

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І
АРХІТЕКТУРИ**

Факультет геоінформаційних систем і управління територіями

(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра геоінформатики і фотограмметрії

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

бакалавра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Геоінформаційний моніторинг стану земель Миронівської територіальної
громади з використанням даних ДЗЗ»

Виконала: студентка 4 курсу, групи ГІСТ-41

напряму підготовки (спеціальності)

193 “Геодезія та землеустрій”

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Геращенко К.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник: Нестеренко О.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: Максимова Ю.С.

(прізвище та ініціали)

Київ - 2022р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Інститут, факультет Геоінформаційних систем і управління територіями

Кафедра Геоінформатики і фотограмметрії

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Напрямок підготовки 193 “Геодезія та землеустрій”

(шифр і назва)

Спеціальність 7.08010105 “Геоінформаційні системи і технології”

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ проф., д.т.н. Карпінський Ю. О.

“**” **** 2022 року

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Геращенко Крістіна Ігорівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи): Геоінформаційний моніторинг стану земель

Миронівської територіальної громади з використанням даних ДЗЗ

керівник проекту (роботи) доц., к. г. н. Нестеренко Олена Вікторівна

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “27” квітня 2022 року

№287/2

2. Строк подання студентом проекту (роботи) “15” червня 2022 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) космічні знімки супутника SENTINEL 2 за 2018, 2019, 2020, 2021 та 2022 роки.

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

ВСТУП

**РОЗДІЛ 1. ЗЕМЛІ МИРОНІВСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ
ЯК ОБ’ЄКТ МОНІТОРИНГУ**

- 1.1 Моніторинг стану земель в Україні
- 1.2 Нормативно-правові забезпечення в сфері моніторингу стану земель
- 1.3 Фізико-географічні характеристики Миронівської територіальної громади

- 1.4 Огляд реалізованих проєктів з використанням ГІС технологій та ДЗЗ

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ МЕТОДІВ І ДЗЗ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ЗЕМЕЛЬ МИРОНІВСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ

- 2.1 Структурно-функціональна модель системи геоінформаційного моніторингу земель
- 2.2 Розроблення концептуальної моделі системи геоінформаційного моніторингу
- 2.3 Узагальнена технологічна схема геоінформаційного моніторингу стану земель

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН СТАНУ ЗЕМЕЛЬ МИРОНІВСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ ЗА ДАНИМИ ДЗЗ

- 3.1 Характеристика вихідних матеріалів ДЗЗ для території Миронівської територіальної громади
- 3.2 Методи дослідження зміни стану земель Миронівської територіальної громади за космічними знімками Sentinel-2
- 3.3 Моніторинг стану земель Миронівської територіальної громади

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

ДОДАТКИ

- 6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 21/03/2022

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
	Вступ	01.04.2022	
1.1	Моніторинг стану земель в Україні	04.04.2022	
1.2	Нормативно-правові забезпечення в сфері моніторингу стану земель	08.04.2022	
1.3	Фізико-географічні характеристики Миронівської територіальної громади	12.04.2022	
1.4	Огляд реалізованих проектів з використанням ГІС технологій та ДЗЗ	16.04.2022	
2.1	Структурно-функціональна модель системи геоінформаційного моніторингу земель	18.04.2022	
2.2	Розроблення концептуальної моделі системи геоінформаційного моніторингу	23.04.2022	
2.3	Узагальнена технологічна схема геоінформаційного моніторингу стану земель	05.05.2022	
3.1	Характеристика вихідних матеріалів ДЗЗ для території Миронівської територіальної громади	10.05.2022	
3.2	Методи дослідження зміни стану земель Миронівської територіальної громади за космічними знімками Sentinel-2	21.05.2022	
3.3	Моніторинг стану земель Миронівської територіальної громади	30.05.2022	

	Висновки	06.06.2022	
4	Розробка графічного матеріалу	15.06.2022	
5	Оформлення пояснювальної записки	15.06.2022	
6	Подача проекту на попередній захист та рецензування	15.06.2022	

Студент

(підпис)

Геращенко К.І.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Нестеренко О.В.
(прізвище та ініціали)

3MICT

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1 ЗЕМЛІ МИРОНІВСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ ЯК ОБ'ЄКТ МОНІТОРИНГУ	11
1.1 Моніторинг стану земель в Україні	12
1.2 Нормативно-правові забезпечення у сфері моніторингу стану земель ..	16
1.3 Фізико-географічні характеристики Миронівської територіальної громади	18
1.4 Огляд реалізованих проектів з використанням ГІС технологій та ДЗЗ ..	22
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ МЕТОДІВ І ДЗЗ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ЗЕМЕЛЬ МИРОНІВСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ	25
2.1 Структурно-функціональна модель системи геоінформаційного моніторингу земель	26
2.2 Розроблення концептуальної моделі системи геоінформаційного моніторингу	30
2.3 Узагальнена технологічна схема геоінформаційного моніторингу стану земель	32
РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН СТАНУ ЗЕМЕЛЬ МИРОНІВСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ ЗА ДАНИМИ ДЗЗ	40
3.1 Характеристика вихідних матеріалів ДЗЗ для території Миронівської територіальної громади	41
3.2 Методи дослідження зміни стану земель Миронівської територіальної громади за космічними знімками Sentinel-2A	43

3.3 Моніторинг стану земель Миронівської територіальної громади.....	50
ВИСНОВКИ	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	56
ДОДАТКИ	60
Додаток А	61
Додаток Б.....	63
Додаток В	65
Додаток В.1.....	66
Додаток В.2.....	67
Додаток В.3.....	68
Додаток В.4.....	69
Додаток Г	70

ВСТУП

Актуальність теми. Моніторинг земель належить до найважливіших видів моніторингу навколишнього природного середовища. Актуальність геоінформаційного моніторингу стану земель обумовлено сучасною потребою та рядом питань сучасного використання земельних ресурсів.

На сьогоднішній день сільське господарство в Україні є однією з ключових областей, де методика дистанційного зондування землі може бути ефективно задіяна для вирішення широкого спектру завдань[1]. Основним завданням моніторингу земель є періодичний контроль динаміки основних ґрунтових процесів у природних умовах і при антропогенних навантаженнях, прогноз еколого-економічних наслідків деградації земельних ділянок з метою запобігання або усунення дії негативних процесів.

Актуальність моніторингу земель обумовлена тим, що рівень екологічно допустимого на землю у ряді регіонів країни перевищено, існує реальна загроза повного виснаження та забруднення земель. Серйозну небезпеку становлять ерозія ґрунтів, засолення земель, масове підтоплення земель, техногенне забруднення земель, виснаження родючого шару, опустелювання земель, заболочування та перезволоження земель, деградація пасовищ та сінокосів[2]. Систематичний контроль цих процесів дає змогу вчасно вживати певні дії задля покращення стану земель. Застосування сучасних геоінформаційних методів та даних дистанційного зондування землі сприятиме ефективнішому вирішенню таких питань.

Мета роботи: створення порівняльної карти деградації земель Миронівської територіальної громади з моменту її утворення і до сучасності.

Завданням цієї роботи проведення аналізу змін земель сільського господарства за допомогою розрахунку вегетаційного індексу.

Вихідними даними для роботи є знімки супутника Sentinel-2.

**РОЗДІЛ 1 ЗЕМЛІ МИРОНІВСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ ЯК
ОБ'ЄКТ МОНИТОРИНГУ**

1.1 Моніторинг стану земель в Україні

Законодавством України введено поняття моніторинг ґрунтів земель сільськогосподарського призначення, який є складовою частиною державної системи моніторингу довкілля і являє собою систему спостережень, збирання, оброблення, передавання, збереження та аналізу інформації про зміни показників якісного стану ґрунтів, їх родючості, розроблення науково обґрунтованих рекомендацій щодо прийняття рішень про відвернення та ліквідацію наслідків негативних процесів. Моніторинг стану землі передбачає повторні спостереження за станом ґрунту та рослинним покривом, її різноманітністю, щоб зрозуміти зміни з плином часу.

Екологічному моніторингу притаманний ряд ознак, що дозволяє розглядати його, по-перше, як сукупність дій спеціально уповноважених суб'єктів у сфері організації екологічного моніторингу, узагальнення його результатів, що реалізується в еколого-управлінських відносинах. По-друге, екологічний моніторинг, як певний вид досліджень, є діяльністю прикладного еколого-інформаційного та прогностичного характеру з використанням спеціальних знань, що реалізуються в спеціальних еколого-моніторингових відносинах. По-третє, це відповідна процедура організаційно-правового характеру, в якій реалізується спеціальна правосуб'єктність уповноважених на його здійснення осіб [3, с. 65-66]. Таким чином, моніторинг земель слід вважати важливим елементом державної системи екологічного моніторингу.

Ведення моніторингу земель здійснюють центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин, за участю

центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища. Схема Земельного моніторингу України зображено на рис. 1.1.

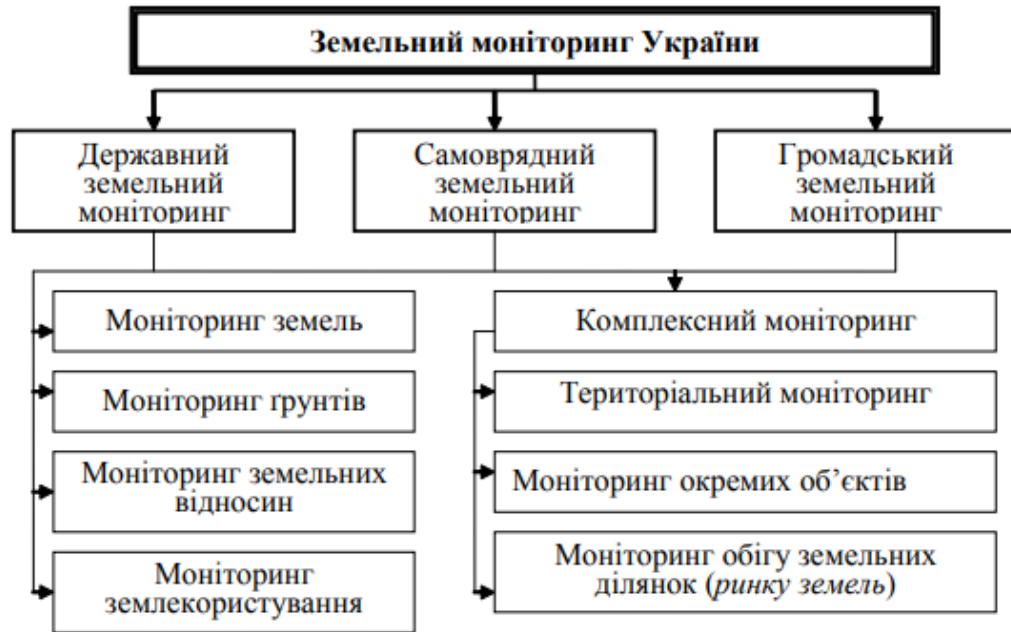


Рис. 1.1 Схема Земельного моніторингу України

Порядок проведення моніторингу земель затверджений законом і повинен виконуватись у наступному порядку:

- Обстеження земель та виконання спеціальних зйомок;
- Виявлення негативних факторів;
- Оцінка, прогноз та встановлення певних дій, що запобігають впливам негативних процесів.

