділянок пошкоджених вогнем.

Мета роботи: підвищення швидкості оцінки стану територій сільськогосподарського призначення на території України.

Методи дослідження: методи обробки та аналізу аерокосмічних мультиспектральних знімків з метою виявлення сільськогосподарських територій які постраждали внаслідок бойових дій.

Отримані результати: дані що до територій сільськогосподарських ділянок, пошкоджених внаслідок займання насаджень через ведення активних бойових дій у Запорізькій області України у 2022 році, а також картографічна модель їх просторового розподілення.

**ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ, ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ
ЗЕМЛІ, СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО, ВІЙНА В УКРАЇНІ 2022**

ABSTRACT

The explanatory note to the master's thesis contains: 73 pages, 32 figures, 1 table, 12 sources, appendix A, appendix B.

This work is devoted to the analysis of the impact of the military conflict in Ukraine on sustainable grain agricultural production based on the processing of the space imagery data. To carry out such an analysis, multispectral space images of the territory of the Zaporizhzhia region of Ukraine were processed by the Landsat 9 satellite system. The possibilities of using such aerospace data, the ways of potential spread of emerging fires, and the size of the territories of fire-damaged areas were determined.

The purpose of the work: increasing the speed of assessment of the state of agricultural territories in the territory of Ukraine.

Research methods: methods of processing and analyzing aerospace multispectral images in order to identify agricultural territories affected by hostilities.

Obtained results: data on the territories of agricultural plots damaged due to the burning of plantations due to the conduct of active hostilities in the Zaporizhzhia region of Ukraine in 2022, as well as a cartographic model of their spatial distribution.

GEO-INFORMATION SYSTEMS, REMOTE EARTH SENSING,
AGRICULTURE, WAR IN UKRAINE 2022

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВПЛИВУ ВІЙСЬКОВИХ КОНФЛІКТІВ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКУ ДІЯЛЬНІСТЬ	8
1.1 Світовий досвід оцінки наслідків активних військових конфліктів на показники врожайності сільськогосподарських культур	9
1.2 Вплив військової агресії в Україні на розвиток глобального продуктового кризису на планеті	10
РОЗДІЛ 2 МОНІТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ: ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ЗАВДАННЯ	17
РОЗДІЛ 3 МОЖЛИВОСТІ ЗАСОБІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПИТАНЬ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА	22
3.1 Характеристики систем дистанційного зондування Землі	22
3.2 Методи обробки даних ДЗЗ для завдань сільського господарства	23
3.3 Використання даних ДЗЗ та можливостей ГІС у завданнях оцінки впливу військових конфліктів на навколишнє середовище	28
3.4 Особливості роботи з дистанційними даними у ГІС	34
РОЗДІЛ 4 АНАЛІЗ ТЕРИТОРІЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ПІДВЕРЖЕНИХ ВПЛИВУ БОЙОВИХ ДІЙ ЗА ДАНИМИ ДЗЗ	39
ВИСНОВКИ.....	53
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	54
ДОДАТОК А Плакат на тему «Використання даних ДЗЗ для аналізу стану територій сільськогосподарського призначення під час бойових дій».....	56
ДОДАТОК Б Презентація на тему «Використання даних ДЗЗ для аналізу стану територій сільськогосподарського призначення під час бойових дій».....	57

ВСТУП

На сучасному етапі розвитку науки і практики використання географічних інформаційних систем при автоматизованому дешифруванні багатозональних космічних знімків є найважливішим інструментом для прийняття вірних управлінських рішень у галузі землеустрою, оптимізації сільськогосподарського землекористування та інформаційним базисом для оперативного моніторингу, оцінки стану сільськогосподарських культур, прогнозування їх.

Розглянуто можливості застосування багатозональних космічних знімків Landsat-8 з метою геоінформаційного моніторингу та аналізу просторових даних, необхідних для забезпечення сільськогосподарського землекористування. Як джерело даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) використано бібліотеку географічного порталу Геологічної служби Сполучених Штатів Америки. Роботи виконані у ГІС ArcGIS. Апробацію методик аналізу просторових даних здійснено на прикладі територій у Херсонській та Запорізькій областях України.

Для оцінки зміни стану сільськогосподарських культур під час війни на території України виконано розрахунок нормалізованого вегетаційного різницевого індексу (NDVI, Normalized Difference Vegetation Index). Проведено аналіз динаміки зміни біомаси протягом вегетаційного періоду та кількісна оцінка неоднорідності індексу NDVI за 2022 р.

1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВПЛИВУ ВІЙСЬКОВИХ КОНФЛІКТІВ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКУ ДІЯЛЬНІСТЬ

Раціоналізація територіальної організації системи сільськогосподарського землекористування є однією з найважливіших умов сталого еколого-соціально-економічного розвитку. Однак, через повномасштабне вторгнення на територію України у 2022 році більша частина родючих сільськогосподарських земель стала тимчасово неприйнятною для ведення сільськогосподарської діяльності. Це є землі які були вже засіяні озимими культурами у 2021 році та землі, які були підготовлені до посіву скоростиглих культур навесні 2022 року.

Внаслідок обстрілів велика частина території країни та її сільськогосподарських земель є забрудненою вибухонебезпечними об'єктами, що робить ці території заручниками обставин та потребує часу на їх повернення у нормальну експлуатацію. Після закінчення бойових дій необхідно буде проводити повну інвентаризацію сільськогосподарських земельних ресурсів, яка буде поділятися на декілька напрямків:

1) оперативний моніторинг сільськогосподарських угідь, що не використовуються, відстеження динаміки виведення/введення земельних ділянок у сільськогосподарський оборот;

2) облік, інвентаризація, систематизація та оперативне оновлення метаданих (площа, вид угідь, класифікаційні одиниці ґрунтового покриву, агрохімічні параметри, оброблювані культури, динаміка сходів озимих/ярових культур та ін.) у межах просторових об'єктів – сільськогосподарських землекористувань.

Для вирішення зазначених завдань одним з основних джерел формування баз просторово розподілених даних є матеріали ДЗЗ – багатозональні і гіперспектральні космічні знімки. У проведеному дослідженні з використанням ГІС-технологій зроблено спробу відпрацювання низки методик тематичної обробки багатозональних космічних знімків Landsat-8 з метою картографування структури сільськогосподарського землекористування та моніторингу стану сільськогосподарських угідь. Архівні матеріали ДЗЗ отримані з офіційного сайту

геологічної служби США (<https://glovis.usgs.gov>). Їх обробка була проведена в програмі ArcGIS 10.5.

1.1 Світовий досвід оцінки наслідків активних військових конфліктів на показники врожайності сільськогосподарських культур

Оцінку впливу військових процесів на аграрну галузь ускладнює відсутність порівнянних прецедентів. З часів Другої світової війни не було випадку, коли до війни була залучена країна з таким масштабним і значущим для світового ринку сільськогосподарським сектором, як Україна.

Найбільш наближеним до українських поточних реалій є конфлікт у Сирії, де втрати сільського господарства експерти Організації об'єднаних націй (ООН) вважають найбільш коректним порівнянням. У 2011 році сільськогосподарський внутрішній валовий продукт (ВВП) країни становив майже \$49 млрд, або 20% від загального ВВП (\$252 млрд).

У 2017 році Організація з продовольства та сільського господарства при Організації об'єднаних націй (ФАО) оцінила загальну фінансову вартість збитків та збитків у сільськогосподарському секторі за період 2011–2016 років на рівні близько \$16 млрд, що еквівалентно понад третині сирійського ВВП у 2016 році. Але масштаби сільського господарства Сирії та України та його значущість для світового ринку непорівнянні. За даними статистики ФАО, загальний обсяг експорту сільськогосподарської продукції Сирії у 2010 році склав \$2,55 млрд, порівняно з \$22 млрд, які генерувала зовнішня торгівля аграрного промислового комплексу (АПК) для України у 2020 році.

Поки гостра стадія конфлікту не закінчена, оцінювати втрати можна лише з великим ступенем похибки та із застереженням про можливі змінні вже найближчим часом. У грошовому вираженні ці втрати еквівалентні від \$4,4 млрд до \$15 млрд зниження доходів сільського господарства та суміжних секторів або від 10 до 30% втрат ВВП.

Попередня оцінка потенційних прямих збитків, завданих сільгоспактивам, – \$6,4 млрд. Додаткові очікувані економічні втрати галузі від війни у 2022 році оцінюються приблизно у \$22 млрд. Черпати ресурси для відновлення галузь буде з двох нерівновеликих джерел.

Перший – обмежений – це власні резерви агропідприємств, яких можна віднести залучені інвестиції, зокрема зовнішні.

Другий блок – донорська міжнародна допомога. Її обсяг та структура дискутуються, але порядок цифр – десятки мільярдів доларів. Частина коштів буде надіслана через програми Євросоюзу для допомоги та адаптації державам – кандидатам у члени ЄС. Передбачається, що у 2023 році ця стаття у європейському бюджеті буде суттєво збільшена, саме у контексті України.

Швидше за все, до грошей додаватиметься аудуюча структура та операційний менеджмент – як зовнішній, так і внутрішній, які контролюватимуть розподіл коштів.

Один із найвитратніших напрямків міжнародної підтримки – фінансування програм з розмінування території. За оцінками Української асоціації саперів, наразі близько 83 000 кв. км забруднені різними типами наземних мін.

За даними ФАО, вартість розмінування у Хорватії становила близько 1,25 євро за 1 кв. км, вартість знищення однієї складованої протипіхотної міни – 0,56 євро. Враховуючи ці витрати, вартість кампанії з розмінування в Україні може коштувати \$10 млрд [1].

1.2 Вплив військової агресії в Україні на розвиток глобального продуктового кризису на планеті

Вторгнення в Україну скоротило сільськогосподарське виробництво та значною мірою заблокувало український експорт продовольства. Міжнародна реакція на війну в Україні також ускладнила експорт з Росії та Білорусі через низку міжнародних санкцій, накладених на банки, компанії та фізичних осіб цих країн.

Водночас, згідно з «Global Report on Food Crises 2022», у 2021 році на Україну та Росію припадали основні частки світового експорту пшениці (33%), ячменю (27%), кукурудзи (17%), насіння соняшнику (24%), та соняшникової олії (73%).

Негативного впливу від збройної агресії зазнав майже весь спектр основних ґрунтів України — від дерново-підзолистих на півночі до каштанових солонцюватих на півдні. Проте найбільше постраждали родючі чорноземи, особливо звичайні та південні, які постійно знаходяться в епіцентрі активних бойових дій. На рисунках 1.1 - 1.4 зображено приклади впливу військового конфлікту на зернове сільськогосподарське виробництво.



Рисунок 1.1 — Влучання великокаліберного або ракетного снаряду

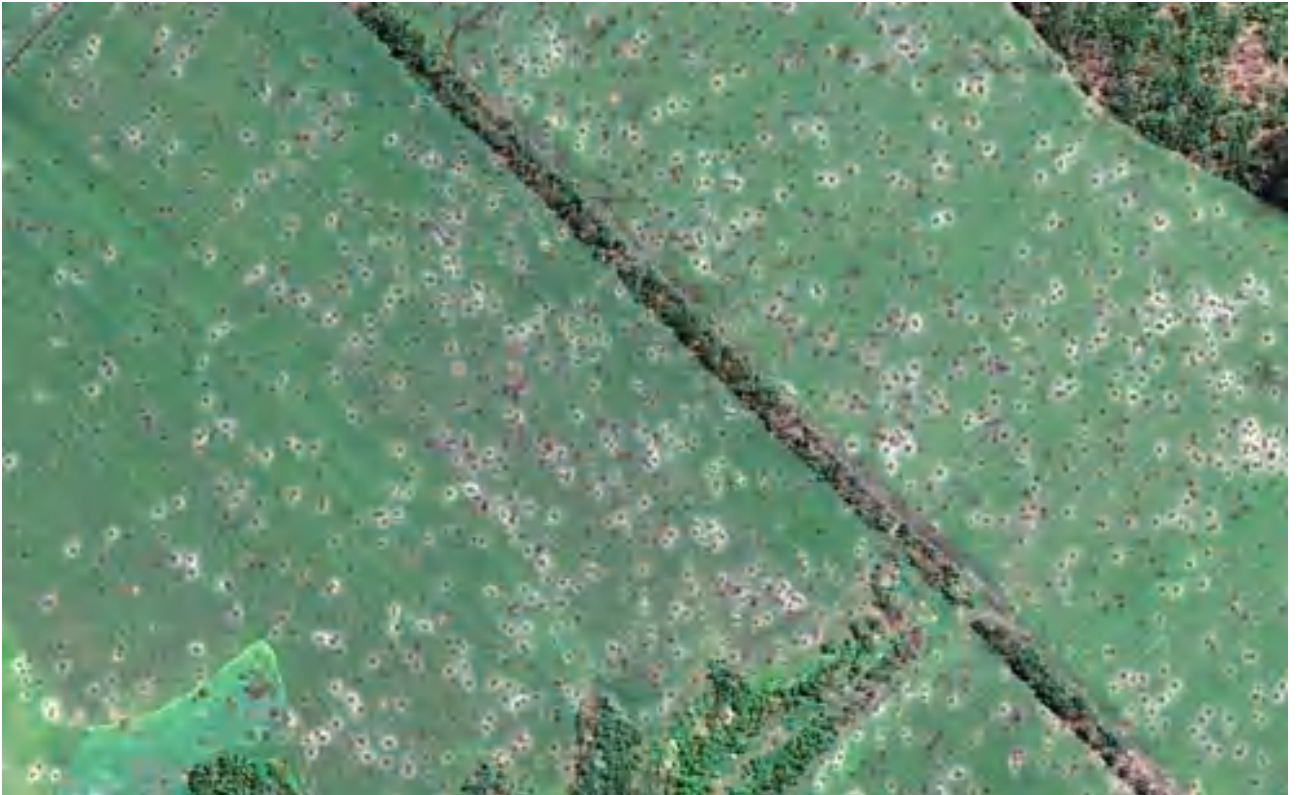


Рисунок 1.2 — Влучання великої кількості мало- та середньокаліберних снарядів



Рисунок 1.3 — Замінування посівних площ



Рисунок 1.4 — Вигорання посівів внаслідок займання від снарядів

Російська Федерація є найбільшим у світі експортером азотних добрив і третім за величиною експортером фосфорних добрив. Тільки Росія та Білорусь контролюють 40% світових поставок калію.

Скорочення експорту додало проблем, спричинених уже стрімким зростанням світових цін на продовольство, які досягли історичного максимуму наприкінці 2021 року. Тоді Росія ввела тимчасові обмеження на експорт зерна, рослинних олій, цукру та деяких добрив, усіх з яких сприяло зростання цін.

Глобальна криза ще більше поглибилася, оскільки інші країни-експортери, включаючи Індію та Індонезію, обмежили експорт пшениці, рослинних олій та інших продовольчих товарів, щоб захистити своє населення від стрибків цін і недоїдання.

У 2021 році 36 із 53 країн і територій, які відчують нестачу продовольчої безпеки в усьому світі, поклалися на український і російський експорт для більш ніж 10% загального імпорту пшениці, включаючи 21 країну, яка бореться з серйозною продовольчою кризою (наприклад, Ємен, Судан, Нігерія та Ефіопія).

Наприклад, регіон Східної Африки отримує 90% імпорту пшениці з Російської Федерації (72%) та України (18%).

У травні 2022 року Всесвітня продовольча програма ООН висловила стурбованість тим, що скорочення експорту продовольства, яке погіршилося війною в Україні, призведе до збільшення кількості недоїдаючих людей, аж до 8-13 мільйонів людей у 2022 та 2023 роках [2].

Раніше Україна брала участь у виробі третини світового обсягу пшениці та ячменю, п'яту частину кукурудзи і понад половини соняшникової олії. Дві третини світового експорту соняшникової олії забезпечувала Україна. Через війну історично максимально зросли світові ціни на продовольство: ціна пшениці зросла на 19,7%, кукурудзи – на 19,1%, рослинних олій на 23,2%, цукру на 6,7%, м'яса на 4,8%.

Припинення постачання пшениці, кукурудзи та ячменю впливають на продовольчу безпеку Сирії, Марокко, Лівану, Алжиру, Йорданії, Єгипту, Лівії і Ємену.

Зерно, борошно і хліб – важлива складова азійської кухні та щоденного раціону людей. В багатьох країнах Близького Сходу фіксована або субсидована ціна хліба та інших базових продуктів, як олія, борошно, рис. Від цього залежить стабільність держав.

Таким чином, не дивно, що криза продовольчої безпеки в близькосхідному регіоні впливає на формування політичної позиції держав щодо вторгнення в Україну.

Туреччина нині сплачує за імпорт пшениці \$347 проти \$297 наприкінці 2021 року та \$230 в 2020 році. В Єгипті (106 млн жителів) власне вирощування пшениці забезпечує менше 50% потреб країни. В минулі роки 85% імпортного

зерна ввозилося з України. Ціна тонни борошна зросла до \$700, а несубсидований хліб подорожчав на 50%.

В Палестині значно зросли ціни на борошно, овочі, курятину, цукор. Палестина імпортує 95% пшениці, але не має інфраструктури для зберігання продуктів харчування. Запаси борошна можуть бути вичерпані протягом трьох тижнів.