Моніторинг земель в Україні здійснюється на трьох рівнях:

- Національний – проводиться на всіх землях в межах території України;

- Регіональний – на землях, що характеризуються фізико-географічними, екологічними та економічними умовами;
- Локальний – на виокремлених земельних ділянках, частинах землеволодінь та ландшафтів.

Для ведення моніторингу земель на національному рівні рішенням центральних органів виконавчої влади, що реалізують державну політику у сферах земельних відносин, охорони навколишнього природного середовища, на всій території України створюється мережа дослідних земельних ділянок та ділянок з еталонними ґрунтами з метою проведення на них необхідних спостережень, вимірювань та обстежень екологічного стану земель, зміни показників корисних властивостей ґрунтів під впливом господарської та інших видів діяльності.

Система дистанційного зондування наразі є найбільш ефективним інструментом у проведенні моніторингу землі. ДЗЗ надає найбільш актуальну та достовірну інформацію про ґрунтові та земельні ресурси. Досягнення в просторовій, спектральній і радіометричній роздільній здатності датчиків дистанційного зондування надають широку можливість користувачеві характеризувати ґрунтові та земельні ресурси. Параметри ґрунту та місцевості, отримані з дистанційного зондування, можуть бути використані як вторинні змінні для поліпшення інтерполяції існуючих даних про ґрунт та отримання цифрової карти ґрунту. Останні досягнення в області технологій ДЗЗ дають величезну можливість користувачам проводити моніторинг стану деградації земель, а також для оцінки потенціалу земельних ресурсів для з'ясування їх оптимального використання в забезпеченні продовольчої безпеки [4].

Хоч моніторинг земель в Україні за останні десятиліття швидко розвивається, проте він ще має ряд недоліків. В порівнянні з більшістю країнами Європи, Україна все ще не має сучасної інформаційної системи та моніторингових

мереж про стан природних ресурсів. Внаслідок цього не можливо створити єдину методику проведення спостережень.

1.2 Нормативно-правові забезпечення у сфері моніторингу стану земель

Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України «Положення про моніторинг земель» Моніторинг земель - система спостереження за станом земель з метою своєчасного виявлення змін, їх оцінки, відвернення та ліквідації наслідків негативних процесів. Об'єктом моніторингу є всі землі незалежно від форми власності на них. Складовою частиною моніторингу земель є моніторинг ґрунтів. Моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення проводиться Мінагрополітики відповідно до затвердженого ним положення [5].

Система моніторингу стану земельних ресурсів врегульована нормативно-правовими актами із Земельного Кодексу України.

Ведення моніторингу земель здійснюється центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин, центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища. Ведення моніторингу земель здійснює Держгеокадастр за участю Міндовкілля, Мінагрополітики, Національної академії аграрних наук та ДКА [6].

Нормативно-правове забезпечення базується на законах:

- Земельний кодекс України;
- ЗУ «Про охорону Земель»;
- ЗУ «Про охорону навколишнього природного середовища»;
- ЗУ «Про загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України 2000 – 2015 роки»;
- ЗУ «Про меліорацію земель»),

постановах і наказах:

- Положення про державний моніторинг навколишнього природного середовища;
- Указ «Про основні напрями земельної реформи в Україні 2001 – 2005 роки»;
- Постанова КМУ «Положенні про державний моніторинг навколишнього природного середовища»),

та нормативно-технічними документами:

- Класифікація видів цільового призначення земель;
- Класифікація видів економічної діяльності;
- Методика визначення розміру шкоди, заподіяної внаслідок самовільного зайняття земельних ділянок не за цільовим призначенням, зняття ґрунтового покриву без спеціального дозволу;
- Методики визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства.

1.3 Фізико-географічні характеристики Миронівської територіальної громади

Миронівська територіальна громада – колишній район Київської області (до 2018 року), що розташована у південно-східній частині Київської області на Придніпровській височині лісостепу із центром у місті Миронівка. Колишній районний центр Київської області. Район було утворено у 1923 році. Населення станом на 1 січня 2019 року становить 33 564 осіб. Площа складає 904 км².

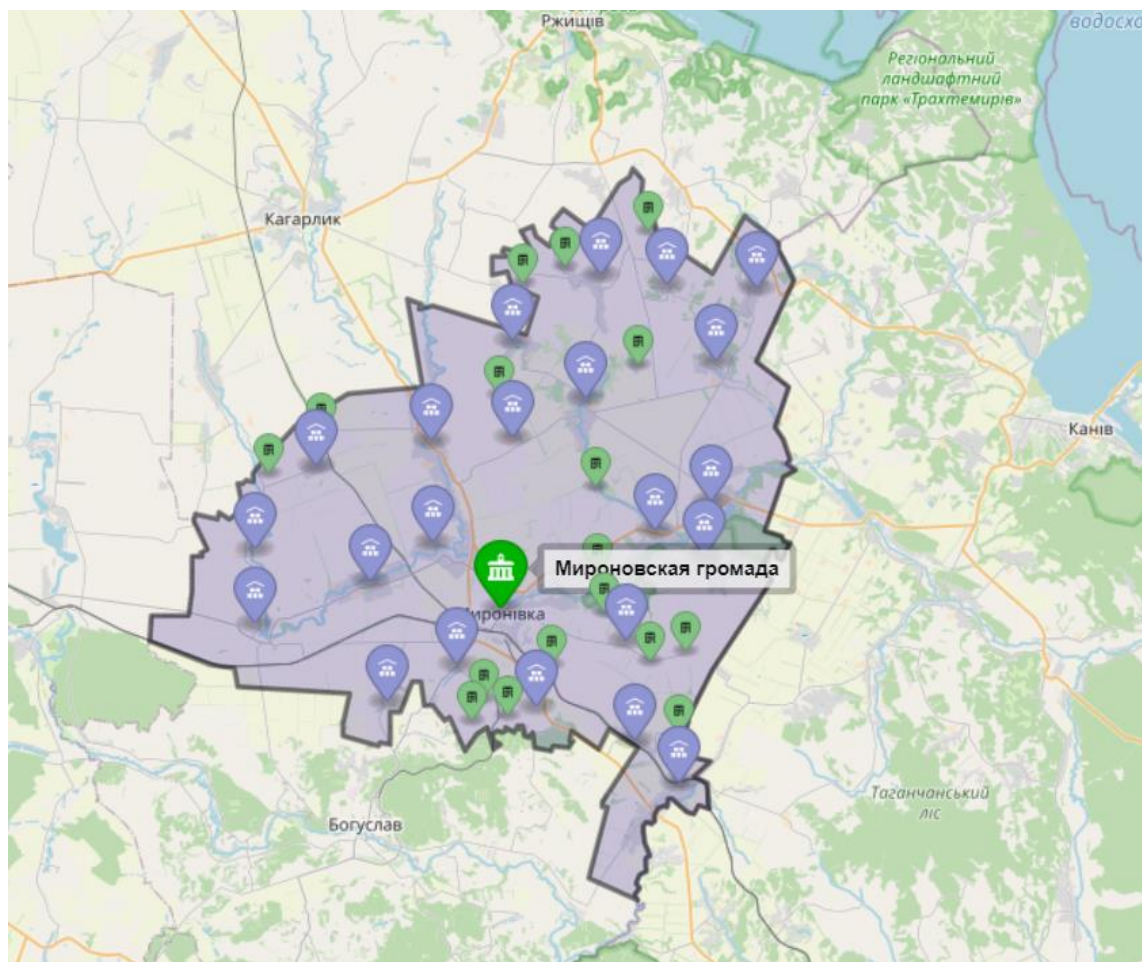


Рис. 1.2 Миронівський район [7]

Район межує на півночі з Бориспільським районом (за акваторією Канівського водосховища), на північному заході – з Кагарлицьким районом, на півдні – з Богуславським, на заході – з Рокитнянським районами Київської області, а на сході – з Канівським районом Черкаської області. Район розташований в межах Центрально-лісостепової підвищеної агрогрунтової провінції. 17 липня 2020 року в результаті адміністративно-територіальної реформи район ввійшов до складу Обухівського району. Всього в районі налічується 46 населених пунктів, серед яких 1 місто районного значення та 45 сіл. Адміністративно-територіально район поділено на 1 міську раду і 23 сільських рад. Адміністративний центр знаходиться в місті Миронівка, з якого відстань до Києва становить 106км.

На території громади є кварцові піски, торф, глини та граніти, а також радонові джерела. Ґрунти в більшості чорноземи, типові мало гумусні та слабо гумусні на лесових породах (80%), чорноземи опідзолені і темно-сірі опідзолені ґрунти на лесових породах (10%), темно-сірі опідзолені ґрунти на лесових породах (7%), лучні та лучні солонцюваті ґрунти на делювіальних відкладах (3%) [8]. Земельний фонд становить 90,4 тис. га, а також 72,3 тис. га - сільськогосподарські угіддя. Орна земля складає 62,6 тис. га. Багаторічні насадження 913 га, в тому числі сади - 710 га, пасовиська - 7152 га, сінокоси – 1687,7 га. Із загальної площі угідь 1600 га - зрошувальні землі. Розорюваність складає від 68 до 70%.

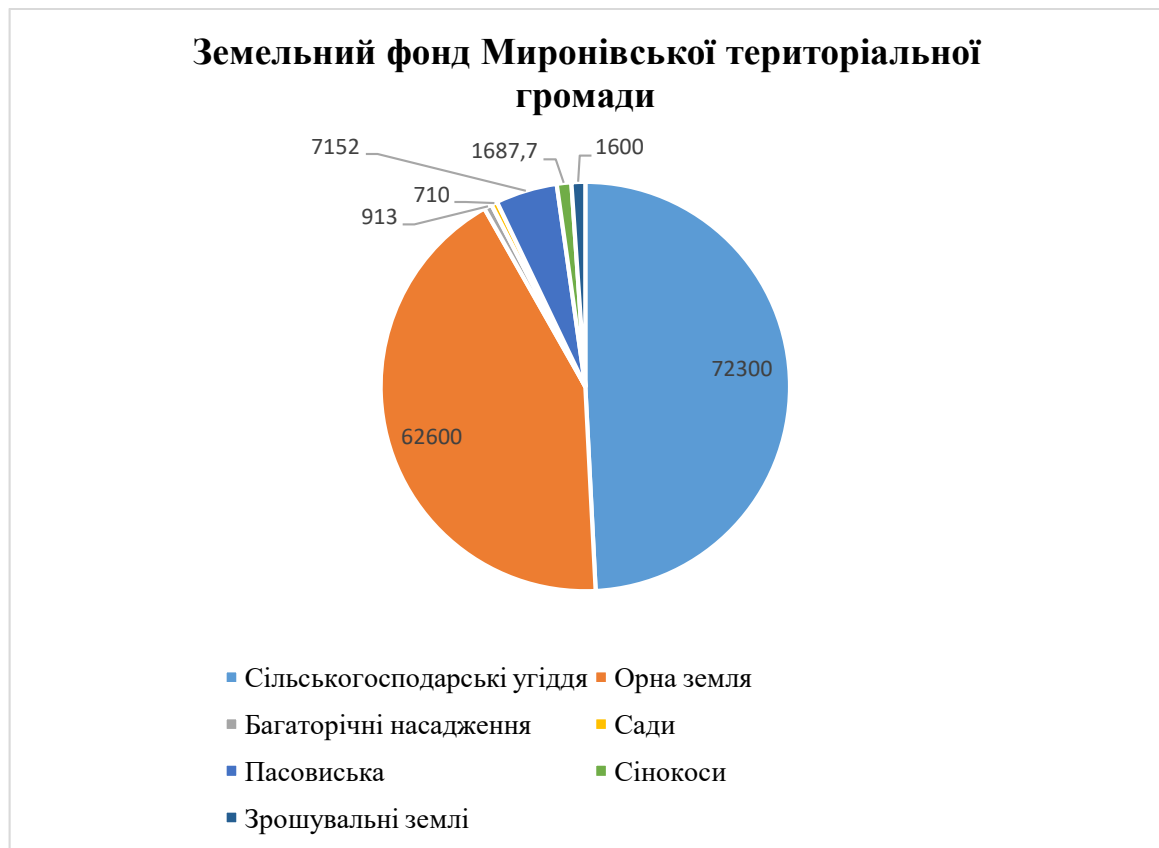


Рис. 1.3 Земельний фонд Миронівської територіальної громади

На території розташований Миронівський науково-дослідний інститут насінництва і селекції пшениці, Маслівський аграрний коледж, а також 23 колгоспи та радгосп [9]. На території громади наразі працює 10 промислових підприємств, на яких випускають запасні частини до вантажних автомобілів, автобусів, будівельні вироби та продукти харчування. 7 підприємств є переробниками сільськогосподарської продукції: ВАТ Миронівський завод по виготовленню круп і комбікормів, Миронівський м'ясопереробний завод «Легко» крупозавод, завод по виготовленню сухого знежиреного молока ВАТ «Соммас», ВАТ Миронівське Хлібоприймальне Підприємство, ВАТ «Кристал-М» (виготовлення цукру), спільне підприємство «Київ-Атлантик», ВАТ Миронівський «Автоагрегатний завод». Усього кількість працюючих по галузях господарчого комплексу Миронівської територіальної громади становить: в сільськогосподарському секторі – 1747 осіб,

промисловість – 2160 осіб, в будівництві – 331 особа, торгівля та сфера послуг – 660 осіб, органи влади, охорона здоров'я, освіта та культура – 2777 осіб, транспорт, пошта та зв'язок – 258 осіб, та фінансова діяльність – 59 осіб. Від 90-х років і до сьогодні в районі зареєстровано 74 підприємства недержавного сектора, 28 акціонерних товариств, 85 приватних підприємств, 50 кооперативів, 109 товариств з обмеженою відповідальністю. Основною сферою діяльності цих підприємств є торгово-посередницька діяльність [10].

На території проходить Південно-Західна залізниця та автомагістраль Київ - Дніпропетровськ.

Найбільшою річкою є Рось, також протікають річки Бутеня, Росава, Шевелуха, Сухий Кагарлик, Казарка, та Синявка – притока річки Росава. Відмітки висот над рівнем Балтійського моря 128м. Середньорічна температура повітря становить 8,5 °С тепла. Середня максимальна температура сягає 12,9°С, а середня мінімальна – 4,1°С. Середньомісячна кількість опадів складає близько 500 мм. Клімат помірно-континентальний та м'який, з тривалим літом та нестійкими морозами взимку і весною, та теплою осінню, що сприяє успішному веденню сільського господарства. На території громади переважають північно-західні та західні вітри, влітку ж віють південні та східні вітри, що в свою чергу приносить опади [11].

Висновок: Вибір території Миронівського територіальної громади, як об'єкт моніторингу земель обумовлено різноманітністю земельних ресурсів та форм даної території, що сприяє різноманітному використанню земель.

1.4 Огляд реалізованих проектів з використанням ГІС технологій та ДЗЗ

Геоінформаційні системи (ГІС) набули широкої уваги та використання в останні роки. Технологія може надати багато переваг організаціям, групам, та особам, які ним користуються. Однак ефективність технології залежить від того як це реалізовано. Більшість успішних ГІС впроваджуються відповідно до структурованого процесу, який гарантує, що кінцевий продукт відповідатиме потребам користувачів [12].

Географічна інформаційна система (ГІС) – це система, що забезпечує збирання, зберігання, опрацювання, доступ, відображення і поширення просторово координованих даних. Інформацію у середовищі ГІС подають у вигляді електронних карт, які налічують графічну складову (межі територій або місце розташування об'єктів) і пов'язану з ними атрибутивну інформацію (текстову, числову та аудіовізуальну). ГІС-технології останніми роками активно впроваджують у різні галузі господарства, у системи державного і корпоративного управління, в науку і освіту, адже близько 80 % інформації сучасного суспільства має географічну складову (координатне прив'язування до конкретної території або до її моделі – карти). Обсяг такої інформації з кожним роком збільшується, а вимоги до її опрацювання для обґрунтування ухвалення управлінських рішень стають щораз жорсткішими. Сьогодні ефективний і оперативний аналіз такої інформації зараз вже неможливий без використання сучасних досягнень геоінформаційних технологій [13].

Значну частину території України займають землі сільськогосподарського призначення. Для спостереження за станом та моніторингом земель впроваджують системи із застосуванням ГІС.

В Україні для вирішення зазначених задач існує сервіс Агрокарта України. Вона є лідируючим сервісом в аграрній галузі. Агрокарта створена задля зростання ефективності економіки сільського господарства. Карту зображено на Рис. 1.4



Рис. 1.4 Агрокарта посівних площ. Буряк столовий 2016 рік [14]

Карту розділено по областям України і показано кількість посівів, які 100% відповідають реальним даним. Сервіс дозволяє отримувати інформацію по основним посівним культурам починаючи з 2008 року.

ГІС сервіси в галузі Аграрної тематики широко застосовуються по всьому світу. Одним із таких програмних забезпечень є «AGRO MAP» з додатком «AGRO NET». AGRO MAP є інтерактивною інформаційною веб-системою, яка містить статистичні дані про основні посівні культури. Вона була створена проведення аналізу, зв'язаного з деградацією земель, дослідження сільськогосподарських систем, балансом поживних речовин і в результаті змін клімату. Наразі сервіс

містить в основному табличні дані, зображені у вигляді карти по культурам. Дані отримуються із опублікованих звітів національних сільськогосподарських переписів, як правило які проводяться кожні 5-10 років.