Ізраїль імпортує половину свого зерна та круп з України. Нині керівництво Ізраїлю та Йорданії розглядають можливість створення спільного регіонального сховища продовольства і пшениці.

В Тунісі гостра політична криза внаслідок конституційного перевороту 25 липня минулого року. Тому там зараз шукають альтернативні джерела постачальників, щоб перекрити дефіцит і зупинити зростання цін.

В бідніших Лівані та Ємені підвищення цін зробить продукти харчування недоступними для найбільш нужденних. В Іраку поточні запаси пшениці не перевищують трьох місяців.

Ліван 96% свого борошна імпортував з України та росії. З перших днів війни почалася хлібна криза в країні – ціни на хліб в Лівані зросли на 20% і магазини нормують кількість продажу своїх виробів. Україна забезпечувала 66% імпортних поставок. Власних резервів зерна у ліванців немає. Тому Ліван зацікавлений у якнайшвидшому завершенні війни в Україні, оскільки вона з кожним днем погіршує становище.

Особливо складно Алжиру. Через недостатні опади в минулому році об'єм власного врожаю на 40% нижчий, ніж зазвичай. Через війну в Україні проблема загострилася. Також Алжир здійснює 11% європейського імпорту нафти і газу. Перерозподіл нафтогазового ринку внаслідок війни надає шанс Алжиру на збагачення та вихід з кризового стану останніх років.

Крім того, Алжир імпортує 75% своєї зброї з росії, але й співпрацює з НАТО та ЄС.

В суперечці за Західну Сахару США на боці Марокко, а росіяни підтримують Алжир. Таким чином, Алжир схильний до партнерства з Китаєм,

Росією і Туреччиною. Отже, його позиція щодо війни в Україні є стриманою і нейтральною.

Продовольчий тиск на Азію може створити міграційну кризу в ЄС, що може спричинити і без того вже наявну нестабільність внаслідок війни росії в Україні [3].

Графічне зображення залежності деяких країн від українського зерна наведено на рис. 1.5.

% імпорту зернових з України

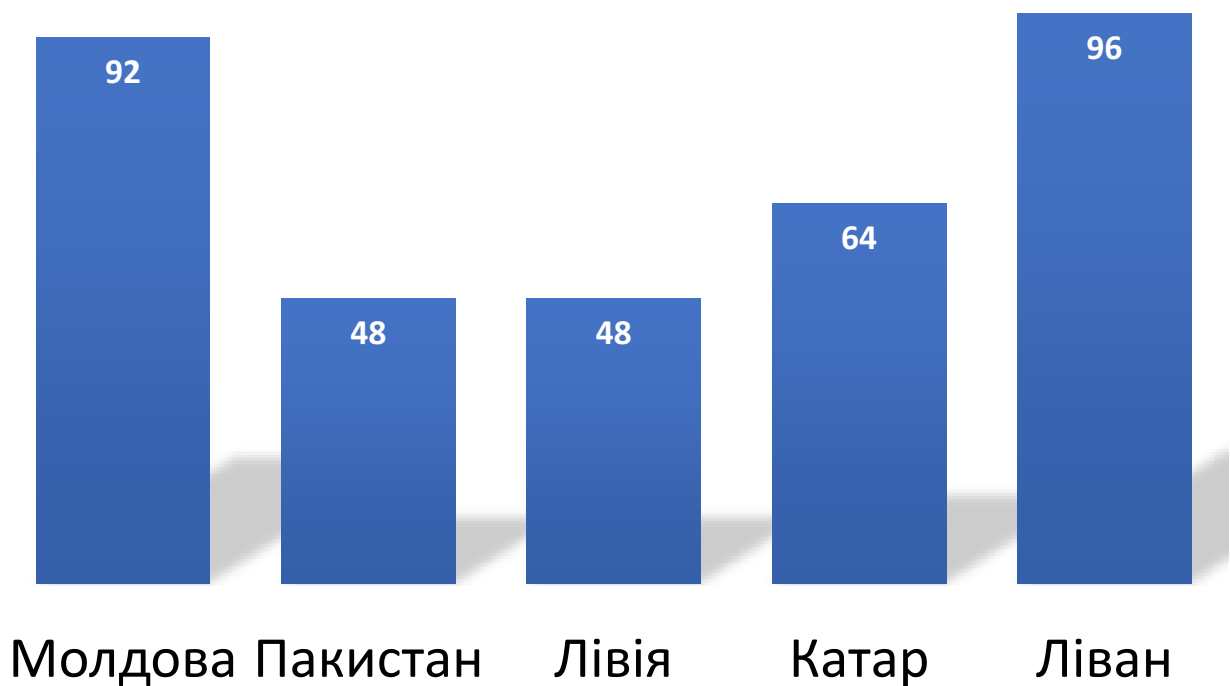


Рисунок 1.5 — Графік залежності деяких країн від імпорту зернових

2 МОНІТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ: ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ЗАВДАННЯ

Моніторинг земель — важлива функція управління у сфері використання та охорони земель, об'єктом якої є землі України незалежно від форм власності на землю, цільового призначення та характеру використання відповідно до загальнодержавних та регіональних (місцевих) програм [4]. Він є складовою частиною державної системи моніторингу довкілля. Це система спостереження за станом земель з метою своєчасного виявлення змін, їх оцінки, відвернення та ліквідації наслідків негативних процесів (ст. 191 Земельного кодексу України).

Об'єктом моніторингу є всі землі незалежно від форми власності на них. Складовою частиною моніторингу земель є моніторинг ґрунтів. Залежно від цілей, спостережень та охоплення територій моніторинг земель може бути національним, регіональним та локальним. Основою технічного забезпечення моніторингу є автоматизована інформаційна система.

Моніторинг земель складається із систематичних спостережень за станом земель (агрохімічна паспортизація земельних ділянок, зйомка, обстеження та вишукування) та виявлення змін у стані земель.

Під час моніторингу здійснюється оцінка:

— процесів, пов'язаних із змінами родючості ґрунтів (розвиток водної та вітрової ерозії, втрата гумусу, погіршення структури ґрунту, заболочення та засолення), заростання сільськогосподарських угідь, забруднення земель пестицидами, важкими металами, радіонуклідами та іншими токсичними речовинами;

— стану берегових ліній річок, морів, озер, водосховищ, гідротехнічних споруд;

— процесів, пов'язаних з утворенням ярів, селевими потоками, землетрусами та іншими явищами;

— стану земель в межах населених пунктів, територій, зайнятих нафтогазодобувними об'єктами, очистними спорудами, гноєсховищами, складами пально-мастильних матеріалів, добрень, стоянками автотранспорту,

захороненням токсичних промислових відходів та радіоактивних матеріалів, а також іншими промисловими об'єктами.

Нагляд за станом земель, залежно від строку та періодичності їх проведення, поділяються на:

- базові (вихідні, що фіксують стан об'єкта спостережень на момент початку ведення моніторингу земель);
- періодичні (проводитись через рік і більше);
- оперативні (фіксують поточні зміни).

Проведення моніторингу земель здійснюється в такому порядку:

- виконання спеціальних зйомок та обстеження земель;
- виявлення негативних факторів, вплив яких потребує здійснення контролю;
- оцінка, прогноз, запобігання впливу негативних процесів.

Основними нормативно-правовими документами що регулюють процеси ведення моніторингу земель на території України є:

- Земельний кодекс України;
- Закон України "Про державний контроль за використанням та охороною земель";
- Закон України "Про охорону земель";
- Положення про моніторинг земель, затверджене постановою Кабінету Міністру України від 20.08.1993 № 661.

Основними завданнями моніторингу земель є:

- довгострокові систематичні спостереження за станом земель, аналіз та опрацювання інформації щодо якісного стану ґрунтів;
- аналіз екологічного стану земель, оцінки та прогнозу можливих змін стану родючості ґрунтів з урахуванням природних та антропогенних факторів, еколого-меліоративного стану зрошуваних та осушуваних земель;

- своєчасне виявлення змін стану земель, оцінка цих змін, прогноз та вироблення рекомендацій щодо запобігання негативним процесам та усунення їх наслідків;

- інформаційне забезпечення ведення державного земельного кадастру землекористування, землеустрою, державного контролю за використанням та охороною земель, а також власників земельних ділянок та заходів щодо забезпечення відтворення родючості ґрунтів.

Порядок проведення моніторингу земель встановлюється Кабінетом Міністрів України, а саме регулюється Положенням про моніторинг земель, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 20.08.1993 № 661.

Виділяють наступні види моніторингу:

- національний – поширюється на всі землі на території України;
- регіональний – поширюється на території, що характеризуються єдністю фізико-географічних, екологічних та економічних умов;
- локальний – поширюється на окремі земельні ділянки та окремі частини (елементарних структур) ландшафтно-екологічних комплексів.

Зміст моніторингу земель передбачає:

- збір інформації про структуру землекористування та землеволодіння, трансформацію угідь, стан та якість ґрунтів та дотримання режиму використання земель водоохоронних зон;
- зміни у стані земель на конкретних територіях;
- виявлення процесів деградації земель та діагностика їх стану;
- виявлення забруднювачів, їх характеристика та шкідлива дія;
- виявлення напрямів та розмірів негативних процесів;
- передбачення соціальних та економічних наслідків;
- прийняття адекватних заходів (антидеградаційних, агрохімічних тощо);
- рекомендації щодо використання земель;

— управлінські рішення щодо покращення стану земель, їх захисту, запобігання та ліквідації наслідків негативних процесів.

Моніторинг земель здійснюється у відповідності із загальнодержавними та регіональними програмами. Інформація про стан земельних ресурсів та їх використання, яка була отримана в процесі ведення моніторингу, нагромаджується в архівах та банках даних автоматизованої інформаційної системи. Інформація про результати моніторингу, одержана під час спостережень за станом земель, узагальнюється за районами, містами, областями, Автономною Республікою Крим, а також за окремими природними комплексами та передається до пунктів збору автоматизованої інформаційної системи територіальних органів Держгеокадастру.

Ведення моніторингу земель здійснюється центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику в сфері земельних відносин, центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику в сфері охорони навколишнього природного середовища. На локальному та регіональному рівні моніторинг земель проводять територіальні органи Держгеокадастру, на національному рівні – Держгеокадастр. Ведення моніторингу земель здійснюється за рахунок державного бюджету в межах асигнувань на проведення земельної реформи та частини коштів від плати за землю, що надходять до місцевих бюджетів.

Результати моніторингу ґрунтів використовуються:

- у процесі регулювання правових засад земельних відносин;
- при здійсненні економічної та грошової оцінки земель;
- здійсненні заходів щодо відтворення родючості ґрунтів та підвищення врожайності сільськогосподарських культур;
- коригування агротехнологій, проведення еколого-агрохімічного районування (зонування) території;
- визначення зон виробництва сільськогосподарської продукції для виготовлення продуктів для дитячого та дієтичного харчування;

— формуванні рекомендацій з раціонального та екологічно безпечного застосування агрохімікатів.

Інформація про результати моніторингу, одержана під час спостережень за станом земель, узагальнюється за районами, містами, областями, Автономною Республікою Крим, а також за окремими природними комплексами та передається до пунктів збору автоматизованої інформаційної системи територіальних органів Держгеокадастру. На основі зібраної інформації та результатів оцінки стану земель складаються оперативні зведення, наукові прогнози та рекомендації, які надаються до місцевих органів державної виконавчої влади, органів місцевого і регіонального самоуправління, інших державних органів для вжиття заходів щодо попередження і ліквідації наслідків негативних процесів

Моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення передбачає виконання таких завдань:

— проведення спостережень, збір, аналіз та опрацювання інформації щодо якісного стану ґрунтів (розвиток ґрунтової ерозії, стан структури ґрунту, підкислення, засолення, солонцюватість, заболочення ґрунтів, динаміка вмісту гумусу та елементів живлення), забруднення ґрунтів важкими металами, радіонуклідами, залишковими кількостями іншими токсичними речовинами;

— розроблення та впровадження науково обґрунтованих рекомендацій щодо прийняття рішень щодо відвернення та ліквідації наслідків негативних процесів та заходів щодо забезпечення відтворення родючості ґрунтів;

— визначення зон виробництва сільськогосподарської продукції для виготовлення продуктів для дитячого та дієтичного харчування;

— створення та ведення інформаційних банків даних про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення та інформаційно-аналітичної системи для розроблення заходів у сфері охорони родючості ґрунтів;

- надання (на договірній основі) землевласникам, землекористувачам та суб'єктам оціночної діяльності у сфері оцінки земель інформації про сучасний стан ґрунтів;
- участь у здійсненні природно-сільськогосподарського, еколого-економічного, протиерозійного та інших видів районування (зонування) земель;
- підготовка та видання щорічної (періодичної) доповіді про стан ґрунтів на землях сільського призначення [4].

3 МОЖЛИВОСТІ ЗАСОБІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПИТАНЬ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

3.1 Характеристики систем дистанційного зондування Землі

Важливим аспектом при виборі даних ДЗЗ є інтерпретаційні характеристики. Відомо, що індикатором у ландшафтознавстві може слугувати будьякий об'єкт, який доступний органам сприйняття або безпосередньо на місцевості, або на даних ДЗЗ. Для ідентифікації ландшафтів рівня фацій ми враховуємо перш за все рослинні угруповання. Проте за низкою ознак на космічному знімку можна розпізнати опосередковано елементи рельєфу, ґрунти, четвертинні відклади. Для виділення контурів рослинності необхідно застосовувати «еталони», що в польових умовах відповідають методу ключових ділянок. З урахуванням комбінації каналів космічних знімків, можна візуально визначати жорсткість чи навпаки – плоскість поверхні. Після проведення рекогносцировки території та загального видового складу рослинності можна визначити мезоформи рельєфу.

Landsat 9 — дев'яте за рахунком супутникове покоління космічної програми «Landsat». NASA відповідальна за усі технічні аспекти побудови, виведення на орбіту й подальшого обслуговування супутника, Геологічна служба США — за обробку і поширення усієї інформації, яку отримує супутник.

Landsat 9 дуже схожий на Landsat 8, що знаходиться на орбіті з 2013 року. Однак новий супутник має кілька покращень, у тому числі можливість надсилати дані з вищим радіометричним дозволом на Землю для вивчення. Завдяки покращеній радіометричній роздільній здатності супутник може виявляти більш тонкі відмінності в ландшафті в порівнянні зі старими супутниками, особливо над водою або густими лісами. Landsat 9 може розрізняти більше 16 000 відтінків кольору із заданою довжиною хвилі. У той час як Landsat 8 все ще знаходиться на орбіті, супутник Landsat 9 замінює Landsat 7. Для порівняння: Landsat 7 може виявляти лише 256 відтінків.

На борту супутника є пара датчиків, у тому числі Operational Land Imager 2, що використовується для виявлення видимого, ближнього і короткохвильового інфрачервоного світла в дев'яти довжинах хвиль. Другий – це Thermal Infrared Sensor 2, призначений для виявлення теплового випромінювання на двох довжинах хвиль і використовуваний для вимірювання температури поверхні землі та будь-яких температурних змін.

Для отримання даних із супутника LDCM задіяно три наземні станції, розташовані в м. Су-Фолз (шт. Південна Дакота), у Свалбарді (Норвегія) та Гілмор-Крік (шт. Аляска). Глобальний архів даних Landsat містить покриття практично всієї поверхні Землі, причому деякі регіони, у тому числі вся територія Росії, знято багаторазово. Щодобово на ці станції надходить до 400 зображень Землі, які доступні користувачам протягом 24 годин.

3.2 Методи обробки даних ДЗЗ для завдань сільського господарства

Використання інструментальних методик обробки даних ДЗЗ для картографування сільськогосподарського землекористування дозволяє не лише аналізувати межі класів земної поверхні, а й проводити оперативний тематичний моніторинг стану сільськогосподарських культур оновлювати метадані просторових об'єктів.

Більшість технологічних рішень з вивчення параметрів рослинного покриву на базі багатозональних космічних знімків ґрунтуються на розрахунку вегетаційних індексів – формалізованих виразів, де в якості змінних виступають яскраві характеристики каналів. Обчислення більшості індексів ґрунтується на особливостях відбивної здатності рослин у червоному та ближньому інфрачервоному діапазонах спектру [5, 6, 7]. Зі збільшенням фітомаси в межах пікселя значення яскравості зростають у ближній інфрачервоній зоні та знижуються у червоній.

Для геоінформаційного моніторингу посівів сільськогосподарських культур використано один з найбільш поширених вегетаційних індексів – NDVI,

запропонований 1973 р. J.W. Rouse, R.H. Naas, J.A. Schell, DW. Deering. Значення індексу варіюються в інтервалі від - 1 до 1. Чим вище розрахункове значення, тим більше фітомаса, що реєструється в межах пікселя. У роботі використовувалася традиційна формула (1) його обчислення:

$$NDVI = (NIR - Red)/(NIR + Red) , \quad (1)$$

де NIR - відображення в ближній інфрачервоній області спектра; RED – відображення у червоній області спектра [Зарубин; Гребень].

Поверхня листя є майже прозорою для сонячного проміння в зоровому та ближньому інфрачервоному діапазонах. Пройшовши через поверхневий шар листка промені входять в багат шарову м'яку частину листка де відбувається взаємодія електромагнітних хвиль з тканинами: вбирання сонячної енергії, її перетворення та селективне відбиття (рис. 3.1).