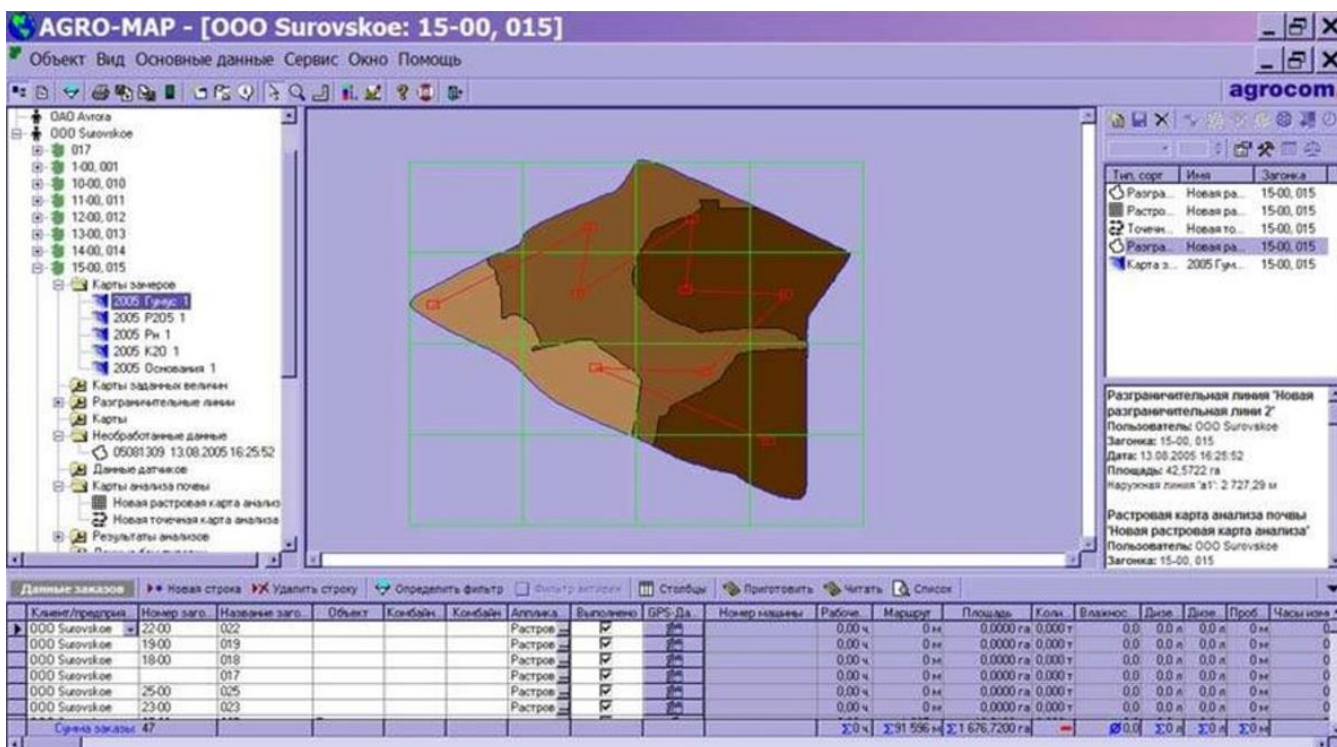


Рис. 1.5 Интерфейс программы Agro-Map

До можливостей програми AGRO MAP входить редагування відображення, створювати карти врожаю та вести статистику посівних площ в різних регіонах.

Висновок: Сервіси, що були розглянуті у даному розділі, призначені для збору і опрацювання даних сільськогосподарських угідь, оцінити та порівняти якість ґрунтів для посівних культур.

**РОЗДІЛ 2 МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ЗАСТОСУВАННЯ
ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ МЕТОДІВ І ДЗЗ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ
МОНІТОРИНГУ СТАНУ ЗЕМЕЛЬ МИРОНІВСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ
ГРОМАДИ**

2.1 Структурно-функціональна модель системи геоінформаційного моніторингу земель

Земні ресурси є одним із найважливіших ресурсів та є цінним активом, який забезпечує життєвий простір для людей. На сьогоднішній день сучасний стан земель постійно змінюється. Це обумовлено низкою факторів, серед яких є як екологічні (ерозія та деградація ґрунтів) і штучні процеси (урбанізація земель) так і динамічні зміни чисельності населення. Антропогенна діяльність і швидка індустріалізація завдають значний тиск на земні ресурси, що в кінцевому результаті шкодить природній екосистемі. Стале управління земними ресурсами вимагає надійної, точної та своєчасної інформації в різних масштабах спостережень.

Геоінформаційний моніторинг – це технологія та система ведення моніторингу, яка дозволяє забезпечувати середовище для розробки і ведення баз даних, створювати картографічні зображення, розв’язувати складні задачі просторового аналізу завдяки програмним засобам ГІС.

Геоінформаційні технології є ефективним інструментом отримання інформації, необхідної для моніторингу, охорони навколишнього середовища та розширення питань, пов’язаних з сталим розвитком і управлінням. Він пропонує впливовий та ефективний інструмент для створення карт, моніторингу, моделювання і управління земними надрами. Багато науковців повідомляють про свої відкриття і оперативне застосування, маючих пряме відношення до управління земельними ресурсами, з запуском супутників для отримання зображень в 1970-х роках. Тим не менш, повідомляється про невелику кількість досліджень, направлених на розуміння основних наукових і дослідницьких основ, оскільки існують більш серйозні проблеми зростання потенціалу для використання

геоінформаційних технологій в сталому розвитку. Існує також фундаментальний розрив між теоретичними концепціями і оперативним використанням цих передових інструментів. Цю проблему можна вирішити, надавши науковому і дослідницькому товариству широкий спектр додатків цієї технології в області геопросторових технологій і суміжних тем [15].

Основною особливістю ГІС як інструменту проведення моніторингових завдань є особливість інформації, що зберігається в її базах даних, яка характеризується складним поєднанням картографічних, текстових і числових даних, просторова прив'язка яких визначає спеціальні способи реалізації, як загальні і аналітичні та моніторингові функції ГІС, включаючи функції просторового аналізу, вибору оптимального варіанту управлінських рішень та інше [16]. ГІС моніторингу земель направлена на збір інформації про функціонування земель, проведення систематичних повторних спостережень, метою яких є виявлення динаміки змін землекористування.

Для виконання порівняльного аналізу з використанням ГІС моніторингу необхідно мати космічні знімки тих років порівняння яких виконується, а також ґрунтові карти обраної території. Порівняльний аналіз дозволяє оцінювати придатність та можливості, оцінювати та прогнозувати, інтерпретувати та розуміти та багато іншого, відкриваючи нові перспективи розуміння та прийняття рішень.

Застосування ГІС при моніторингу земель має такі перспективні напрямки застосування:

- Збір та зберігання інформації про поточний та попередній стан геосистем в картографічній, числовій, текстовій та візуальній формах, наявність розвиненої системи просторових баз даних, що відображає основні характеристики та процеси розвитку геосистем;

- Рішення широкого кола аналітичних задач на основі можливостей алгоритмізації процесу вирішення та розробки спеціалізованого програмного забезпечення. До таких завдань, перш за все, належать завдання аналізу та моніторингу стану геосистем, прогнозування та вивчення їх розвитку;
- Проблеми зонування та географічної класифікації/групування за заданими показниками;
- Аналіз варіантів стратегічних рішень щодо розвитку територій та вибір оптимального за критеріями ефективності;
- Оцінка можливих наслідків антропогенного впливу на природне середовище.

Також ГІС системи при моніторингу земель сільськогосподарського призначення повинні в себе включати :

- Обробка даних дистанційного зондування;
- Впровадження сучасних методів фотограмметрії та картографії, аналізу даних ДЗЗ;
- Ведення спеціалізованих баз даних за результатами ДЗЗ;
- Порівняння даних;
- Візуалізація даних.

Функціональну модель ГІС моніторингу земель показано на Рис.2.1.

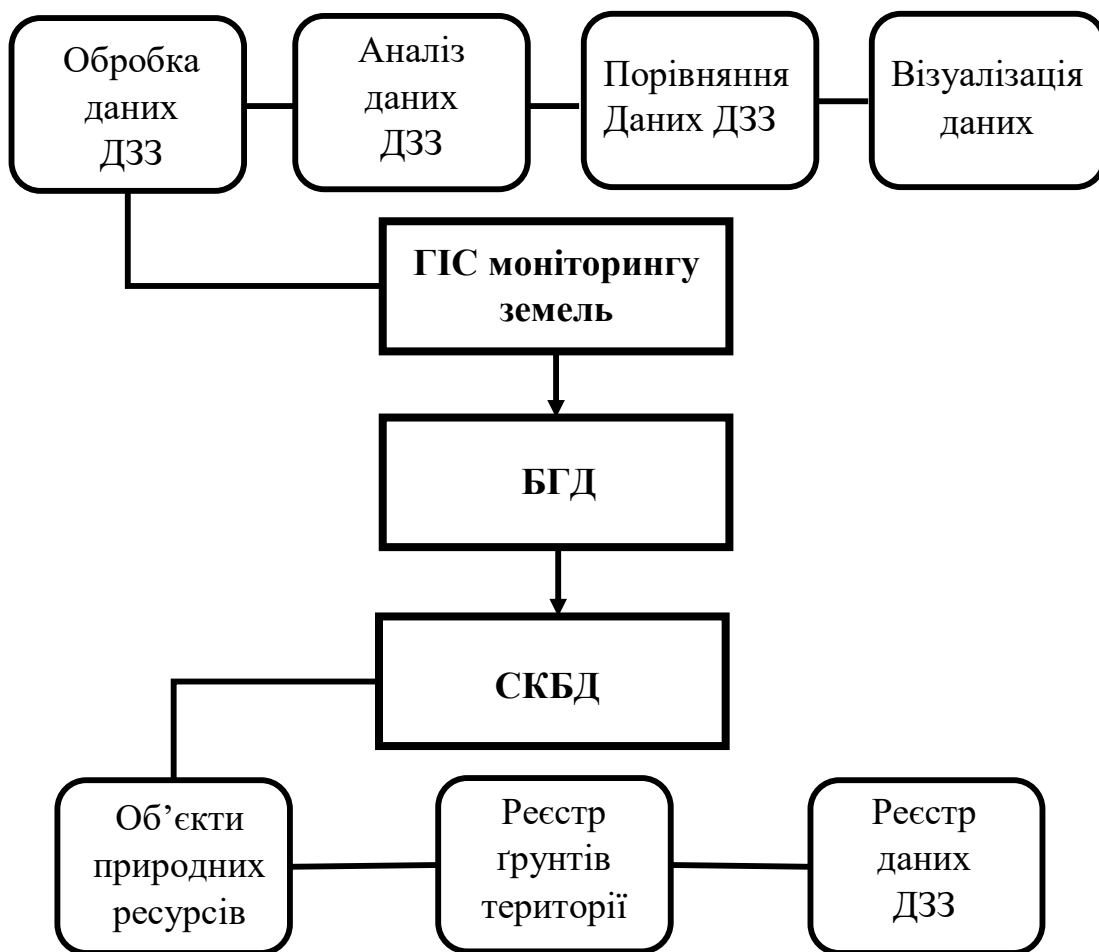


Рис.2.1 Функціональну модель ГІС моніторингу земель

Структурно ГІС являє собою комбінацію ієрархічно організованої картографічної або топологічної бази зі складною системою, яка містить систематизовані і прив'язані до відповідних точок на картографічних зображеннях різноманітні цифрові дані про стан сільськогосподарських угідь [17].