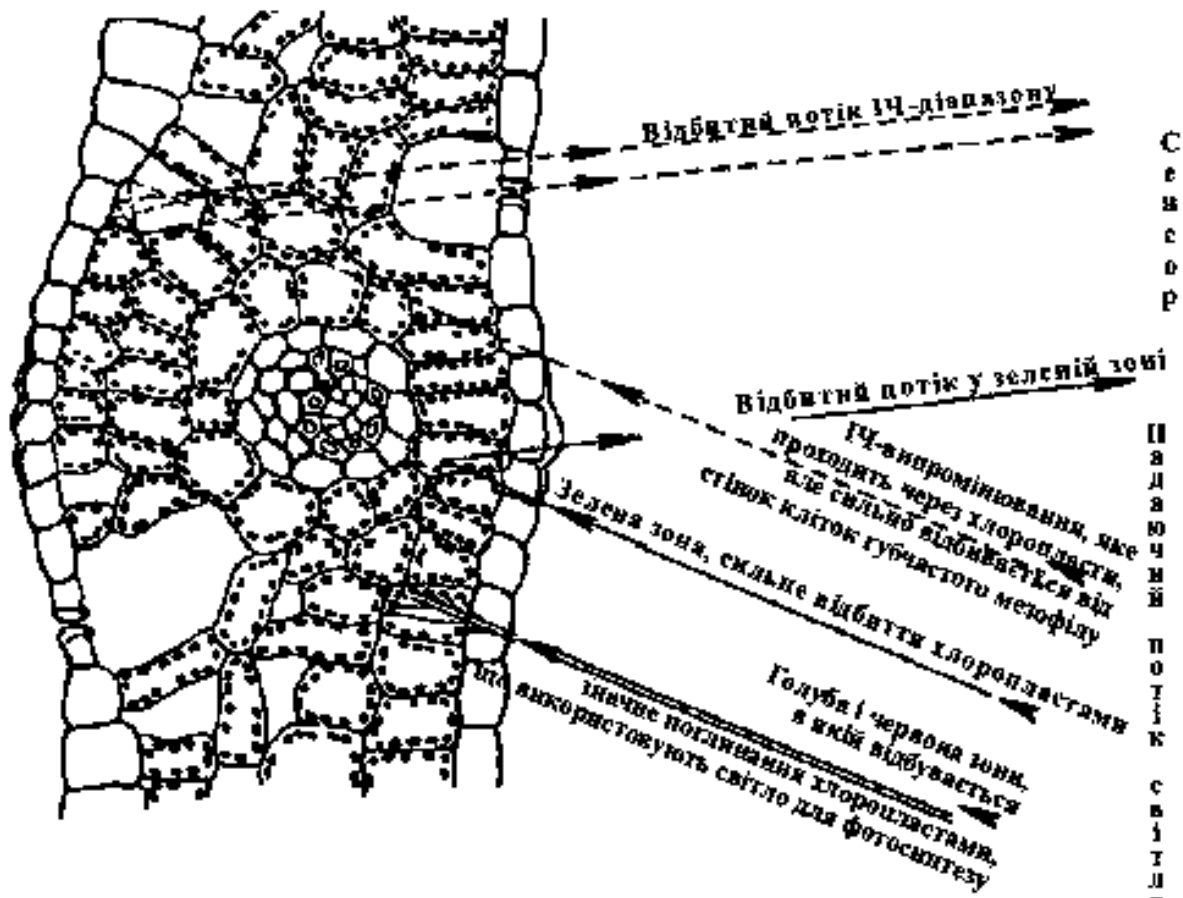


Рисунок 3.1 — Відбивна, вбирна та пропускна здатність живого листка для потоку сонячного світла у зоровому та ближньому інфрачервоному діапазонах

Різниці спектральних характеристик рослин в різні сезони року можуть змінюватися, бути виразними, чи завуальованими. У зв'язку з цим постала необхідність вивчення спектральної яскравості рослинних об'єктів протягом усіх сезонів, природних фенофаз, природної динаміки життєдіяльності рослин від їх появи, проростання у формі сходів до відмирання, руйнування і розкладу (рис. 3.2-3.3).

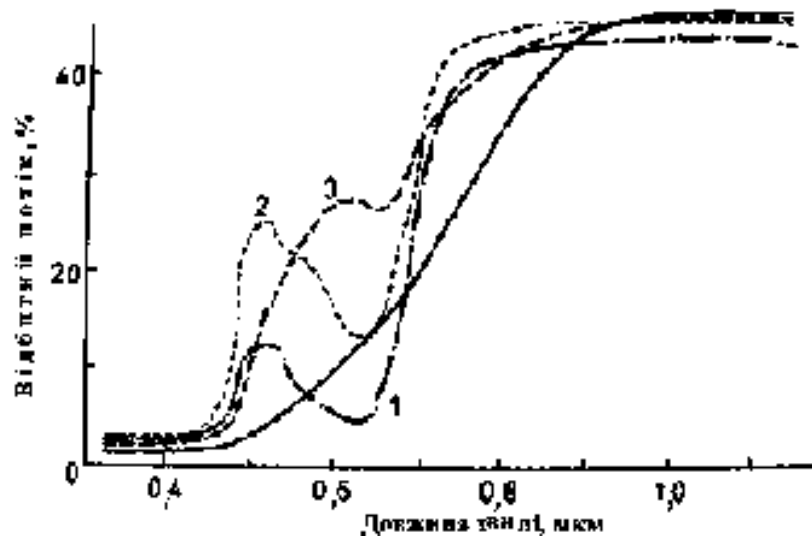


Рисунок 3.2 — Зміна спектральної відбивної здатності листя протягом вегетаційного періоду: 1 – живі листки; 2, 3 – рання і середня стадії розвитку листя; 4 – відмерле листя

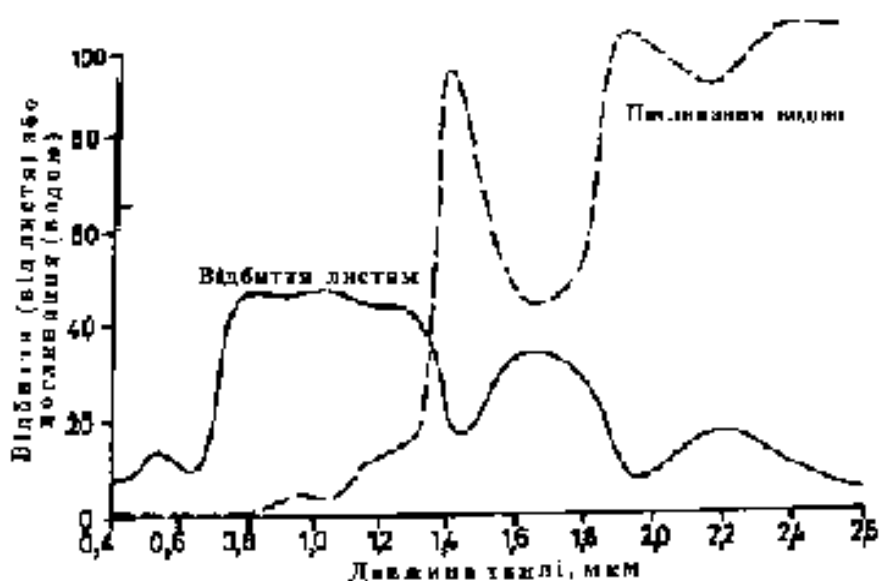


Рисунок 3.3 — Спектральна відбивна здатність здорового листя і спектральна здатність поглинання електромагнітних хвиль водою

Відбивна здатність більшості сухих ґрунтів характеризується такими закономірностями:

— під час збільшення вологості ґрунтів зменшується їх відбивна здатність (рис. 3.4). Це ж стосується всіх довжин сонячного світла, його теплового випромінювання. При цьому яскравість ґрунтів може змінюватися в десятки разів під час зміни вологості в межах кількох відсотків. У коротких світлових хвилях (0,4-0,5 мкм) збільшення яскравості вкладається в межі кратності до 10, а найбільше ця особливість стосується інфрачервоних хвиль;

— яскравість ґрунтів наростає зі збільшенням довжини хвиль опромінення від 0,4 до 1,6-2,0 мкм;

— в більш довгих хвилях (2-2 мкм) яскравість ґрунтів поступово зменшується, але залишається найбільшою порівняно з іншими природними поверхнями (сніговими, льодовими, водними чи рослинними).

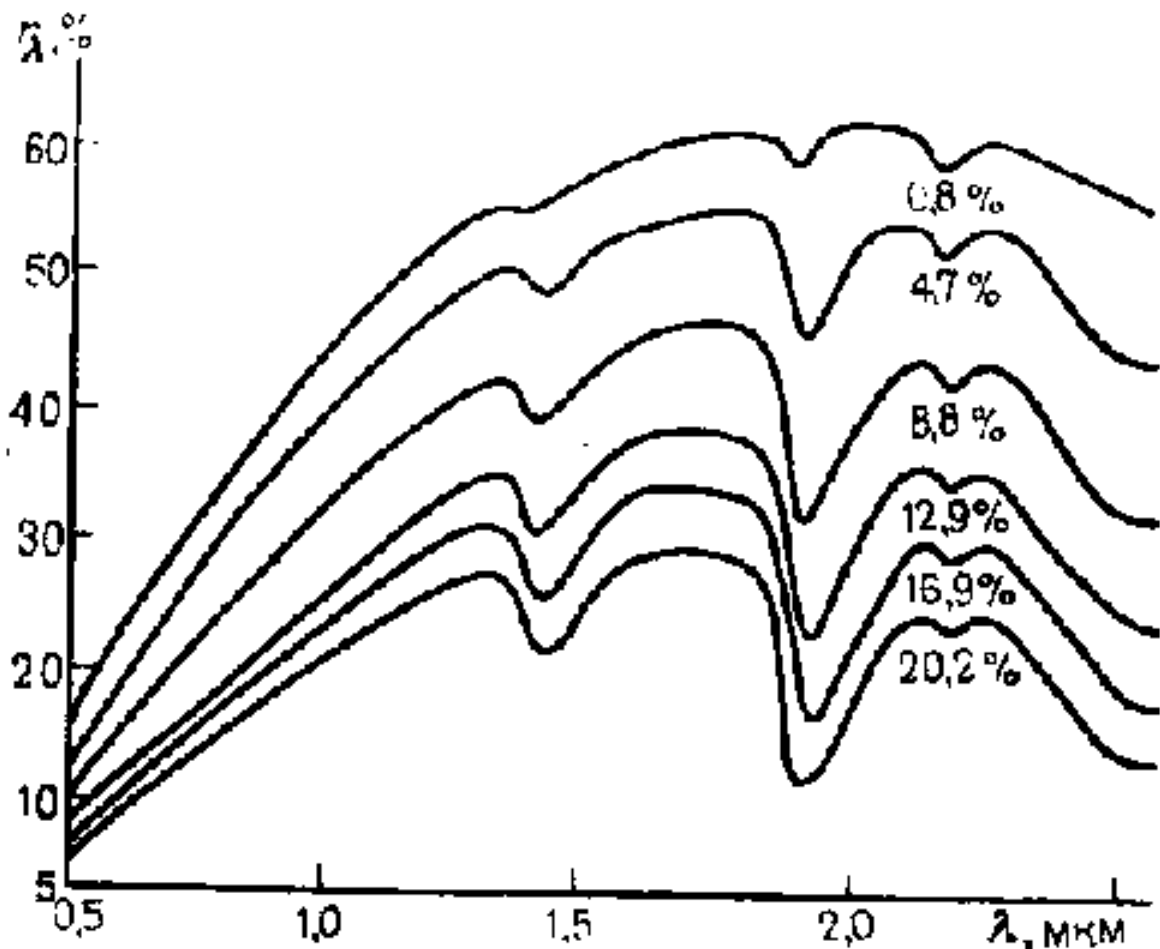


Рисунок 3.4 — Залежність відбивної здатності ґрунту від її вологості

У разі дешифрування ґрунтового покриву та визначення його якісних і кількісних властивостей обов'язковим є врахування висоти сонця, співвідношення прямої та розсіяної радіації в падаючому світловому потоці, загальної орієнтації поверхонь та орієнтації її складових частин, вологості ґрунту і його насиченості водою та поверхневими кристалами льоду (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 — Середні значення і межі варіювання величин інтегрального відбиття (у %) гумусовими горизонтами ґрунтів

Назва ґрунту	Середнє значення	Ймовірні межі інтегральної ясравості
Тундрові	9,3	6,9-11,7
Торфи	7,9	4,7-11,1
Дернові лучні та лучно-болотні	13,1	9,5-16,7
Дерново-підзолисті	16,9	10,5-23,3
Ясно-сірі лісові	21,1	17,2-25
Сірі лісові	18,1	13,9-23
Темно-сірі лісові	7,4	4,1-10,7
Черноземи типові потужні	8,2	6,4-10
Чорноземи звичайні	7,9	6,4-9,4
Чорноземи Передкавказзя	11,6	8,9-14,3
Каштанові	13,2	11,6-14,8
Світло-каштанові	21,8	19,3-24,3
Сіроземи	27,7	25,7-29,7
Червоноземи	18,6	17,4-19,8
Жовтоземи	16,6	13,4-19,8

Неоднорідність зафарбування ґрунту також начно впливає на інтегральну та спектральну відбивні здатності. Сприйняття її залежить від розподільної здатності матеріалів ДЗЗ і розмірів плям на діяльній поверхні. На матеріалах

низької роздільної здатності плями інтегруються в один фотон, а на матеріалах високої роздільної здатності можна вирахувати співвідношення плям з різним альбедо [8].

3.3 Використання даних ДЗЗ та можливостей ГІС у завданнях оцінки впливу військових конфліктів на навколишнє середовище

Взаємозв'язок між ресурсами, навколишнім середовищем та збройним конфліктом обумовлений наступними проблемами [9]:

- недостатньо чітко визначено, що означає збройний і екологічний конфлікт;
- дослідники більшою мірою займаються дефініційними та полемічними вправами, а не системним та факторним аналізом цих понять і їх взаємовпливу;
- важливими змінними нехтують, особливо коли це стосується політичних та економічних чинників, які мають сильний вплив на збройний конфлікт та опосередковано мають вплив ресурсних та екологічних чинників;
- деякі інформаційно-логічні та математичні моделі в цьому випадку стають настільки великими та складними, що їх практично не можна перевірити;
- дослідження не дозволяють розрізнити зовнішній та внутрішній збройні конфлікти за чинниками та параметрами впливу на НС та БЖД населення.

В резолюції 47/37 Генеральної Асамблеї ООН «Охорона навколишнього середовища в періоди збройних конфліктів», яка містить наполегливий заклик до держав вжити всіх заходів стосовно забезпечення дотримання існуючих положень міжнародного права, що застосовуються до охорони навколишнього середовища в періоди збройних конфліктів, розглянуті питання про те, щоб держави стали учасниками відповідних міжнародних конвенцій і зробили кроки зі включення цих положень до військових статутів національних Збройних Сил і в резолюцію 56/4 Генеральної Асамблеї ООН «Проведення Міжнародного дня запобігання експлуатації навколишнього середовища під час війни та збройних конфліктів».

Також держави повинні розглянути питання про відображення в національному законодавстві Керівних принципів для військових статутів та Інструкції з охорони навколишнього середовища під час збройних конфліктів Міжнародного комітету Червоного Хреста.

27 травня 2016 р. у Найробі в рамках засідання Асамблеї ООН з навколишнього середовища, яку ще називають "Парламентом довкілля", було ухвалено резолюцію «Захист довкілля в районах, вражених збройними конфліктами» UNEP/EA.2/Res.15, внесену Україною разом із ЄС і його 28 державами-членами, Канадою, Норвегією, Ліваном, Іраком, Південним Суданом, Йорданією та Демократичною Республікою Конго. За твердженнями неурядових організацій, цей документ став найбільш значущою резолюцією ООН такого роду з 1992 року. "Резолюція встановлює подальші завдання ЮНЕП щодо надання посиленої допомоги країнам, ураженим збройними конфліктами, зокрема у пост-конфліктній оцінці і відновленні; взаємодії з Комісією міжнародного права; співпраці з ЮНЕСКО в питаннях захисту природних пам'яток Світової спадщини; визначає взаємозалежність захисту довкілля та дотримання прав людини, необхідність зменшення негативного впливу на довкілля нелегальних збройних угруповань, зокрема транснаціональних, нелегальної експлуатації ними природних ресурсів та торгівлі цими ресурсами; наголошує на необхідності захисту довкілля в районах збройних конфліктів, міжнародного співробітництва у цьому зв'язку, імплементації необхідних положень міжнародного права, а також врахування рекомендацій Червоного Хреста у військових статутах, інструкціях тощо" [10].

До джерел небезпеки, що можуть призвести до надзвичайної ситуації воєнного характеру, відносяться такі складові, що допускають важкопередбачувані зміни своїх станів та за яких виникає або явна загроза, або безпосереднє ураження людей чи об'єктів життєзабезпечення (виробничих і природних об'єктів).

На рис. 3.5 представлено класифікацію джерел небезпеки, що можуть призвести до надзвичайної ситуації воєнно-техногенного характеру. Джерела

небезпеки можуть знаходитись не тільки всередині, але й поза даним регіоном, утворюючи його несприятливе оточуюче середовище [10].

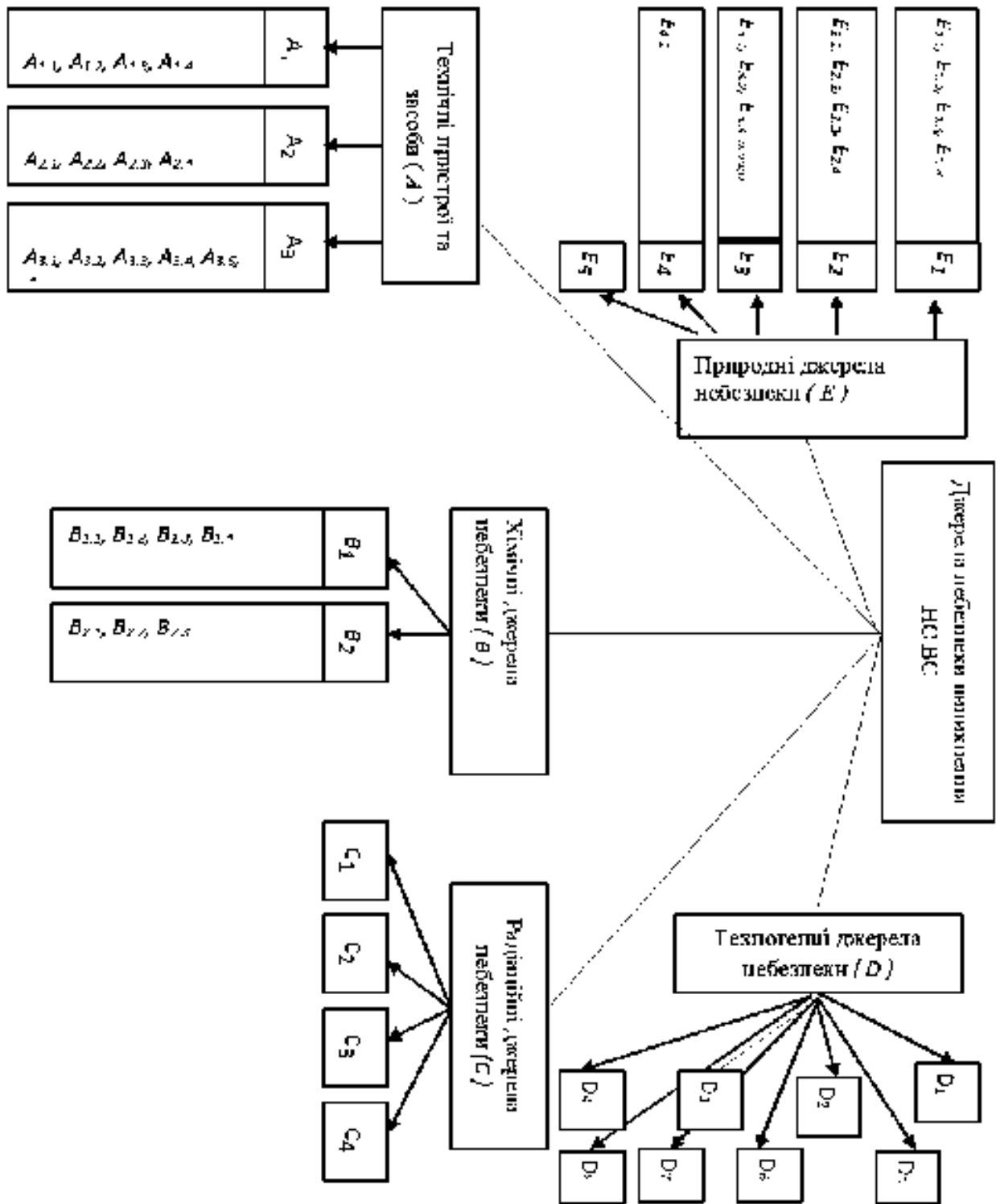


Рисунок 3.5 — Класифікація джерел небезпеки виникнення надзвичайних ситуацій воєнного характеру

До джерел небезпеки, що призводять до НС воєнно-техногенного характеру, можна віднести:

1. Технічні пристрої та засоби, які в свою чергу поділяються на: зброю А1 (бойова А1.2, службова А1.3, цивільна А1.4, зброя масового ураження А1.5), військову техніку А2 (наземна А2.1, наводна А2.2, підводна А2.3, повітряна А2.4) та боєприпаси А3 (артилерійські та стрілецькі боєприпаси А3.1, бомби А3.2, гранати А3.3, боєголовки та компоненти ракет і снарядів А3.4, піротехнічні засоби А3.5, торпеди А3.6);

2. Хімічні джерела небезпеки В, до яких відносяться хімічно небезпечні об'єкти В1 (заводи і комбінати хімічної і нафтопереробної галузі В1.1, підприємства з виготовлення хімічно небезпечних речовин В1.2, водонапірні станції та очисні споруди, де застосовують хімічно небезпечні речовини, склади і бази з ядохімікатами В1.3, транспортні засоби, що перевозять сильнодіючі отруйні речовини В1.4) та хімічні речовини В2 (промислові отрути В2.1, лікарські препарати В2.2, хімічні речовини побуту В2.3);

3. Радіаційні джерела небезпеки С, до яких належать такі радіаційно-небезпечні об'єкти, як АЕС С1, підприємства радіохімічної промисловості, що займаються збагаченням та регенерацією ядерного палива і переробкою та похованням радіоактивних відходів С2, науково-дослідні та дослідно-конструкторські організації, які працюють з ядерними реакторами або використовують радіоактивні речовини для проведення наукових досліджень С3, транспортні засоби, які мають ядерні енергетичні установки або перевозять радіаційно-небезпечний вантаж С4;

4. Техногенні джерела небезпеки D: гідротехнічні об'єкти D1, сховища газу, нафти і нафтопродуктів D2, об'єкти водопостачання та водовідведення D3, склади небезпечних і шкідливих речовин та заправні станції D4, ТЕС D5, трубопроводи і споруди на них D6, військові об'єкти та виробництва вибухових речовин D7, гірничо-добувні територіальні комплекси та об'єкти D8;

5. Природні джерела небезпеки E: геологічні E1 (землетруси E1.1, зсуви E1.2, провали E1.3 і карсти E1.4), гідрологічні E2 (селі E2.1, підтоплення E2.2, паводки E2.3, повені E2.4), метеорологічні E3 (циклони E3.1, урагани та

штормові зливи Е3.2, смерчі Е3.3 тощо), геліофізичні Е4 (природні пожежі Е4.1), астрофізичні Е5.

Надзвичайною ситуацією воєнно-техногенного характеру є порушення нормальних умов життя та діяльності людей на окремій території чи об'єкті або на водному об'єкті, спричинене застосуванням звичайної зброї або зброї масового ураження, під час якого виникають вторинні чинники ураження населення.

Застосування озброєння та військової техніки (ОВТ) під час ведення бойових дій спричиняє негативний вплив на військову природно-техногенну геосистему (ВПТГС) в зоні збройного конфлікту, що складається з компонентів біотопу, біоценозу та існуючої інженерної інфраструктури (рис. 3.6).

При такому підході зрозуміло, що еколого-формуючі складові воєнно-техногенного навантаження на елементи ВПТГС, які безпосередньо пов'язані з впливом чинників ВТН в результаті застосування та експлуатації систем зброї і військової техніки на території районів ведення БД, підлягають оцінці і прогнозуванню в першу чергу. Як правило, умови застосування в значній мірі залежать від типових способів ведення БД, які виконуються військовослужбовцями, військовими підрозділами і частинами.

При виконанні всіх цих заходів під час ведення БД військові підрозділи здійснюють негативний вплив на складові компоненти ВПТГС. Основним джерелом ВТН є озброєння й військова техніка (ОВТ). Її номенклатура досить різноманітна, тому доцільним є поєднання ОВТ у наступні групи, з огляду на характерні ознаки: транспортна база – колісна або гусенична; вид зброї – стрілецьке, артилерійське, танкове, зенітне, ракетне, інженерне озброєння; вид забруднення середовища – електромагнітне (засоби зв'язку й РЛС), акустичне (танки, артилерійські гармати, міномети й інша техніка), хімічне (машини й обладнання спецобробки, паливозаправники й т. ін.); призначення технічних засобів – димове маскування, регенерація повітря. Якщо виокремити джерела і фактори впливу бойових дій, то ієрархічне дерево ВТН матиме вигляд, наведений на рис. 3.7.



Рисунок 3.6 — Принципова схема формування взаємодії між складовими компонентами військової природно-техногенної геосистеми

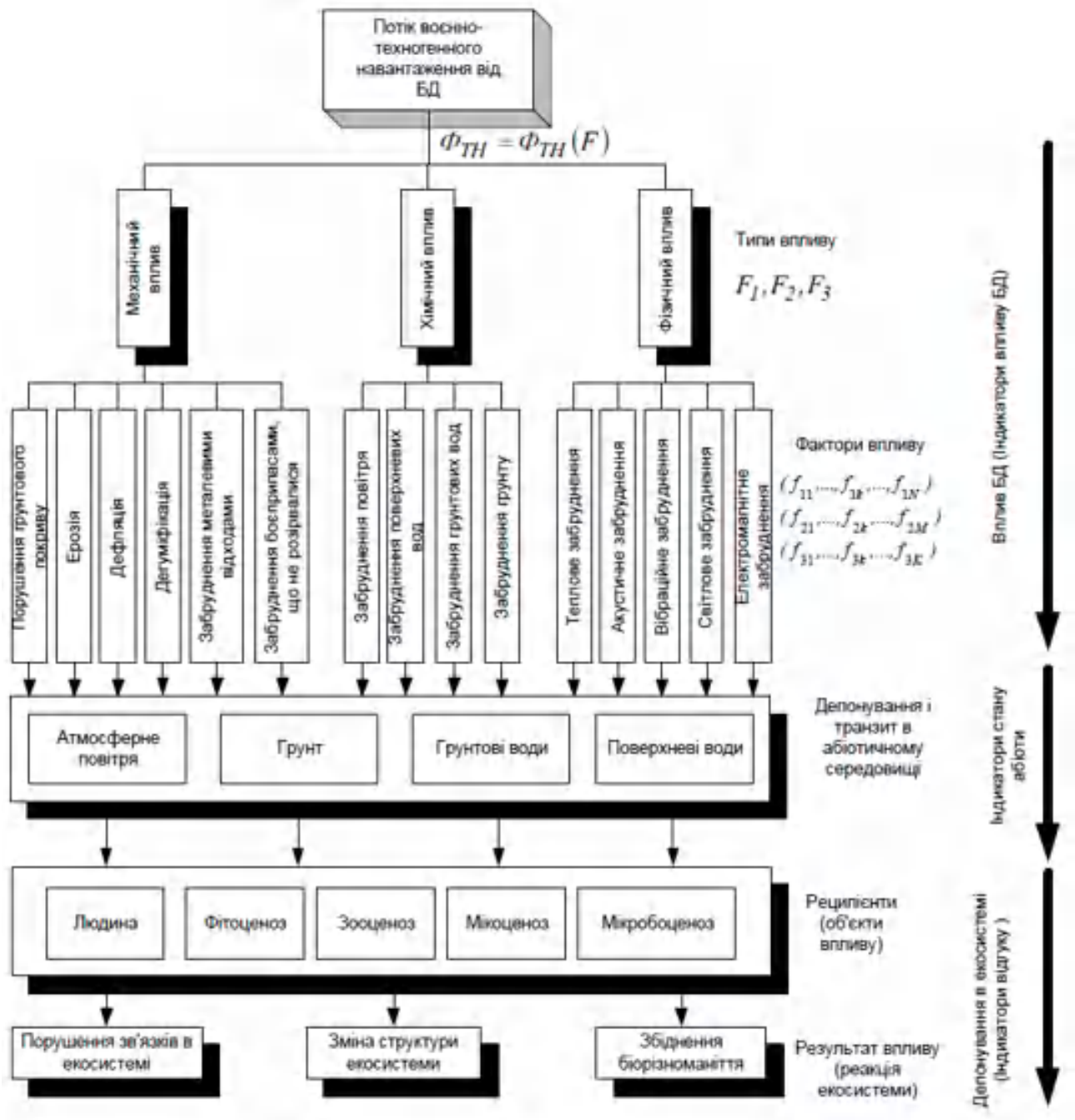


Рисунок 3.7 — Ієрархічна модель чинників ВТН від БД на навколишнє середовище

3.4 Особливості роботи з дистанційними даними у ГІС

Найбільш поширеною та насиченою за функціями програмою серед користувачів ГІС/ДЗЗ є програма ArcGIS. Головними її функціями є створення баз даних для різноманітних галузей знань та аналіз просторової інформації.

Деяка інформація зі світового країнознавства, закладена в пам'ять програми, і її використовують як приклад картографічного відображення та пошуку інформації. Проте для спеціальних досліджень на конкретній території такі дані будують заново. Основою служать топографічні, різного роду тематичні карти і власне космічні чи аерознімки, які належать до растрових даних. Створення баз даних виконують після геокодування вихідної інформації.

Створення даних – це процес оцифрування чи векторизації вихідної інформації, яку зображують у вигляді точок, ліній чи полігонів. Точку характеризує пара координат x, y , лінію – набір з двох пар координат, що характеризують форму, полігон – набір координат, який визначає границю замкнутої області (рис. 3.8). Ці дані записують в окремі тематичні шари. Відрисованим точкам, лініям чи полігонам у спеціальних таблицях присвоюють їх цифрові значення чи текстові пояснення, які називаються атрибутами. Так утворюють векторні дані.

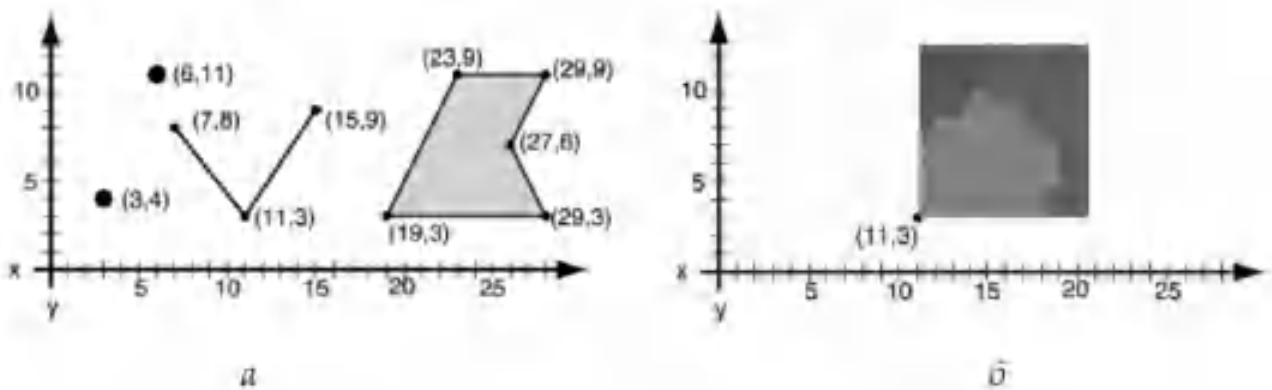


Рисунок 3.8 — Різниця подання векторних та растрових даних: а – векторні, б – растрові

Отримані бази даних стають підставою для подальшого аналізу, хоча створення бази даних може бути закінченим етапом досліджень. ГІС-аналіз – це спектр операцій з візуалізації одних компонентів за даними інших зазначених компонентів. Найпростішим видом аналізу є зображення розміщення заданих об'єктів у символах чи умовних знаках, відмінних від решти об'єктів, та їхній

підрахунок. Другий вид аналізу передбачає вибірку чи формування запитів щодо певних об'єктів з бази даних. Третім видом ГІС-аналізу є пошук об'єктів поблизу заданих.

Проте найбільш поширеним способом аналізу географічної інформації є оверлейний аналіз або здатність програми комбінувати тематичні шари. Накладаючи шари з однією інформацією на шари з іншими даними, отримують нову інформацію. На тематичних шарах можуть бути зображені природні компоненти, такі як геологічна будова, рельєф, ґрунти, поверхневі води, рослинність тощо. Аналіз взаємозв'язків цих компонентів дає змогу виявляти природні закономірності у будві і характері території. Тематичними шарами можуть біти різні компоненти антропогенної діяльності, наприклад, шляхи сполучень, промислові і комунальні території, житлова забудова, об'єкти торгівлі, зелені території та ін. Виявляють при цьому найкоротші шляхи сполучень між заданими об'єктами, особливості їх поширення і співвідношення між об'єктами різних класів.

Існує кілька операцій з просторового накладання шарів – об'єднання, перетин, злиття, об'єднання за атрибутами, вирізання. Їх виконують за допомогою інструментів у формі діалогових вікон. Більш складні операції проводять, використовуючи підменю майстрів обробки інформації (рис. 3.9).

Зазначимо, що для виконання накладень використовують векторні дані, отримані цифруванням карт і знімків. Власне зображення з космосу чи літака використовують часто як основу, на якій креслять ті чи інші контури об'єктів. З космічних знімків отримують здебільшого інформацію про антропогенні об'єкти, а також природні компоненти середовища, добре виражені на знімках, такі як гідрологія, рослинність, геологічні структури, рельєф, рідше – ґрунти.