2.2 Розроблення концептуальної моделі системи геоінформаційного моніторингу

Концептуальна модель є, по суті, схемою представлення просторових даних та пов'язаних з ними процесів для розв'язання поставленого завдання. Реалізація концептуальної моделі на комп'ютері описується фізичною моделлю, яка містить інформацію про використовувану просторову модель даних, їх структуру та схему аналізу.

Для створення концептуальної моделі потрібно чітко визначити її елементи - об'єкти, їх стан та взаємні відносини, а потім скласти блок-схему, що ілюструє етапи вирішення задачі та існуючі вимоги, включаючи вимоги до вихідних та результуючих даних [18].

Дана модель відображує головні моменти, що повинні бути основою майбутньої моделі, відповідно до мети дослідження. Вона визначає склад вхідних параметрів та обмежень, що вводяться в імітаційну модель [19].

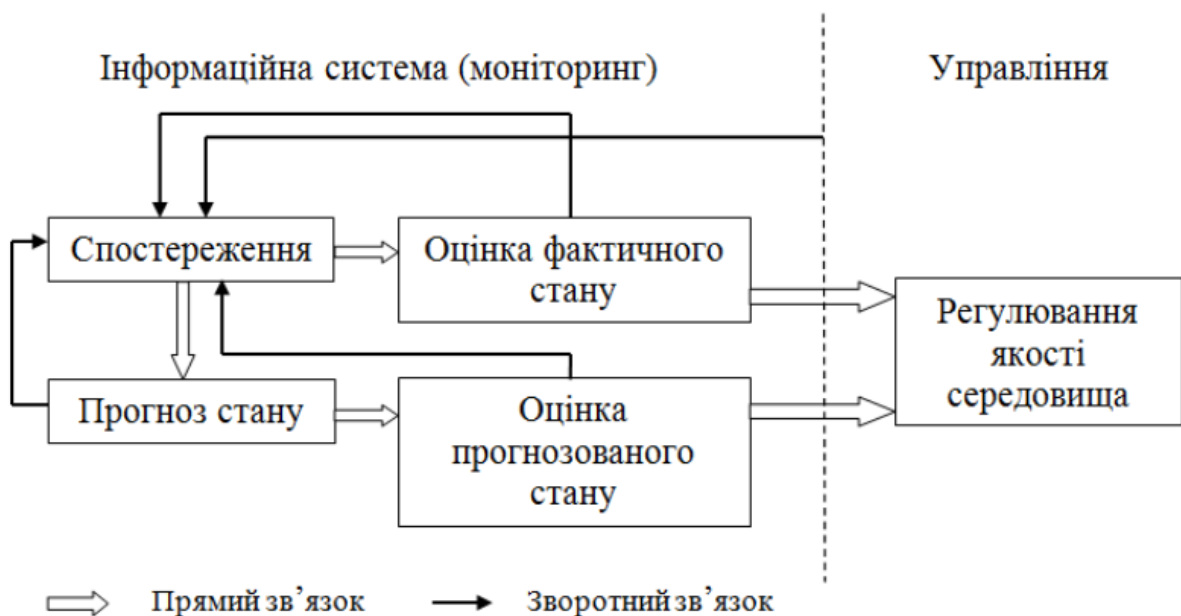


Рис.2.2 Концептуальна модель системи ГІС моніторингу земель [19]

Розроблення концептуальної моделі є першим рівнем при проектуванні баз геоінформаційних систем, так як вона дозволяє описати структуру системи, логіку програми, характер і взаємозв'язок між ними, а також загальну архітектуру системи. Впровадження концептуальної моделі ГІС підвищить гарантію того, що потреби всіх осіб пов'язаних з сільським господарством, будуть задоволені. Саме це робить доцільним розробку ГІС для стратегічного планування сільського господарства, яке полягає у складанні прогнозів для різноманітних методів землекористування [20].

2.3 Узагальнена технологічна схема геоінформаційного моніторингу стану земель

Виконання даного геоінформаційного моніторингу земель виконується послідовними етапами згідно технологічної моделі, яку зображено на Рис.2.2

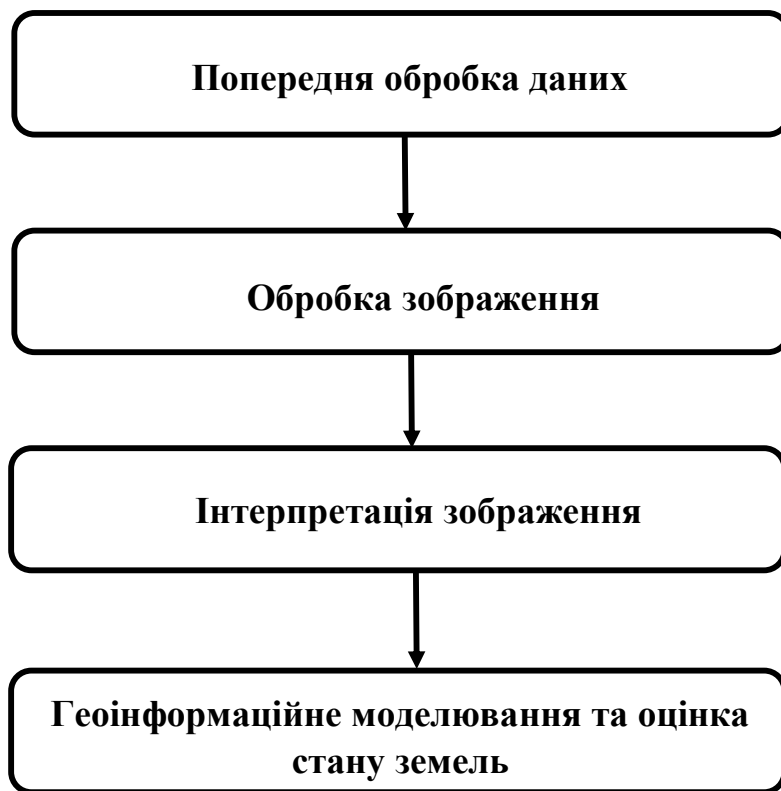


Рис.2.2 Технологічна модель геоінформаційного моніторингу

Попередня обробка даних - компонент підготовки даних, описує будь-який тип обробки необроблених даних для підготовки їх до іншої процедури, яка має бути виконана до обробки ДЗЗ [21]. Попередня обробка включає в себе збирання супутникових даних і додаткові матеріали, а також складання баз даних ДЗЗ.

«Сирі» знімки, отримані за допомогою дистанційного зондування, містять недоліки, які не дозволяють в подальшому робити дослідження. Тому доцільним є

попереднє оброблення, що дозволяє створити більш достовірне зображення за допомогою:

- Геометричної корекції;
- Радіометричної корекції;
- Атмосферної корекції [22].

Дистанційне зондування відноситься до різних спостережень та досліджень навколишнього середовища за участю людей та фотоелектронних пристроїв, що переносяться супутниками, космічними кораблями (включаючи космічні човники), літаками, навколокосмічними апаратами та різними наземними платформами. Штучні супутники, оснащені датчиками захоплення зображень земної поверхні, називаються супутниками дистанційного зондування. Супутники можуть послідовно спостерігати за всією земною кулею або заданою її частиною протягом певного періоду часу. Супутники та літаки збирають більшу частину базових картографічних даних та зображень, що використовуються в дистанційному зондуванні, а датчики, що зазвичай розгортаються на цих платформах, включають плівкові та цифрові камери, системи виявлення світла та дальності (LiDAR), системи радарів із синтезованою апертурою (SAR) та мультиспектральні та гіперспектральні сканери [23].

SENTINEL-2, запущений в рамках програми Європейської комісії Copernicus 23 червня 2015 року, розроблено спеціально для доставки великої кількості даних та зображень. Супутник оснащений оптико-електронним мультиспектральним датчиком для зйомки з роздільною здатністю Sentinel-2 від 10 до 60 м у видимій, ближній інфрачервоній (VNIR) та короткохвильовій інфрачервоній (SWIR) зоні спектру, що включає 13 спектральних каналів, що забезпечує видимість різного складу, включаючи стан рослинності тимчасові зміни, а також мінімізує вплив на якість атмосферного знімання. Орбіта має середню висоту 785 км, а наявність у складі місії двох супутників дозволяє проводити

повторні зйомки 5 днів на екваторі та 2-3 дні на середніх широтах. Дані Sentinel-2 надають програму GMES (Глобальний моніторинг навколишнього середовища та безпеки), спільно реалізують служби ЄС (Європейської комісії) та ESA (Європейське космічне агентство), пов'язані із землекористуванням, сільським господарством та лісовим господарством, а також із моніторингом стихійних лих і гуманітарних операцій [24]. Основні характеристики супутників серії SENTINEL-2 показані у Додатку А та діапазони SENTINEL-2 – Додаток Б.



Рис. 2.3 Супутник SENTINEL-2 [25]

Sentinel-2 оснащений багатоспектральним формувачем зображень (MSI). Цей датчик забезпечує 13 спектральних діапазонів із розміром пікселя від 10 до 60 метрів.

- Його синій (B2), зелений (B3), червоний (B4) та ближній інфрачервоний (B8) канали мають роздільну здатність 10 метрів.

- Його червоний край (B5), ближній інфрачервоний діапазон NIR (B6, B7 та B8A) та короткохвильовий інфрачервоний діапазон SWIR (B11 та B12) мають відстань вибірки від землі 20 метрів.
- Прибережний аерозоль (B1) та периста смуга (B10) мають розмір 60-метрового пікселя [26].

Таблиця 2.1

Рівні обробки SENTINEL-2



Рівень	Обробка	Обсяг
1B	Радіометрична корекція	27 MB (25x23 km)
1C	Радіометрична корекція, ортотрансформовані зображення Digital Elevation Model (DEM)	500 MB (100 km ²)
2A	Радіометрична і геометрична корекція	600 MB (100 km ²)

В ході виконання дослідження, задля кращого розуміння особливостей зображення, доцільним є використання комбінацій каналів. Із різноманітних комбінацій ми можемо отримати шукану інформацію із зображення, таку як визначення сільського господарства і рослинні об'єкти. Комбінації каналів показано в табл. 2.2.