Цінні аспекти роботи в ГІС є змога автоматичного обчислення параметрів об'єктів, зокрема, вимірювання довжин ліній, визначення звивистості ліній, міри форми об'єктів, визначення периметрів і площ складних об'єктів. Ці обчислення забезпечують розуміння взаємовідносин між об'єктом і його оточенням. Зокрема, звивистість ріки пов'язана з такими функціями, як об'єм мулистих наносів, ухил

ріки і витрата води. В свою чергу ці функціональні відношення засвідчує стан ріки – переважає акумуляція наносів, існує баланс чи ріка деградує.

У векторних ГІС на растрових зображеннях вимірюють також параметри об'єктів. Результат обчислень залежить від роздільної здатності знімків. Зокрема, довжину лінії визначають як добуток числа комірок на роздільну здатність зображення. Якщо розрізнення мале, і, наприклад, трапляються звивини ліній в одній комірці растра, то програма не врахує їх під час підрахунку. Тому обчислення векторних даних є точнішими в цьому плані [8].

4 АНАЛІЗ ТЕРИТОРІЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ПІДВЕРЖЕНИХ ВПЛИВУ БОЙОВИХ ДІЙ ЗА ДАНИМИ ДЗЗ

На рисунку 4.1 наведена структурна схема роботи.

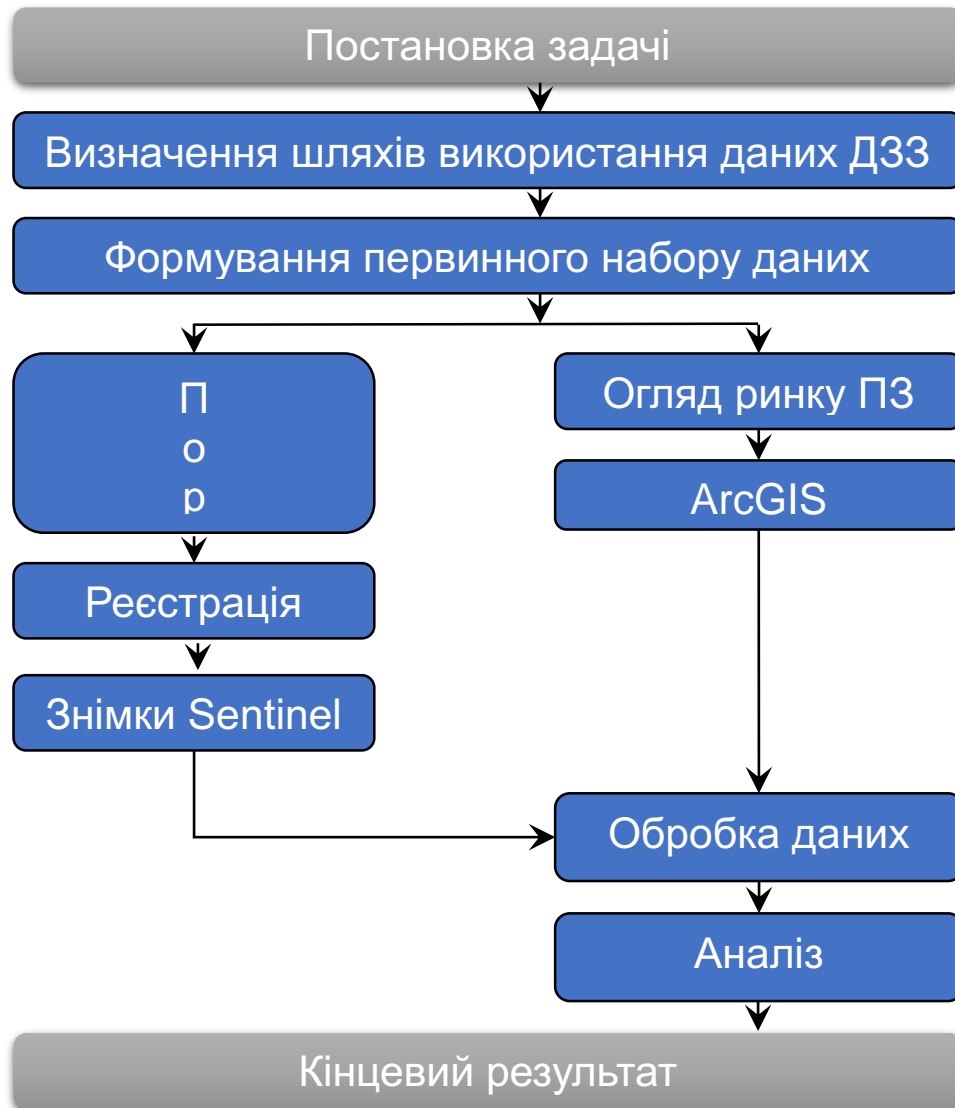


Рисунок 4.1 — Структурна схема роботи

Як видно із схеми вище, для здійснення аналізу впливу військового конфлікту на території України за даними ДЗЗ було обрано знімки із відкритим режимом доступу від системи Landsat 9, завантажені із сервісу <https://earthexplorer.usgs.gov/> (див рис. 4.2). А для їх обробки та аналізу використано потужності програмного засобу компанії ESRI, а саме продукту ArcMAP версії 10.5.

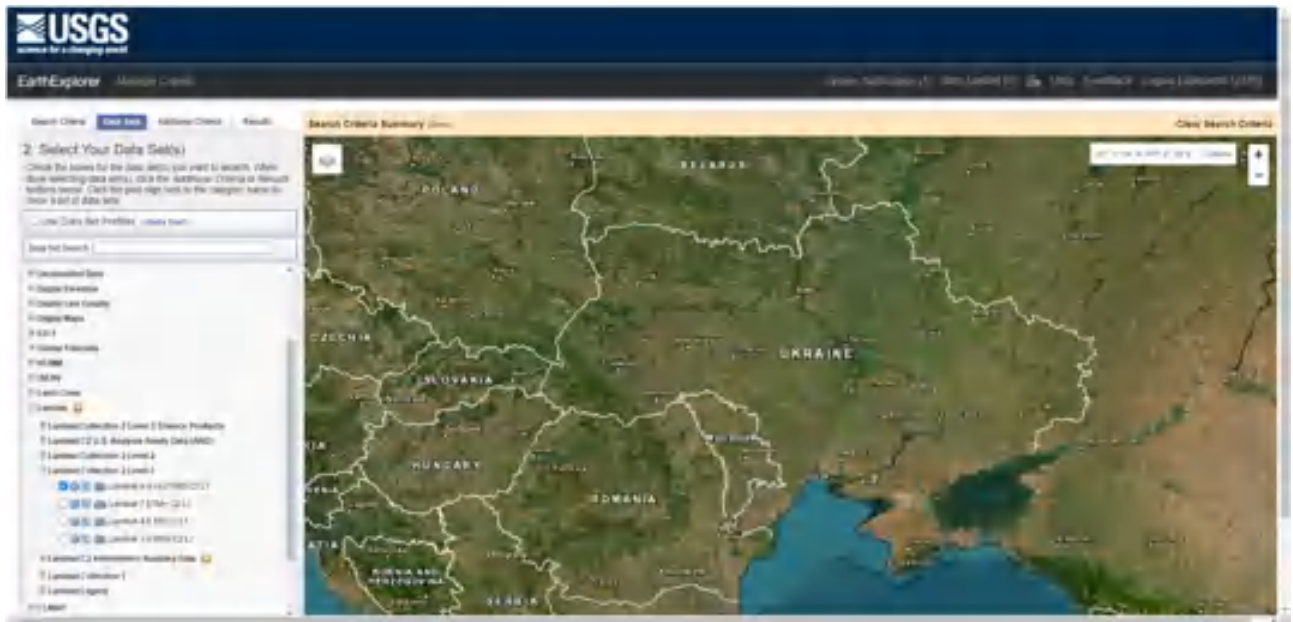


Рисунок 4.2 — Робоче вікно сервісу Earthexplorer

За результатами обробки загальнодоступної інформації у якості тестової ділянки була обрана територія Запорізької області, тому пошук даних ДЗЗ було здійснено саме для цієї території. Відповідні налаштування що до фільтрації даних на сервісі Earthexplorer наведено на рисунку 4.3.

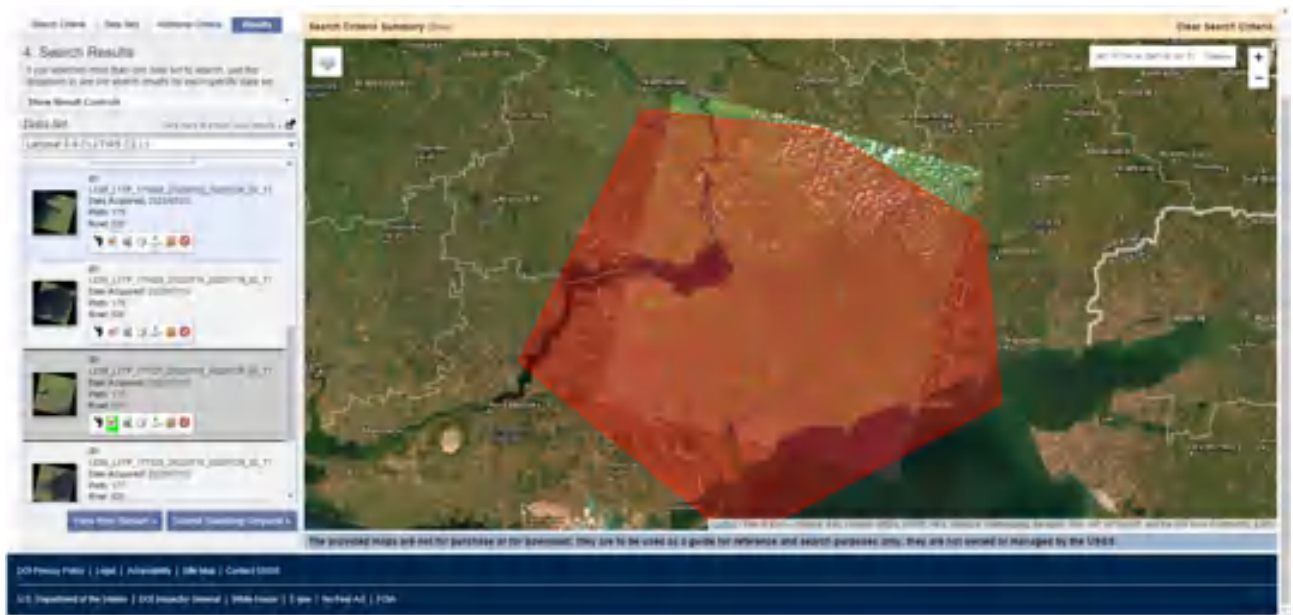


Рисунок 4.3 — Відображення результатів після проведення налаштувань

В результаті були отримані мультиспектральні знімки Landsat 9 (рис. 4.4), які були використані для подальшої обробки та аналізу.

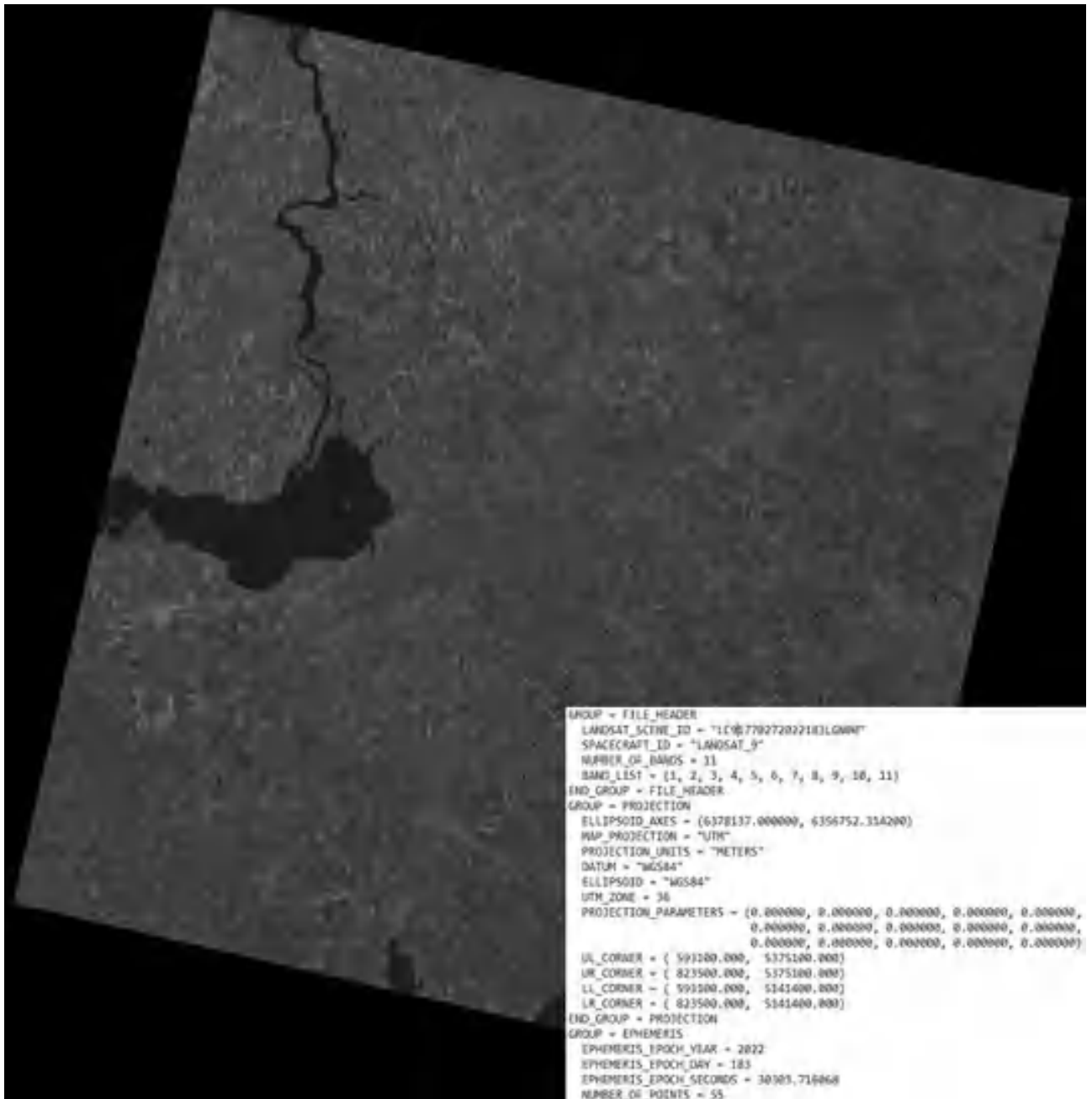


Рисунок 4.4 — Приклад 5-го каналу знімку Landsat 9 від 8.07.22

Першим і основним етапом аналізу являвся пошук уражених територій. Їх дешифрування проводилось за візуальними ознаками та перевірялось на відповідність за повторювальними знімками тієї ж території. Для проведення візуального аналізу знімків першочергово було сформовано зображення у

природніх кольорах, тобто на основі комбінації каналів 4-3-2. Задля цього було використано функціонал програмного засобу ArcMAP під назвою “Image Analysis” (рис. 4.5).

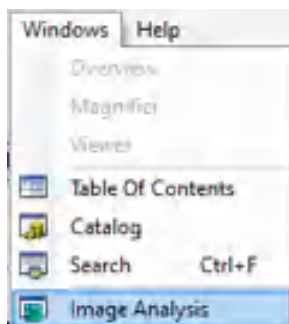


Рисунок 4.5 — Image Analysis

Даний інструмент дозволяє працювати із мультиспектральними знімками з метою комбінування каналів, вимірювання характеристик, тощо (рис. 4.6).

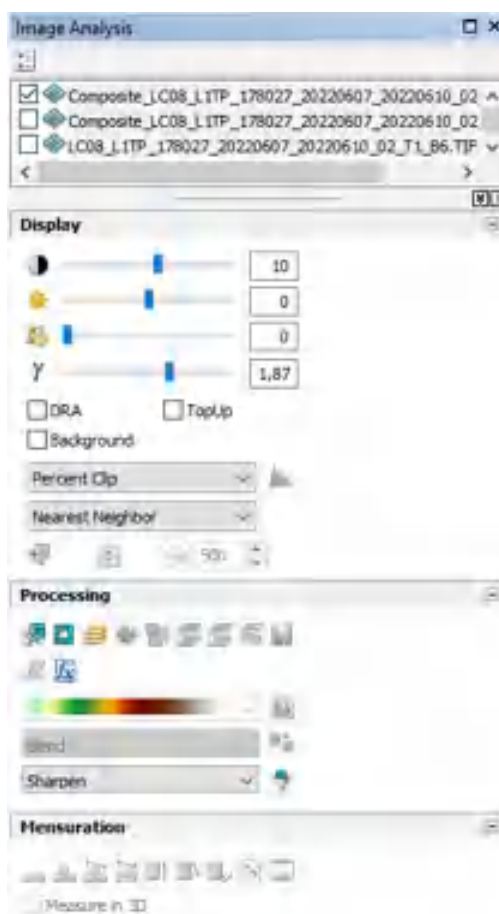


Рисунок 4.6 — Функціонал інструменту Image Analysis

Із використанням функції Composite Bands були сформовані зображення у природніх кольорах, які дозволили проводити подальше дешифрування знімків за візуальними ознаками з метою пошуку уражених вогнем (погорілих) сільськогосподарських ділянок, які зайнялися внаслідок активних бойових дій (рис. 4.7).