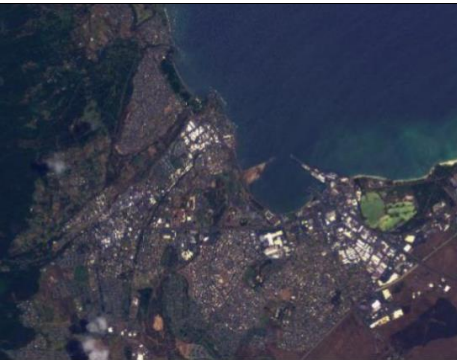
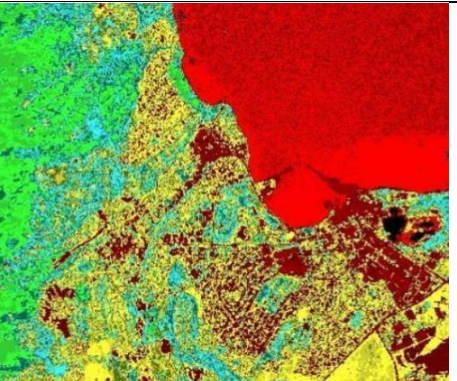
Інтерпретація комбінацій каналів Sentinel

Комбінація	Інформація	Приклад
1	2	3
B4,B3,B2	<p>«Натуральний колір».</p> <p>Його мета – відобразити зображення так само, як наші очі бачать світ. Рослинність – зелена, міські риси часто здаються білими та сірими, вода має відтінок темно-синього залежно від того, наскільки вона чиста. Ця комбінація є базовою за будь-якого картування. Вона також дає максимально корисну інформацію щодо осадових акумулятивних поверхонь з відсутнім або розрідженим рослинним покривом.</p>	
B8,B4,B3	<p>«Кольоровий Інфрачервоний»</p> <p>Комбінація кольорових інфрачервоних смуг призначена для виділення здорової та нездорової рослинності. Використовуючи ближній інфрачервоний діапазон (B8), він особливо добре відбиває хлорофіл. Ось чому на кольоровому інфрачервоному зображенні густіша рослинність має червоний колір. Але міські райони білі.</p>	

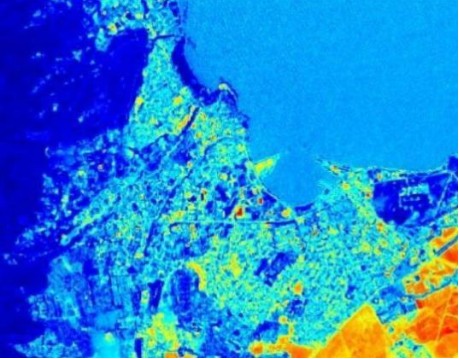
Продовження таблиці 2.2

<p>B12,B8,B4</p>	<p>«Короткохвильовий інфрачервоний» Комбінація короткохвильових інфрачервоних діапазонів використовує SWIR (B12), NIR (B8A) та червоний (B4). Цей композит показує рослинність у різних відтінках зеленого. Як правило, темніші відтінки зеленого вказують на густішу рослинність. Але коричневий вказує на голий ґрунт та забудовані території.</p>	
<p>B11,B8,B2</p>	<p>«Сільське господарство» Комбінація діапазонів для сільського господарства використовує SWIR-1 (B11), ближній інфрачервоний діапазон (B8) та синій (B2). Він в основному використовується для моніторингу здоров'я сільськогосподарських культур через те, як він використовує короткохвильове та ближнє інфрачервоне випромінювання. Обидві ці смуги особливо хороші виділення густої рослинності, яка здається темно-зеленою.</p>	

Продовження таблиці 2.2

<p>B12,B11,B2</p>	<p>«Геологія»</p> <p>Комбінація геологічних каналів - зручний додаток для пошуку геологічних об'єктів. Сюди входять розломи, літологія та геологічні формації. Використовуючи канали SWIR-2 (B12), SWIR-1 (B11) та синій (B2), геологи зазвичай використовують цю комбінацію каналів Sentinel для свого аналізу.</p>	
<p>B4,B3,B1</p>	<p>«Батиметричний»</p> <p>Комбінація батиметричних смуг добре підходить для прибережних досліджень. Комбінація батиметричних смуг використовує червону (B4), зелену (B3) та прибережну смугу (B1). Використання смуги прибережних аерозолів зручне для оцінки завислих відкладень у воді.</p>	
<p>(B8-B4)/ (B8+B4)</p>	<p>«Вегетаційний індекс». Оскільки ближнє інфрачервоне світло (яке сильно відображає рослинність) і червоне світло (яке поглинає рослинність), вегетаційний індекс хороший для кількісної оцінки кількості рослинності. У той час, як високі значення вказують на щільний полог, низькі або негативні значення вказують на міські та водні об'єкти.</p>	

Продовження таблиці 2.2

(B8A-B11)/ (B8A+B11)	«Індекс вологості» - ідеально підходить для визначення водного стресу рослин. Він використовує короткохвильове та ближнє інфрачервоне випромінювання для визначення індексу вмісту води. В цілому більш волога рослинність має вищі значення. Але нижчі значення індексу вологості припускають, що рослини перебувають у стані стресу через нестачу води [26].	
-------------------------	--	---

Висновок: В ході виконання даної роботи були використані знімки SENTINEL-2. Дане джерело даних задовольняє всі вимоги, а саме:

- Має вільний доступ до даних дистанційного зондування;
- Висока роздільна здатність (10 метрів), дозволяє дослідити зміни сільськогосподарських угідь;
- Достатня кількість знімків без хмарності.

В якості робочих каналів для моніторингу сільськогосподарських культур, була обрана комбінація B11, B8, B2 та $(B8-B4)/(B8+B4)$ – для визначення вегетаційного індексу. У всіх обраних каналів роздільна здатність 10 м., що дає змогу об'єднати їх без сторонньої обробки.

**РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН СТАНУ ЗЕМЕЛЬ МИРОНІВСЬКОЇ
ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ ЗА ДАНИМИ ДЗЗ**

3.1 Характеристика вихідних матеріалів ДЗЗ для території Миронівської територіальної громади

В даній роботі, яка направлена на дослідження геоінформаційних методів і ДЗЗ для моніторингу стану земель на прикладі Миронівської територіальної громади були використані знімки SENTINEL. Знімки були отримані з Sentinels Scientific Data Hub – це відкрита веб платформа для надання даних ДЗЗ та доступу до продуктів Sentinel.

Вибір даних взятих з Sentinel-2 обумовлений тим, що Sentinel-2 забезпечує сервіси GMES, пов'язані з управлінням земельними ресурсами, сільськогосподарським і лісовим господарством. Унікальність місії Sentinel-2 пов'язана з поєднанням великого територіального охоплення, частих повторних зйомок, що дає можливість регулярно проводити моніторинг, і систематичного отримання повного покриття землі мультиспектральною зйомкою високої роздільної здатності.

Знімки заданої території було обрано за період з 2018 до 2022 років з періодичністю в 1 рік і роздільною здатністю 10 метрів, що дає можливість ретельно розглянути тенденції змін земель громади.

Таблиця 3.1 [27]

Технічні характеристики знімальної апаратури КА Sentinel-2A, 2B

Назва	Опис
Найменування	Sentinel-2A, 2B
Розробник	EADS Astrium Satellites (Франція), (наразі – Airbus Defence and Space)
Оператор	Європейське космічне агентство (ESA)
Ракета-носій	РН Vega (Франція)
Орбіта:	Сонячно-синхронна
Висота, км	786
Нахилення, град	98,5
Маса, кг	1200
Розрахунковий термін функціонування (роки)	7

Таблиця 3.2 [27]

Технічні характеристики знімальної апаратури Sentinel-2A, 2B

Режим зйомки	Гіперспектральний		
Спектральні діапазони, мкм	0,490	0,705; 0,740; 0,783;	0,443
	0,560	0,865; 1,610; 2,190	0,945
	0,665		1,375
	0,842		
Просторова роздільна здатність	10 м.	20 м.	60 м.
Радіометрична роздільна здатність, біт на піксель		12	
Ширина полоси зйомки, км		290	
Періодичність зйомки		10	

3.2 Методи дослідження зміни стану земель Миронівської територіальної громади за космічними знімками Sentinel-2A

На початку даного дослідження необхідно визначити етапи виконання роботи. Етапи роботи представлені на Рис. 3.1.

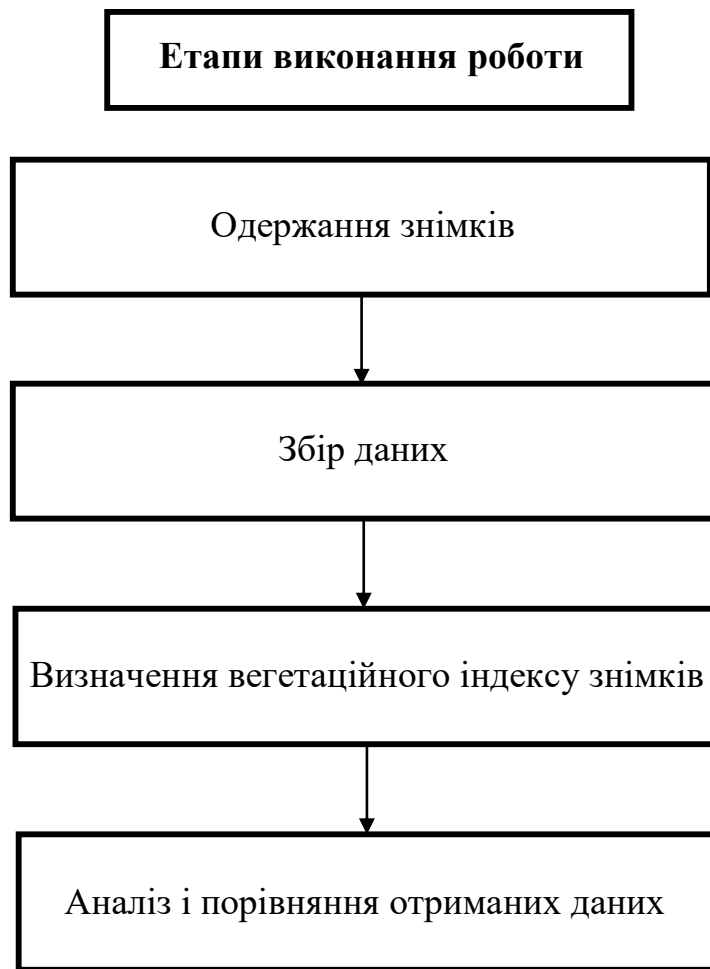


Рис. 3.1 Етапи виконання роботи

Першим етапом для виконання даної роботи є знаходження знімків. Для цього використовуємо програмне забезпечення Sentinel Hub EO Браузер. Знімок

Sentinel 2 на територію Миронівської територіальної громади за 2018 рік показано на Рис. 3.2.