Рисунок 4.7 — Знімок Landsat 9 від 21.07.22 у природніх кольорах

Дешифрування погорілих територій поділялось на декілька фаз (рис. 4.8), а саме:

- пошук земельних ділянок із активними пожежами, або їх наслідками;
- перевірка відповідності даної площі саме до класу погорілих площ (тобто відокремлення тіней від хмар, опустелених територій, лісових пожеж та т.і.);
- перевірка зміни стану окремо взятої ділянки у часі на основі різночасових повторювальних знімків.

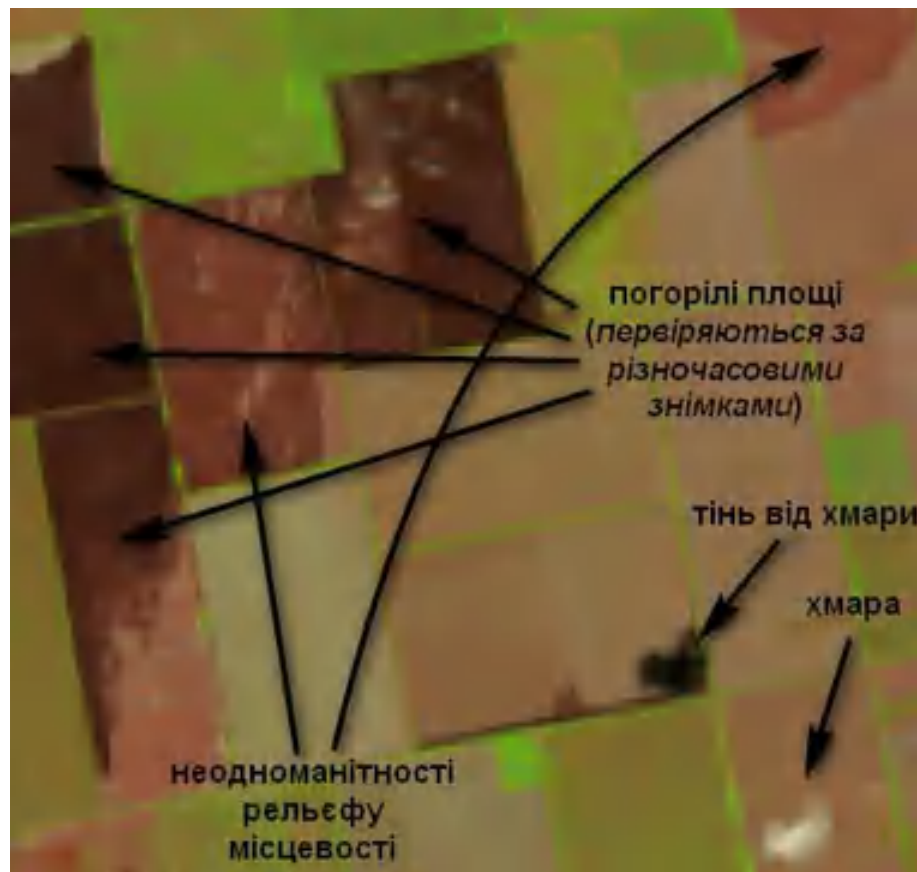


Рисунок 4.8 — Процес дешифрування знімків за візуальними ознаками

Із розділу 3.2 видно що зміни стану сільськогосподарських територій у період їх вегетації найкраще спостережувати на основі побудови індексних зображень, тобто внаслідок підрахунку індексу NDVI за результатами комбінування червоного та ближнього інфрачервоного каналів космознімка. Тобто наступним етапом роботи стала побудова таких зображень (рис. 4.9).



Рисунок 4.9 — NDVI-зображення, побудоване за знімком Landsat 9 від 21.07.22

Розрахунок вегетаційного індексу проводився для посівів сільськогосподарських культур у межах Запорізької області за матеріалами архівних багатозональних знімків за 2022 р. Для аналізу динаміки біомаси були оброблені знімки за наступні дати вегетаційного періоду 2022 р.: 20 травня, 10 червня, 8 липня, 21 липня, 12 серпня. Вибір зазначених часових дат пов'язаний

з наявністю матеріалів космофотозйомки на досліджуваних територіях у відповідний період вегетації рослинності.

В результаті проведення дешифрування знімків було окреслено межі погорілих ділянок, які було векторизовано у середовищі ArcMAP (рис. 4.10).

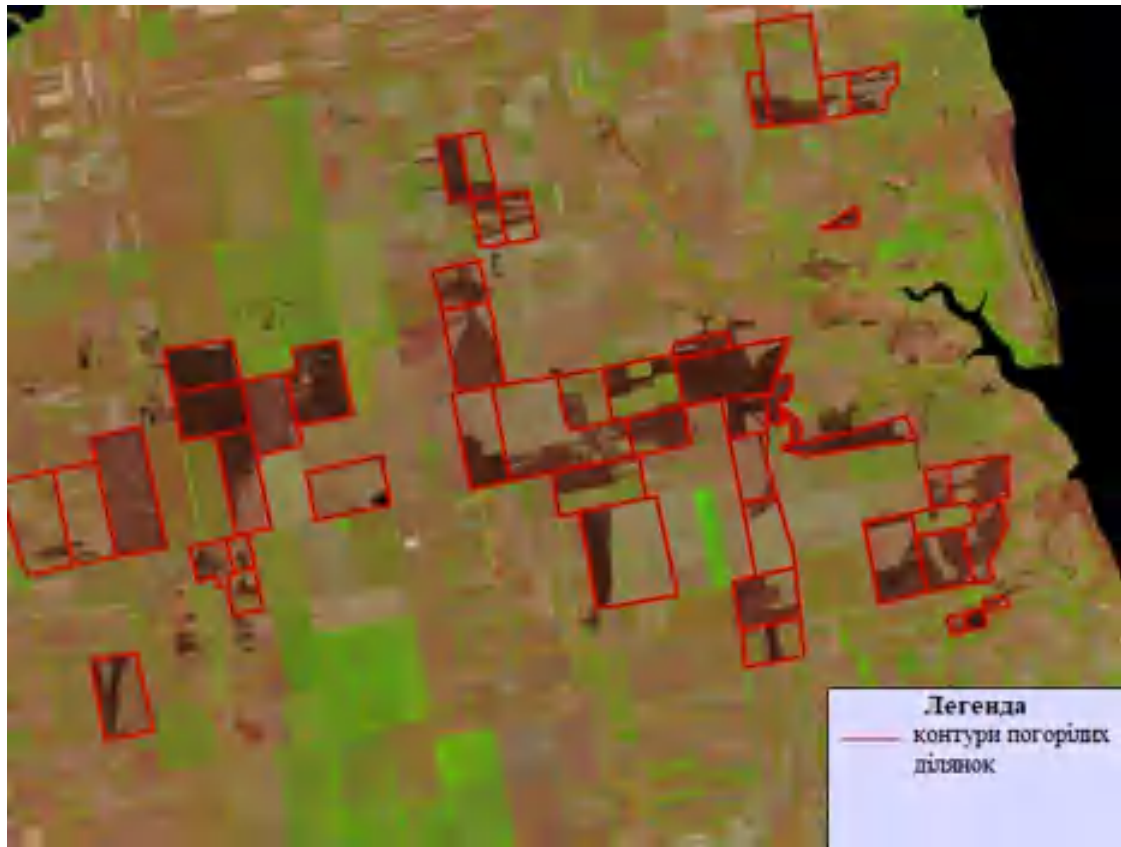


Рисунок 4.10 — Межі земельних ділянок що були повністю або частково уражені вогнем за знімком Landsat 9 від 21.07.22

З метою обчислення чисельної оцінки наслідків виникнення пожеж на територіях сільськогосподарських ділянок внаслідок активних бойових дій на території України, які виникають через пряме втручання великокаліберних снарядів у суху стерню, або сільськогосподарську техніку, загоряння військової техніки, яка дислоціювалась безпосередньо на території таких ділянок, в результаті падіння авіації, або внаслідок розливу паливно-змазувальних матеріалів, внаслідок підриву боєкомплекту, та т.і. було проведено векторизацію

площ вищезазначених ділянок, які було пошкоджено вогнем (погорілих площ), показану на рисунку 4.11.



Рисунок 4.11 — Межі погорілих сільськогосподарських територій та кордони їх ділянок за знімком Landsat 9 від 21.07.22

Як можна побачити на рисунку 4.11 активний супротив подальшому розгортанню процесу вигорання сусідніх посівних площ складають природні та антропогенні об'єкти, як то: лісосмуги, автошляхи, річки, межі населених пунктів, балки, болота, тощо (рис. 4.12).



Рисунок 4.12 — Бар'єри, що перешкоджають просуванню вогню на сусідні ділянки (у якості топоосної наведено дані сервісу OpenStreetMap)

Результатом проведеної векторизації є база даних погорілих площ сільськогосподарських ділянок на території Запорізької області України у 2022 році (рис. 4.13).

OBJECTID*	SHAPE*	SHAPE Length	SHAPE Area
1	Polygon	4608,702066	804720,031828
2	Polygon	3497,384758	752739,447995
3	Polygon	3615,171515	343715,554308
4	Polygon	3291,039313	403433,493914
5	Polygon	2724,358075	308329,813941

Meжі ділянок | Погорілі площі | Meжі області

Рисунок 4.13 — Сформована база даних

Для обчислення об'ємів вигорання окреслених територій було здійснено підрахунок площ створених ареалів на основі використання інструментів роботи із базою даних у середовищі ArcMAP, а саме інструментів Calculate Geometry та Statistics (рис. 4.14).

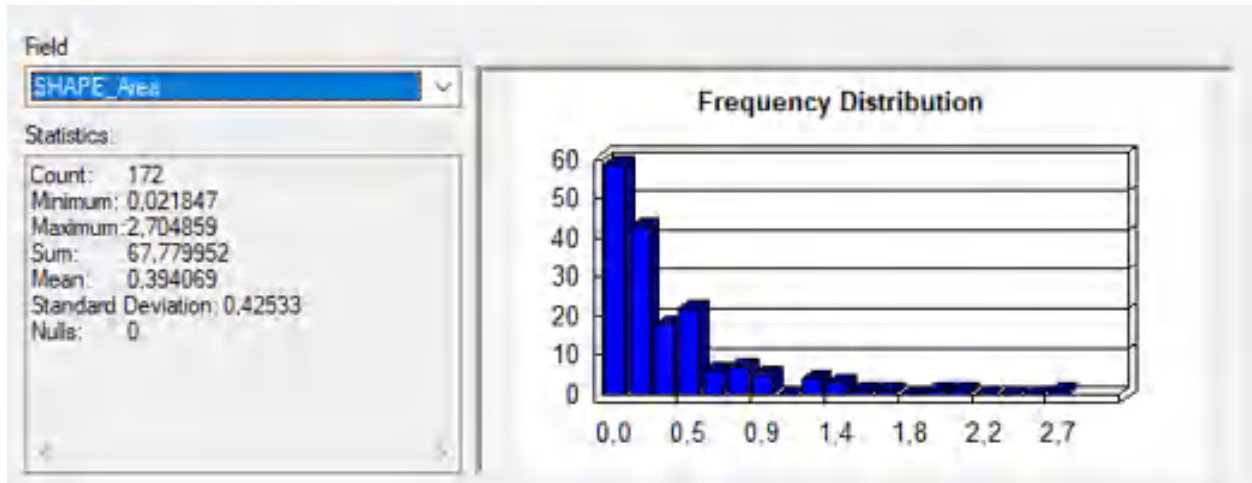


Рисунок 4.14 — Статистика підрахунку площ ареалів (км²)

За цими даними було побудовано діаграми впливу військового конфлікту на окреслені сільськогосподарські земельні ділянки (рис. 4.15-4.16).



Рисунок 4.15 — Площа ареалів (км²)



Рисунок 4.16 — Кількісні показники

Останнім етапом роботи є побудова картографічної моделі пошкоджених вогнем сільськогосподарських ділянок на території Запорізької області. У якості її топографічної основи було використано дані відкритого сервісу OpenStreetMap, що міститься як додаток до сервісів базової карти ArcMAP (рис. 4.17-4.18).

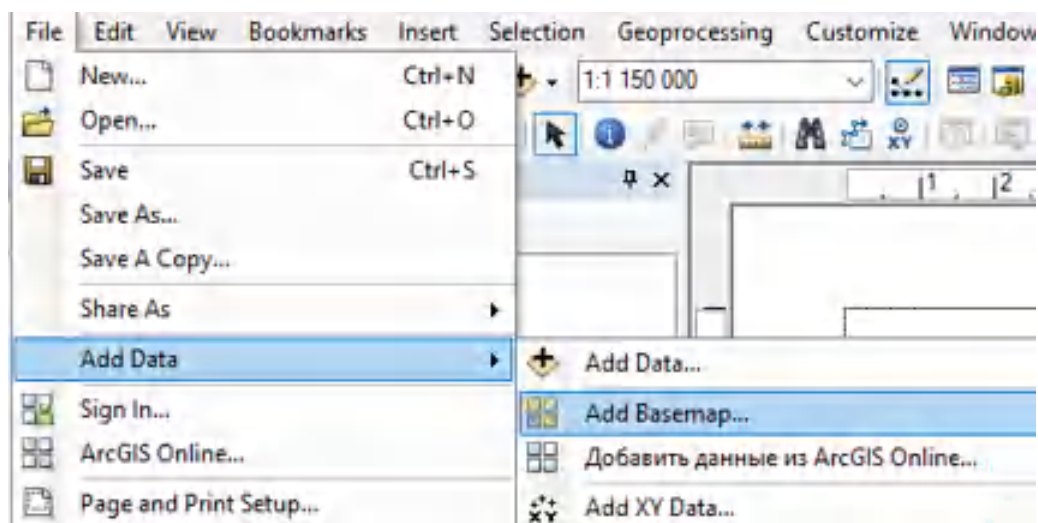


Рисунок 4.17 — Додавання базової карти

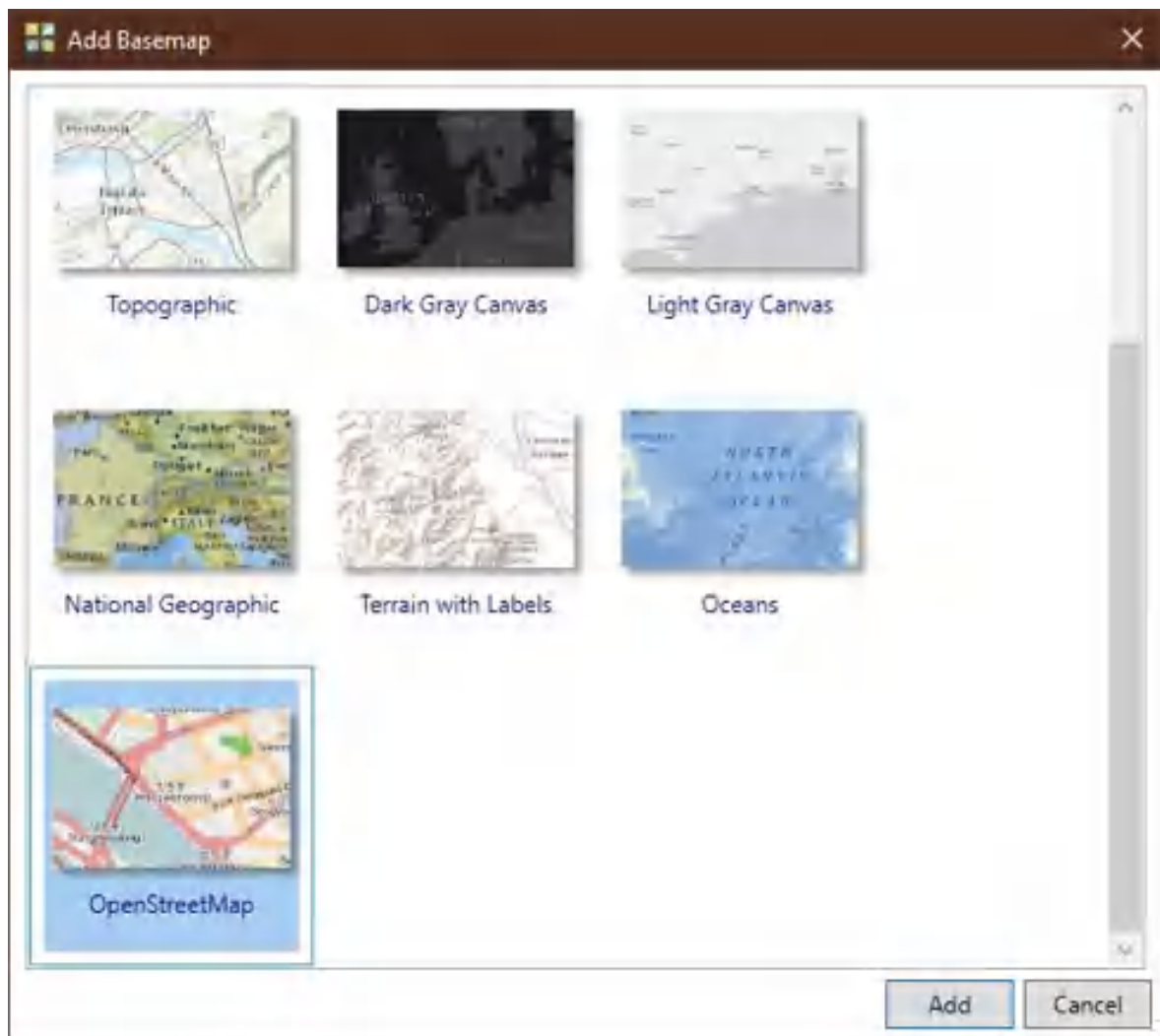


Рисунок 4.18 — Використання сервісу OpenStreetMap

На основі цих даних було окреслено межі Запорізької області та використано їх у якості топографічної основи для картографічної моделі, наведеної на рисунку 4.19.