Рис. 3.2 Сирий знімок Sentinel 2 Миронівської територіальної громади за 2018 рік

Інтерфейс програми дозволяє знайти знімки заданої території з мінімальним хмарним покриттям, що в свою чергу позбавляє користувача від самостійного візуального підбору знімків без задимлення і хмарності. Обов'язковим критерієм для всіх відібраних для опрацювання знімків є умова, що знімки зроблені в один вегетаційний проміжок часу. Період найбільшої вегетації – кінець травня – початок червня. Без дотримання цієї умови, отримання коректних результатів буде неможливим, адже робота виконується за даними вегетаційного індексу.

ЕО Браузер самостійно зшиває канали в залежності від обраних в панелі інструментів шарів вже з визначеними комбінаціями каналів, які за потреби можна змінювати. Це дозволяє відразу візуалізувати знімки без попередньої обробки.

Наступним етапом є визначення вегетаційного індексу (NDVI) знімків. NDVI був обраний тому, що це вегетаційний індекс, що найбільш часто використовується, і він легко виділяє ділянки зі здоровою рослинністю.

Вегетаційний індекс - це окреме значення, розраховане шляхом перетворення спостережень із декількох спектральних діапазонів. Він використовується для посилення присутності зелені, рослинних елементів і, таким чином, допомагає відрізнити їх від інших об'єктів, присутніх на зображенні. Залежно від методу перетворення і спектральних діапазонів, що використовуються, можна оцінити різні аспекти, що відносяться до рослинного покриву на зображенні, наприклад, відсоток рослинного покриву, кількість вмісту хлорофілу, індекс площі листя і так далі. Усі індекси відносини, як правило, не залежать від умов освітлення під час збору даних та ефектів нахилу [28].

NDVI є простим, але ефективним індексом для кількісної оцінки зеленої рослинності. Він нормалізує розсіювання зеленого листя в ближньому інфрачервоному діапазоні з поглинанням хлорофілу у червоних довжинах хвиль. Діапазон значень NDVI становить від -1 до 1. Діапазон значень NDVI показано на Рис. 3.3. Негативні значення NDVI (значення, що наближаються до -1) відповідають воді. Значення, близькі до нуля (від -0,1 до 0,1), зазвичай відповідають безплідним ділянкам скель, піску чи снігу. Низькі позитивні значення становлять чагарники та пасовища (приблизно від 0,2 до 0,4), а високі значення вказують на вологі ліси помірного та тропічного поясу (значення наближаються до 1). Це гарний замітник живої зелені [29].

Нормований індекс різниці рослинності NDVI визначається за формулою:

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

Де NIR – відображення в ближній інфрачервоній області спектра,

RED – відображення в червоній області спектра.

Для Sentinel-2 індекс обчислюється за формулою:

$$NDVI = Index(B8, B4) = \frac{B8+B4}{B8-B4}, \quad (3.2)$$

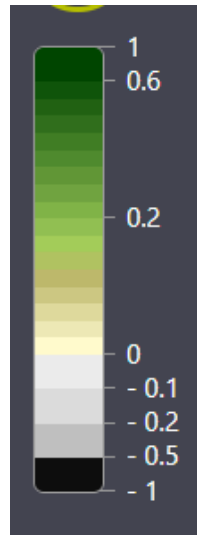


Рис. 3.3 Діапазон значень NDVI

Щоб розрахувати вегетаційний індекс результат на знімку використовуємо математичну операцію, що описана на Рис. 3.4

```

1 //VERSION=3
2
3 function setup() {
4   return {
5     input: ["B04", "B08", "SCL", "dataMask"],
6     output: [
7       { id: "default", bands: 4 },
8       { id: "index", bands: 1, sampleType:
9         "FLOAT32" },
10      { id: "eobrowserStats", bands: 2,
11        sampleType: "FLOAT32" },
12      { id: "dataMask", bands: 1 },
13    ],
14  };
15 }

```

Рис. 3.5 Математична операція розрахунку вегетаційного індексу

Результатом даної операції є відображення зеленої рослинності, що покриває землі досліджуваної території.



Рис. 3.6 Знімок вегетації земель

Із розрахованих Індексів NDVI заданої території можна візуалізувати результати на знімку та провести порівняльний аналіз деградації ґрунтів. Для цього необхідно виконати математичну операцію, вказавши код кольору HTML. Запит показаний на Рис. 3.7.

```

1 //VERSION=3
2
3 let ndvi = (B08 - B04) / (B08 + B04);
4
5 return colorBlend(ndvi,
6   [-0.2, 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0 ],
7   [[0, 0, 0],           // < -.2 = #000000 (black)
8    [165/255,0,38/255],   // -> 0 = #a50026
9    [215/255,48/255,39/255], // -> .1 = #d73027
10   [244/255,109/255,67/255], // -> .2 = #f46d43
11   [253/255,174/255,97/255], // -> .3 = #fdae61
12   [254/255,224/255,139/255], // -> .4 = #fee08b
13   [255/255,255/255,191/255], // -> .5 = #ffffbf
14   [217/255,239/255,139/255], // -> .6 = #d9ef8b
15   [166/255,217/255,106/255], // -> .7 = #a6d96a
16   [102/255,189/255,99/255], // -> .8 = #66bd63
17   [26/255,152/255,80/255], // -> .9 = #1a9850
18   [0,104/255,55/255]     // -> 1.0 = #006837
19   ]);

```

Рис. 3.7 Запит на відображення індексу NDVI

В результаті виконаних операцій отримуємо карту деградації земель та статистичні зміни вегетаційного індексу, що зображені на Рис. 3.8 та 3.9. На графіку показано дві криві, де червона вказує на частоту суттєвої деградації, зелена – суттєвий приріст рослинності заданої території в конкретні проміжки часу. Графік побудований по знімкам з мінімальним хмарним покриттям, тому результати є максимально наближені до реального стану земель.



Рис. 3.8 Порівняльна карта деградації ґрунтів

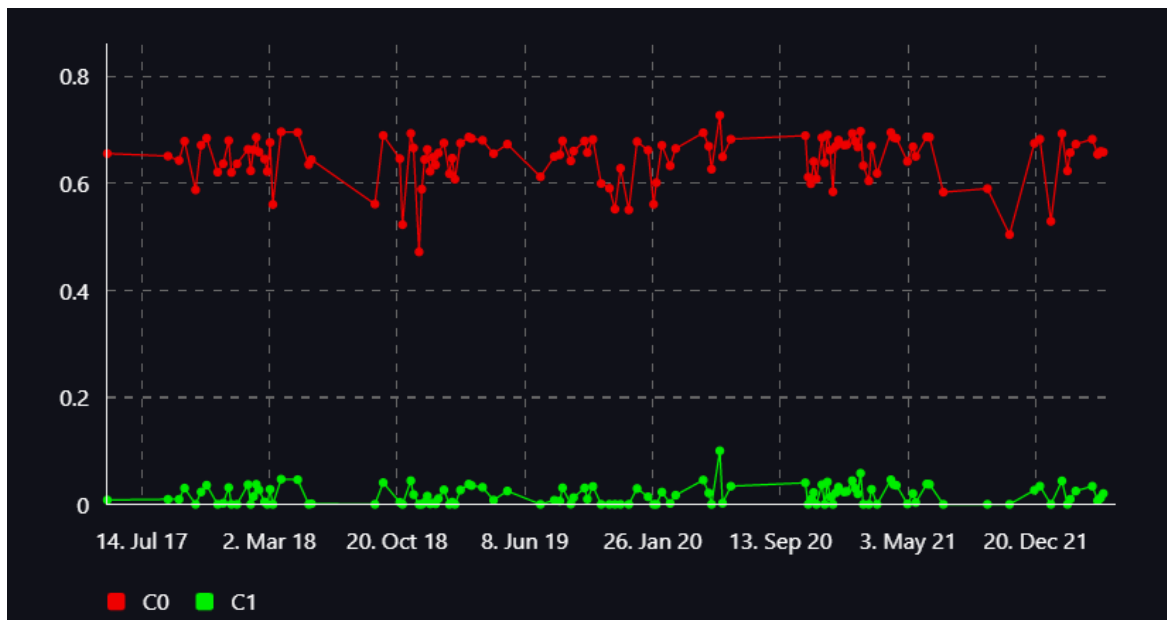


Рис. 3.9 Статистичні зміни вегетаційного індексу за 2017-2021 роки

3.3 Моніторинг стану земель Миронівської територіальної громади

Перевага операції моніторингу земель з використанням даних нормованого вегетаційного індексу полягає в тому, що результуючий набір даних містить лише відносні, а не абсолютні значення яскравості. Завдяки цьому аналіз даних значно меншою мірою залежить від тих варіацій у освітленості сцени, які виникають через особливості рельєфу. [18] Доступність і надійність наборів даних NDVI мають вирішальне значення для оперативного моніторингу. Дані вегетаційного індексу можна використовувати для економічно ефективної та надійної національної звітності.