Саму модель сформовано на основі використання функціоналу програмного засобу ArcMAP за стандартною схемою оформлення картографічних матеріалів на території України. На карту нанесено всі необхідні елементи та позначення, для цього використано лише відповідний вбудований функціонал програми ArcMAP.

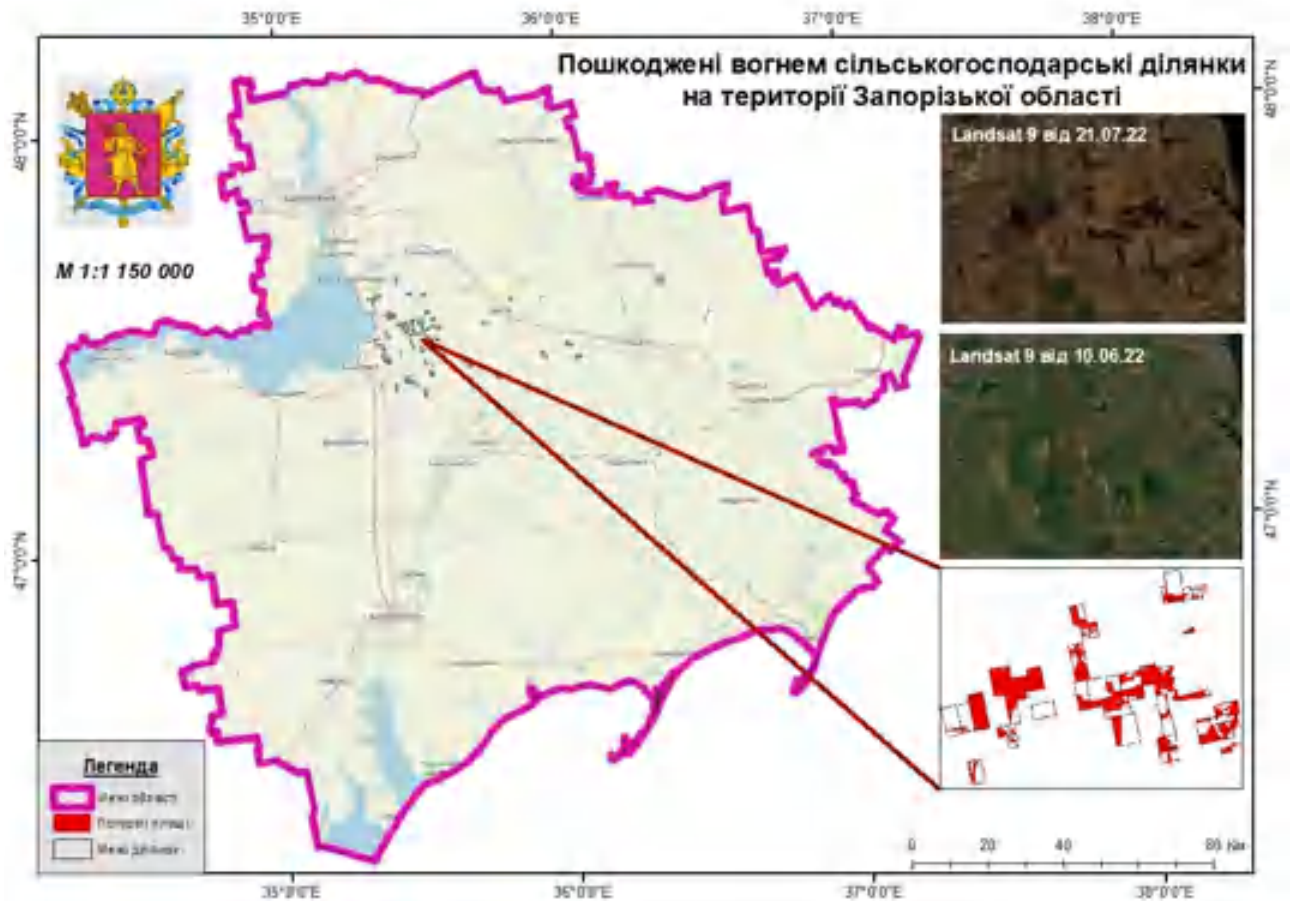


Рисунок 4.19 — Результат побудови картографічної моделі

Пряма втрата від війни в сільському господарстві України станом на 15 вересня 2022 року склала \$6,6 млрд. У суму збитку включень ряд категорій. Зокрема, Україна втратила сільськогосподарську техніку на \$2,9 млрд. 84,2 тис. одиниць техніки та обладнання повністю або частично пошкоджені.

Збитки зерноохоронцям склали \$1,1 млрд. У загальній складності було пошкоджено або знищено зерноохоронну сукупну ємність 9,4 млн тонн одночасного зберігання. Цей обсяг не враховує потужності, які залишаються недоступними через тимчасову зайнятість.

Багаторічні культури постраждало на \$348,7 млн. На потерпілих територіях знищено понад 14,3 тис. га багаторічних насаджень.

Збитки у категорії «Фактори виробництва (горюче, покращення, ЗЗР)» склали \$95,4 млн. Знищено та вкрадено 0,6 тис. тонн засобів захисту рослин (ЗЗР), 124 тис. тонн добрив та 11,5 млн літрів палива.

Також росіяни знищили вироблену продукцію на суму \$1,9 млрд. У результаті повномасштабного вторгнення було знищено або знищено 2,8 млн. тонн зернових і 1,2 млн. тонн олійних культур [11, 12].

Дозріла пшениця та суха стерня на українських полях легко спалахують від артобстрілів загарбників.

До проблем замінувань, вирв від снарядів влітку додалося і знищення українського врожаю вогнем. Як виглядають пошкоджені гектари зернових під час повномасштабного вторгнення Росії в Україну, дивіться у добірці фотографій.

Війська обстрілюють поля у Запорізькій, Миколаївській, Дніпропетровській, Херсонській областях. А близько 22% усієї української сільгоспземлі, за даними NASA Harvest, зараз окуповані росіянами.

Як повідомляє поліція Херсонщини, вже вигоріли сотні гектарів пшениці, ячменю та інших зернових культур. А знищення хліба – один із найтяжчих злочинів у воєнну годину.

Офіційної оцінки спалених полів та збитків від пожеж у масштабах України немає. За даними оперативного штабу з фіксації екологічних злочинів Росії при Держекоінспекції, з початку війни зафіксовано 3 тис. пожеж на площі понад 1,5 млн га, з них понад третину, або 690 тис. га, – це сільгоспземля, ще 270 тис. га – лісові угіддя.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи було проведено аналіз статистичних даних із відкритих інформаційних джерел для визначення територій країни які мають значні ушкодження у сфері сільськогосподарського виробництва внаслідок війни на території України у 2022 році.

Результатами даної роботи є оцінка кількості площ сільськогосподарських ділянок на території Запорізької області України що постраждали внаслідок займання їх посівних площ у результаті ведення активних бойових дій на основі обробки та аналізу даних аерокосмічної зйомки місцевості системою супутників Landsat 9, а також побудова картографічної моделі розподілення цих земельних ділянок у просторі за допомогою функціоналу програмного комплексу ArcMAP.

Аналіз засвідчив, що в умовах збройного конфлікту на території України утворилася неврівноважена військова природно-техногенна геосистема, яка характеризується руйнуванням і забрудненням ґрунтів, погіршенням біорізноманіття, руйнуванням потенційно небезпечних об'єктів внаслідок пожеж та активних бойових дій.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Сумерки агрохолдингов: как война изменит сельское хозяйство Украины [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mind.ua/ru/publications/20245288-sumerki-agroholdingov-kak-vojna-izmenit-selskoe-hozyajstvo-ukrainy>
2. If not by sword then by plowshare: the ecological impacts of a war-induced food crisis [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://uwecworkgroup.info/if-not-by-sword-then-by-plowshare-the-ecological-impacts-of-a-war-induced-food-crisis/>
3. Світова продовольча криза [Електронний ресурс]. Режим доступа: <https://cpd.gov.ua/main/vijna-v-ukrayini-ta-azijsko-afrykans/>
4. Вікіпедія, вільна енциклопедія [Електронний ресурс]. Режим доступа: https://wiki.legalaid.gov.ua/index.php/Моніторинг_земель:_призначення_та_завдання
5. Зарубин О.А., Ларина А.В., Саулин В.А., Шабайкина В.А. Использование многозональных космических снимков для целей геоинформационного мониторинга и анализа пространственных характеристик сельскохозяйственного землепользования // Вектор ГеоНаук. 2020. Т.3. №2. С. 37-50. DOI: 10.24411/2619-0761-2020-10017.
6. O. Trofymchuk, V. Trysnyuk, A. Greben and G. Krasovski, "Interpretation of Remote Sensing Data for Ecological Tasks", 2020 IEEE Ukrainian Microwave Week (UkrMW), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 772-775, DOI: 10.1109/UkrMW49653.2020.9252736.
7. Vysotska, O., Greben, A., Kalashnikova, V., Rakhmetullina, S., Klochko, T., Kotyra, A., Mamyrbaev, O., and Iskakova, A. (2021). Colorimetric Parameters Modeling of Test Micro-Ecosystems for Lands Pollution Remote Sensing. Journal of Ecological Engineering, 22(2), pp.161-168. <https://doi.org/10.12911/22998993/130889>.

8. Байрак Г.Р., Муха Б.П. Дистанційні дослідження Землі : Навчальний посібник / Галина Байрак, Богдан Муха. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. – 712 с.
9. Gleditsch, N.P. (2015). Armed Conflict and the Environment. In: Nils Petter Gleditsch: Pioneer in the Analysis of War and Peace. SpringerBriefs on Pioneers in Science and Practice, vol 29. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-03820-9_6
10. Пиріков, О.В. Геоінформаційний системний підхід до аналізу впливу збройних конфліктів на екологічний стан навколишнього природного середовища / О.В. Пиріков, С.М. Чумаченко, Є.О. Яковлев // Екологічна безпека та природокористування. – 2022. – Випуск 1 (41). – С.5-17.
11. Ущерб сільському господарству України от войны достигает \$6,6 млрд [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://gordonua.com/news/war/ushcherb-selskomu-hozyaystvu-ukrainy-ot-voyny-s-rf-dostigaet-66-mlrd-1635637.html>
12. Обстрелянный урожай: как россияне целят в украинские хлебные поля [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.ukrinform.ru/rubric-ato/3528161-obstrelannyj-urozaj-kak-rossiane-celat-v-ukrainskie-hlebnye-pola.html>

ДОДАТОК А

ВИКОРИСТАННЯ ДАНИХ ДЗЗ ДЛЯ АНАЛІЗУ СТАНУ ТЕРИТОРІЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ПІД ЧАС БОЙОВИХ ДІЙ

Виконала: Якименко Тетяна Михайлівна

Керівник: к. т. н., доц. Андреев Сергій Михайлович

Актуальність роботи

Внаслідок обстрілів велика частина території країни та її сільськогосподарських земель є забрудненою вибуховими безпечними об'єктами, що робить ці території заручниками обставин та потребує часу на їх повернення у нормальну експлуатацію. Після закінчення бойових дій необхідно буде проводити повну інвентаризацію сільськогосподарських земельних ресурсів за основу якої у сучасному світі прийнято використовувати результати обробки даних ДЗЗ із побудовою відповідних геоінформаційних моделей.

Мета роботи

Підвищення якості оцінки стану територій сільськогосподарського призначення на території України.

Об'єкт дослідження

Аналіз методів моніторингу сільськогосподарських територій за даними ДЗЗ.

Предмет дослідження

Методи обробки та аналізу аерокосмічних згуп'яспектральних знімків з метою визначення сільськогосподарських територій які постраждали внаслідок бойових дій.

Отримані результати



ДОДАТОК Б



Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»

Факультет ракетно-космічної техніки

Кафедра геоінформаційних технологій та космічного моніторингу Землі

Кваліфікаційна робота магістра

Спеціальність 103 Науки про Землю

Освітня програма Космічний моніторинг Землі

Використання даних ДЗЗ для аналізу стану територій сільськогосподарського призначення під час бойових дій

Виконала: студентка групи 465м

Якименко Т.М.

Керівник: к.т.н., доц.

Андреев С.М.

Харків - 2022

Мета:

- Підвищення якості оцінки стану територій сільськогосподарського призначення на території України

Об'єкт:

- Аналіз методів моніторингу сільськогосподарських територій за даними ДЗЗ

Предмет:

- Методи обробки та аналізу аерокосмічних мультиспектральних знімків з метою виявлення сільськогосподарських територій які постраждали внаслідок бойових дій

Структурна схема



Автоматизовані системи

Місце України у світі в сфері вирощування зернових культур

% імпорту зернових з України



Україна приймала участь у виробі третини світового обсягу пшениці та ячменю, п'ятої частини кукурудзи і понад половини соняшникової олії. Дві третини світового експорту соняшникової олії забезпечувала Україна.

Зменшення обсягів постачання пшениці, кукурудзи та ячменю впливають на продовольчу безпеку Сирії, Марокко, Лівану, Алжиру, Йорданії, Єгипту, Лівії, Ємену та інших країн.

Взаємозв'язок бойових дій і сільського господарства



- забруднення сільськогосподарських територій вибухонебезпечними об'єктами;
- виникнення пожеж на засіяних площах;
- пошкодження або вивезення сільськогосподарської техніки;
- зміни у особовому складі фермерських господарств;
- пошкодження комунікацій та критичної інфраструктури;
- тверді відходи;
- екологічні фактори.

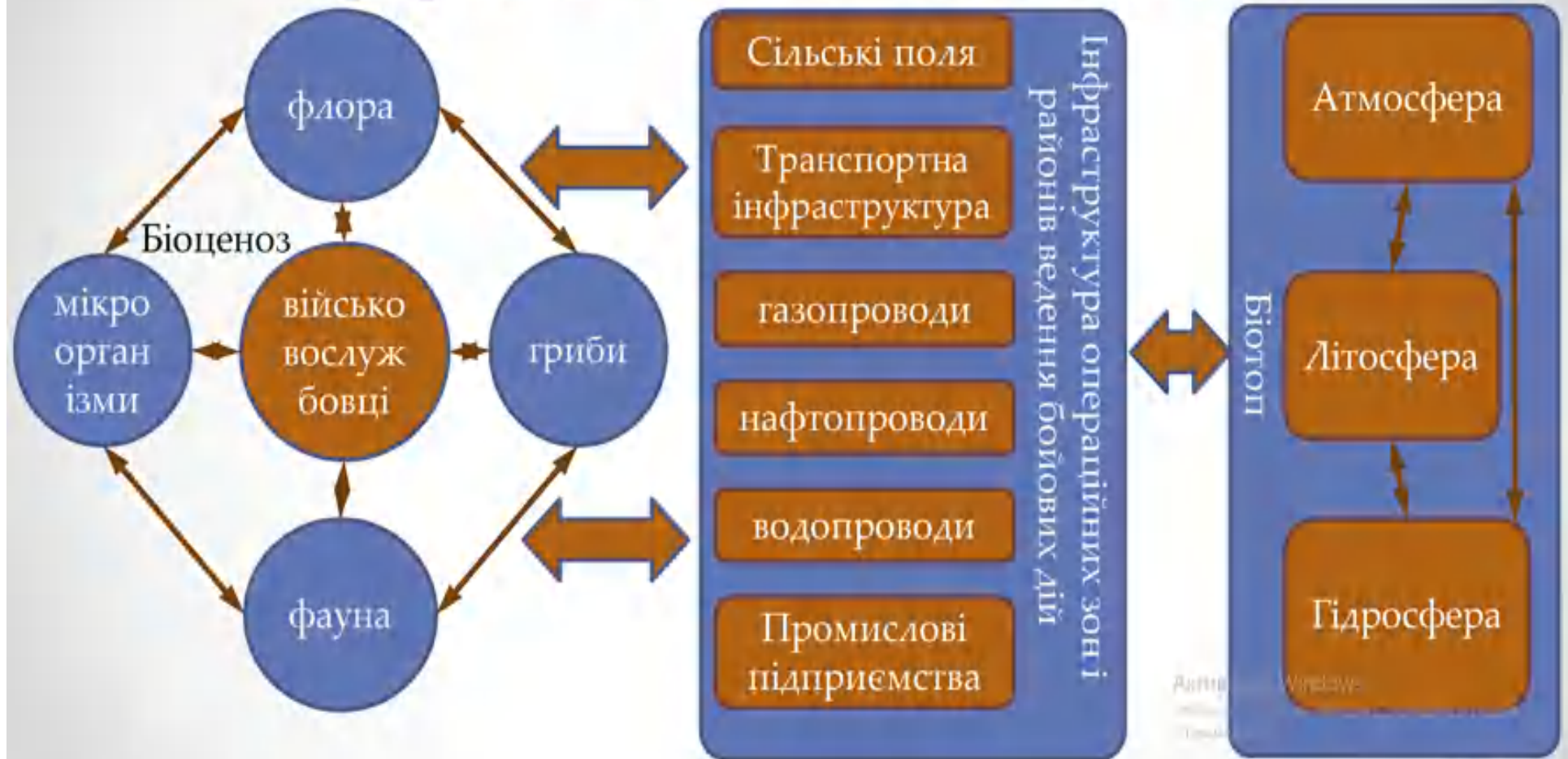
АВТОМАТИЧНО
ВІСЛОВИЛИСЬ
ПРИ
ПРИ

Класифікація джерел небезпеки воєнно-техногенного характеру

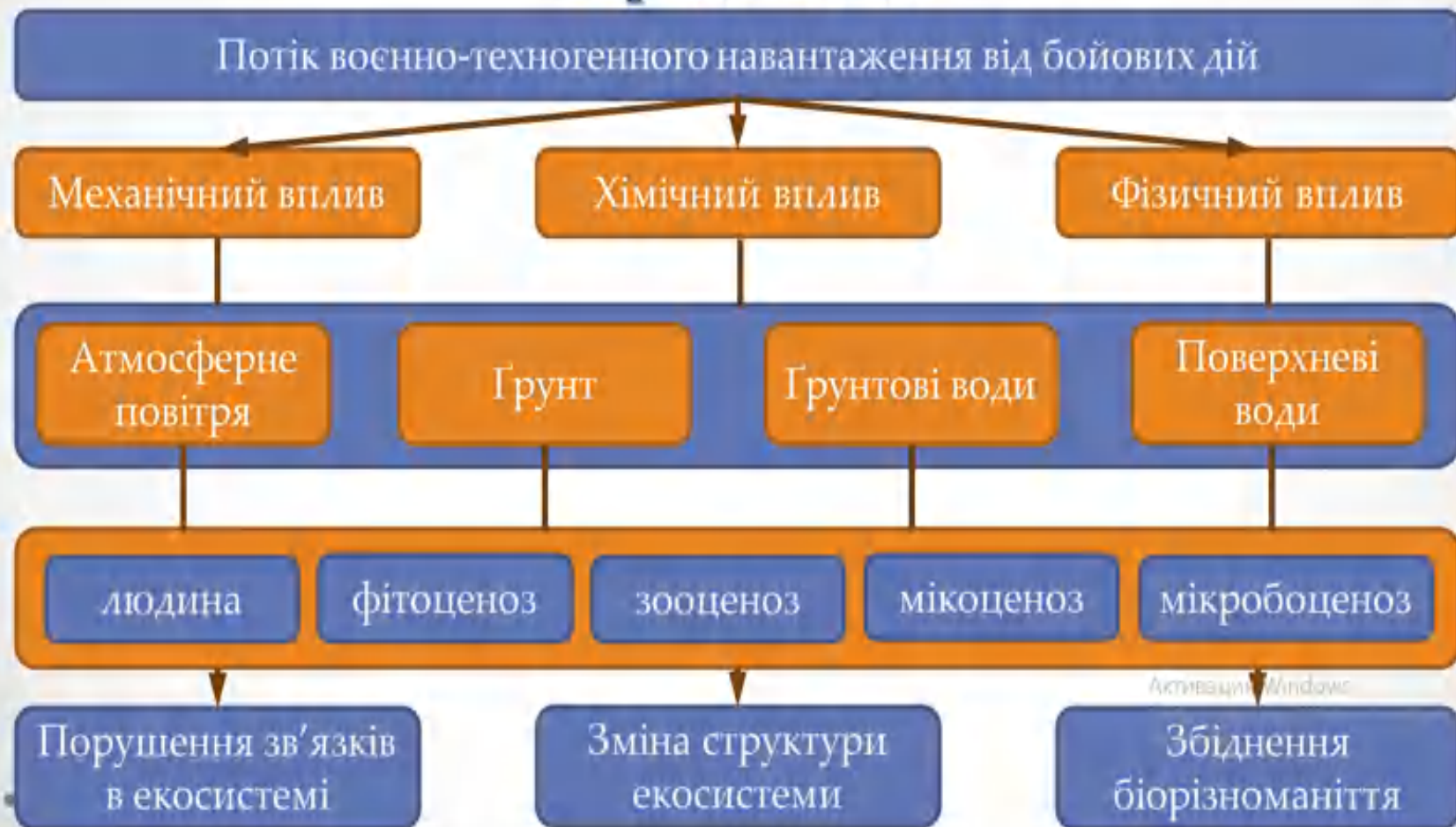
Джерела небезпеки виникнення надзвичайної ситуації внаслідок військового конфлікту



Взаємодія між складовими компонентами військової природно-техногенної геосистеми



Ієрархічна модель воєнно-техногенного навантаження від бойових дій на навколишнє середовище



Обсяги збитків спричинені війною у сільськогосподарському секторі України

\$, за категоріями



Російські війська обстрілюють поля у Запорізькій, Миколаївській, Дніпропетровській, Харківській та Херсонській областях. А близько 22% усієї української сільгоспземлі, за даними NASA Harvest, зараз окуповані росіянами.

До проблем замінувань та вирв від снарядів влітку додалося і знищення українського врожаю вогнем.

За даними національної поліції, вигоріли сотні гектарів пшениці, ячменю та інших зернових культур.

Активний Вікно

Моніторинг стану посівів за даними ДЗЗ

Для геоінформаційного моніторингу посівів сільськогосподарських культур використано один з найбільш поширених вегетаційних індексів - NDVI, запропонований ще у 1973р.:

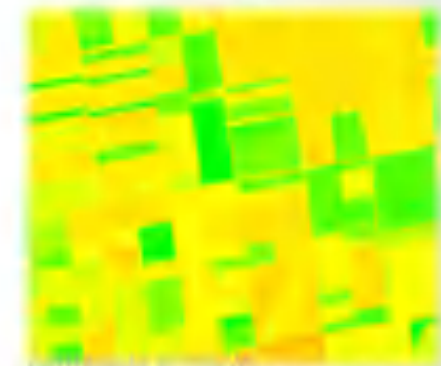
$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED),$$

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

Значення індексу варіюються в інтервалі від - 1 до 1. Чим вище розрахункове значення, тим більше фітомаса, що реєструється в межах пікселя.



Landsat 9, природні кольори



Landsat 9, NDVI

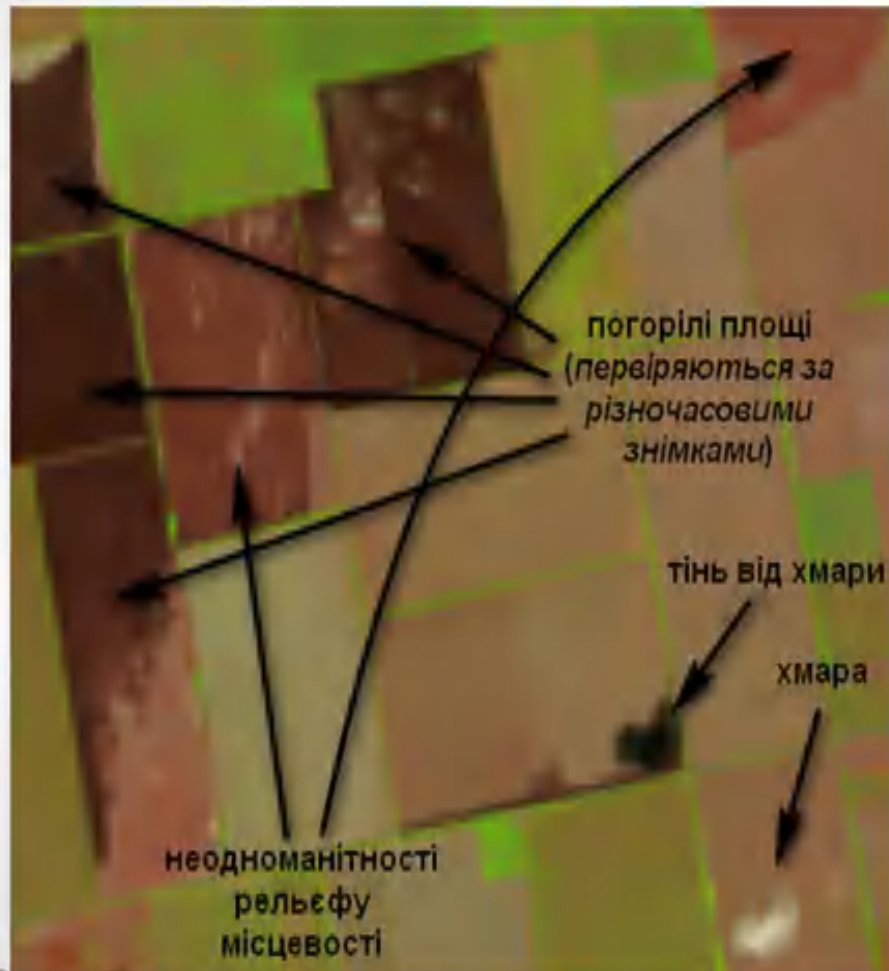
Аналіз впливу воєнних дій на с/г території за даними ДЗЗ

Характеристики даних ДЗЗ із відкритим режимом доступу дозволяють досліджувати вплив воєнних дій на сільськогосподарські території у контексті оцінки погорілих площ та пошуку місць розривів після влучання великих об'єктів (снаряди, ракети, літальні апарати). Пошкодження малокаліберними снарядами за безкоштовними знімками виявити практично неможливо, оскільки просторове розрізнення знімків складає 30м/піксель.



Херсонська область, околиці с.Покровське
(Landsat 9, 10.07.22, природні кольори)

Аналіз впливу воєнних дій на с/г території за даними ДЗЗ



Дешифрування погорілих площ за даними космічної зйомки має ряд особливостей, приклади застосування яких наведено на даному слайді.

Активация Windows

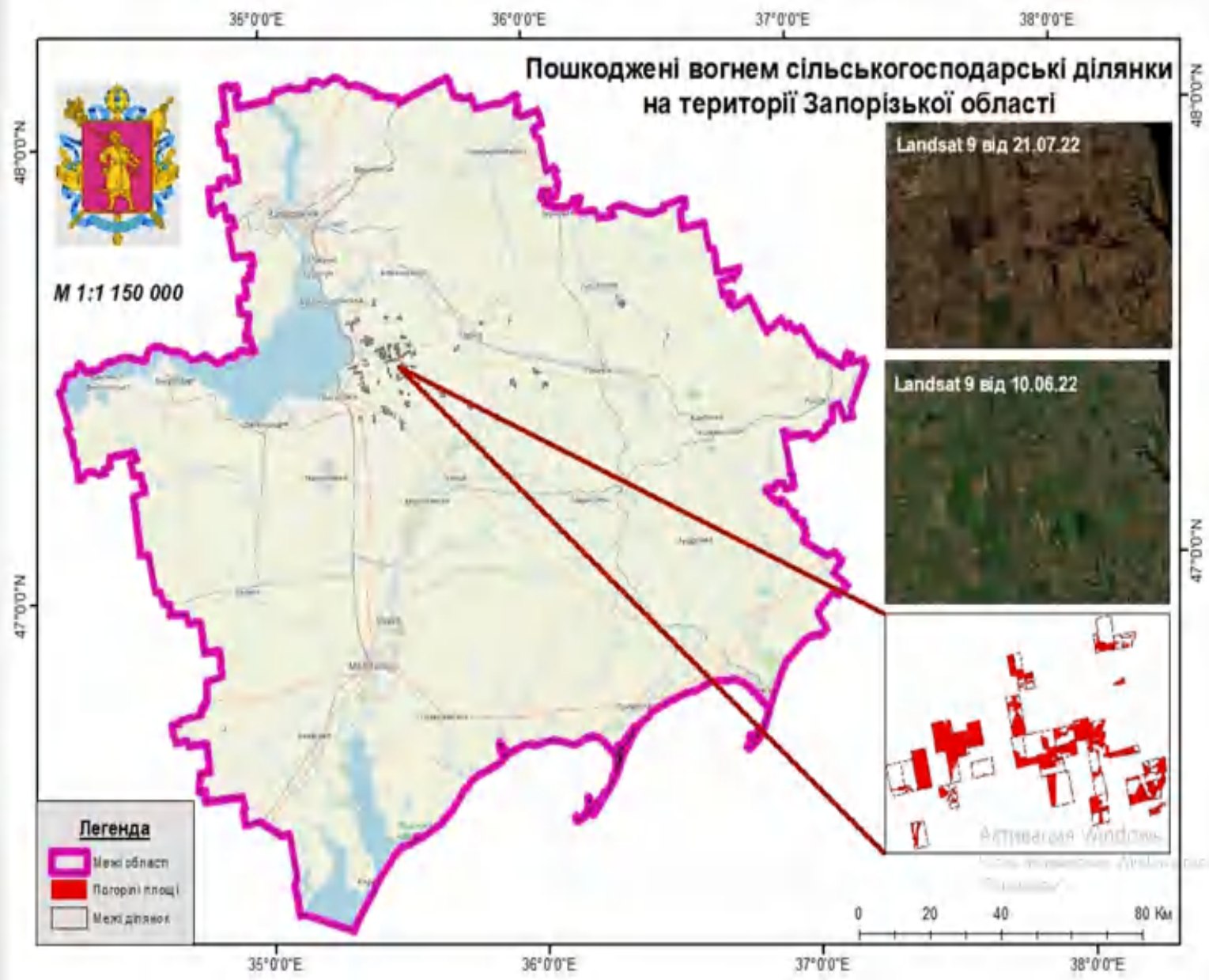
Идите в Параметры Windows

Чтобы активировать Windows

Аналіз впливу воєнних дій на с/г території за даними ДЗЗ

Аналіз доступних у достатній якості знімків дозволив дослідити погорілі площі на території Запорізької області.

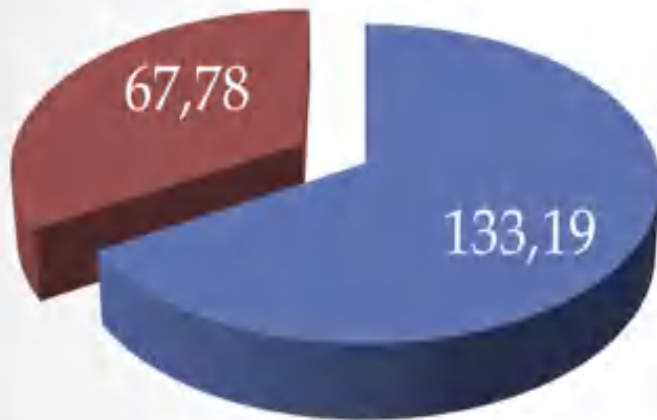




Обчислення погорілих площ

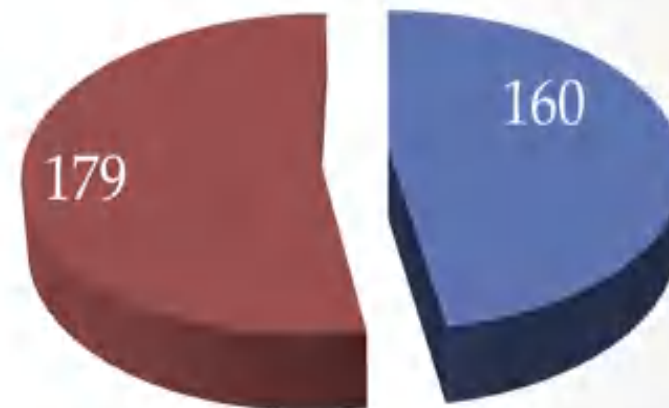
В результаті проведення векторизації та обчислення кількості та площі ареалів було отримано наступні статистичні показники:

Площа (км. кв.)



- Контури погорілих ділянок
- Погорілі території цих ділянок

Кількість



- Контури погорілих ділянок
- Пожежі

Основні результати роботи

- в умовах збройного конфлікту на території України утворилася неврівноважена військова природно-техногенна геосистема, яка характеризується руйнуванням і забрудненням ґрунтів, погіршенням біорізноманіття, руйнуванням потенційно небезпечних об'єктів внаслідок пожеж та активних бойових дій;
- для аналізу втрат сільськогосподарського виробництва внаслідок вигорання посівних площ доцільно використовувати дані аерокосмічної зйомки систем Landsat або Sentinel;
- для аналізу пошкоджень сільськогосподарських територій малокаліберними снарядами доцільно використовувати дані зйомки посівних площ із літаків або дронів;
- побудова геомоделі сільськогосподарських територій України дозволить здійснювати оперативний моніторинг та інвентаризацію стану посівних площ за певними категоріями ураження, що підвищить якість прийняття управлінських рішень що до поводження із цими територіями у наступному сезоні.