Результатом виконаного ГІС моніторингу земель Миронівської територіальної громади є порівняльні карти в період з 2018 до 2022 року. (Рис. 3.9)



Рис. 3.9 Порівняльна карта деградації земель

Дана карта – це знімок з відображенням рослинності по кольору в залежності від ступеню деградації. Значна частина земель Миронівської територіальної громади зазнає слабкої деградації, про це свідчить блідий жовтий колір. Зелений колір вказує на приріст рослинності. Червоний показує стрімку деградацію. Чорним кольором розфарбовані території, які не змінилися в період досліджуваних років.

Зміни, що відбулись на даній території, можуть бути пов'язані зі змінами в сільському господарстві. У випадку, якщо на першому знімку поле позначено червоним кольором, а на іншому знімку вже зеленим, це означає що в момент створення першого зображення поле було не засіяне. Або ж якщо поле на першому знімку яскраво-зелене, а на знімку зробленому в інший час воно червоне – його було розорано. Дані зміни продемонстровано на Рис. 3.10

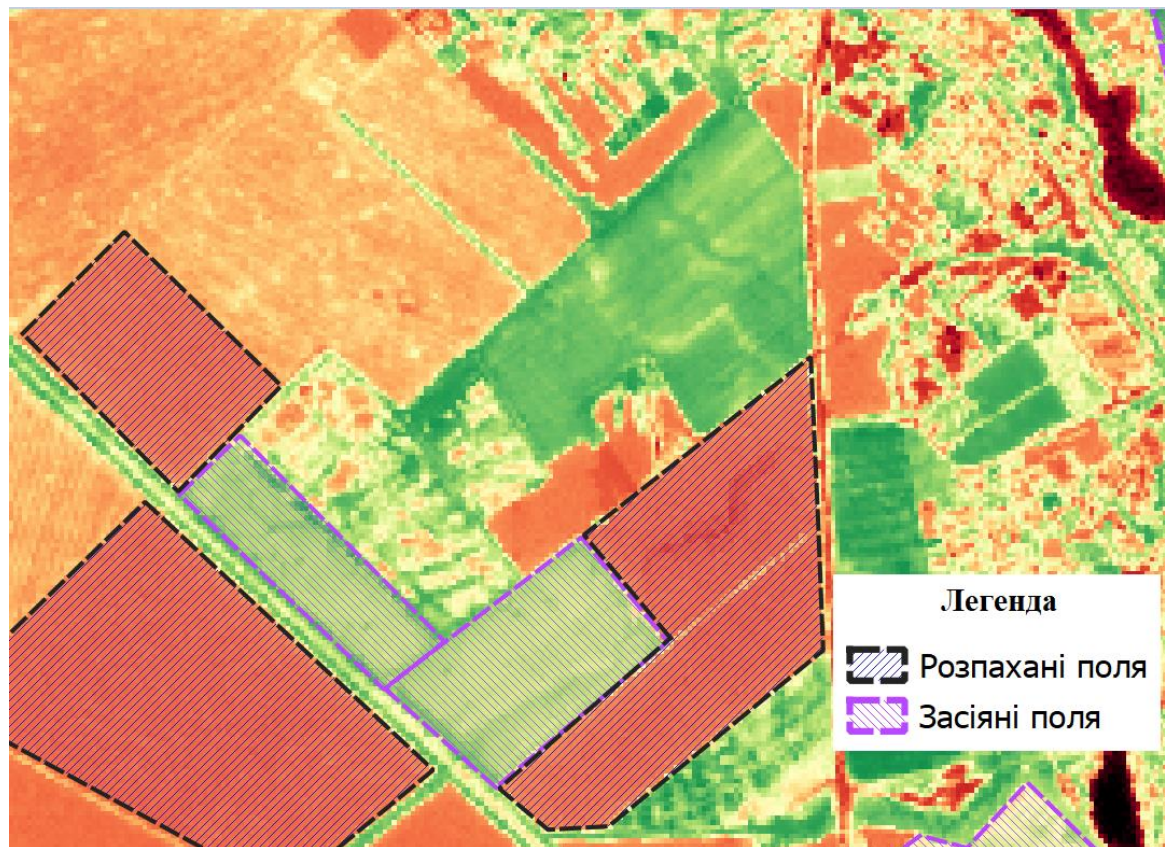


Рис. 3.10 Зображення засіяних і розораних полів



Рис. 3.10 Порівняння деградації земель Миронівської територіальної громади з 2018 до 2022 року

Аналіз проводився в один вегетаційний період впродовж кожного року. Порівняльні карти в послідовній хронології за 2018-2022 роки показано в Додатку В, Додатку В.1, Додатку В.2, Додатку В.3, Додатку В.4.

Висновок: Розроблення даної карти було зосереджене на відображенні стану деградації земель. Як видно із легенди карти (Рис. 3.9), на території громади відбувається помірна деградація ґрунтів. Проте з 2018 до 2019 року (Додаток В.2) відбувся суттєвий приріст посівних культур. Знімок 2020 року свідчить про значну зміну у посівних площах. Знімок зроблений у вегетаційний період 2021 року не можна вважати достовірним, так як весь період вегетації були сильні опади і всі знімки того часу захмарені. Даний знімок представлено у Додатку В.3.

ВИСНОВКИ

Виклад даного матеріалу направлений на дослідження сучасного використання земель сільського господарства та моніторингу з використанням дистанційного зондування, щоб виявити інформацію про врожайність та посівні площі з використанням нових космічних технологій.

В даній роботі був проведений моніторинг стану земель Миронівської територіальної громади. Результатом цього слугують порівняльні карти з продемонстрованими змінами та деградацією земель в період з 2018 по 2022 рік. В ході аналізу було виявлено незначне зменшення територій сільськогосподарських земель. Це призводить до зниження якості земель, а в деяких випадках її родючість геть втрачається. Також була помічена зміна цільового призначення земель в межах Миронівської територіальної громади на користь житловій забудові або ж промислових підприємств. Проте і були виявлені і покращення стану деяких земель. Наприклад, карта 2019 року показує суттєвий приріст сільськогосподарських угідь.

Як показало дослідження, геоінформаційний моніторинг є досить ефективним при вирішенні питань пов'язаних з сільським господарством. Сучасні супутникові системи дозволяють своєчасно отримувати інформацію, проводити оцінку земель та прогнозувати її розвиток. Дистанційне зондування, а також відповідні інструменти аналізу просторових даних, моделі, бази даних в даний час роблять значний внесок у прогнозування, запобігання, дослідження, усунення, реабілітацію та управління цими явищами та їх наслідками [30].

Метод визначення вегетаційного індексу проводить первинну оцінку земель і подальшому допомагає визначити території, які потребують детальніших польових досліджень.

Методи, прийоми та інструменти, описані в даній роботі, є сучасними та ефективними інструментами для дослідження, управління та моніторингу навколишнього середовища та геоекологічних небезпек в цілому, таких як посуха,

повені, ерозія ґрунту, ґрунтові води, заморозки. Однією з найважливіших особливостей цих інструментів, що підвищують їх динаміку, є їх еволюційні можливості, засновані на сучасному способі розробки та структурування цих методів (сучасне програмне забезпечення, дані, методики тощо). Тому постійно зростаючі наукові знання та технічний прогрес завжди сприятимуть розвитку представлених методів [31].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. https://www.researchgate.net/publication/332612497_MONITORING_SILSKOG_OSPODARSKIH_KULTUR_IZ_ZASTOSUVANNAM_KOSMICNIH_ZNIMKI_V_SENTINEL-2
2. http://www.agrosvit.info/pdf/1_2022/2.pdf
3. Позняк Е. В. Правові засади здійснення моніторингу об'єктів підвищеної небезпеки // Актуальні проблеми становлення і розвитку права екологічної безпеки в Україні: Матеріали наук.- практ. Круглого столу, 28 березня 2014 р., м. Київ / ред. кол. М. В. Краснова [та ін.]; Київський нац. ун-т ім. Т. Шевченка. – Чернівці: Кондратьєв А. В., 2014. – С. 65-68.
4. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-78711-4>
5. Постанова КМУ «Про затвердження положення про моніторинг земель» від 20 серпня 1993 р. № 661 Київ
6. https://wiki.legalaid.gov.ua/index.php/%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%B3_%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D1%8C:_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D1%82%D0%B0_%D0%B7%D0%B0%D0%B2%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F
7. <https://gromada.info/ru/region/%D0%9A%D0%B8%D0%B5%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F-%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C/%D0%9C%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BD/>
8. http://sd.net.ua/2009/12/07/mironivskiy_rayon.html
9. <http://imsu-kyiv.com/msta-sela-kivsko-oblast/myronivskij-rajon/myronivka.html>
10. http://sd.net.ua/2009/12/07/mironivskiy_rayon.html
11. <http://myronivka.com.ua/punkts/rayon/abmiron.shtml>
12. <http://www.eolss.net/sample-chapters/c01/e6-72-03-01.pdf>

13. ЗАСТОСУВАННЯ ГІС У ПРИРОДООХОРОННІЙ СПРАВІ НА ПРИКЛАДІ ВІДКРИТОЇ ПРОГРАМИ QGIS – режим доступу:
https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/05/GIS-in-Nature-Protection_QGIS.pdf
- 14.<http://bryaki-stolovi.4sg.com.ua/ru/agromap2016.php>
15. Geo-Information Technology in Earth Resources Monitoring and Management – режим доступу: <https://novapublishers.com/shop/geo-information-technology-in-earth-resources-monitoring-and-management/>
16. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/579/1/012147/pdf>
- 17.<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/579/1/012147/pdf>
18. Чандра А.М., Гош С.К. «Дистанционное зондирование и географические информационные системы» - Москва: Техносфера, 2008. - 312 с., 16 с. цв. вклейки. ISBN 978-5-94836-178-9
19. Творошенко І. С. Конспект лекцій з дисципліни «Геоінформаційні системи в задачах моніторингу» для студентів 1 курсу денної форми навчання спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій спеціалізації (освітньої програми) «Геоінформаційні системи і технології» / І. С. Творошенко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 55 с.
20. Y Petrov et al 2020 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 574 012062
«Development of a conceptual GIS model to support management decision making»
- 21.<https://www.techtarget.com/searchdatamanagement/definition/data-preprocessing>
- 22.https://vedas.sac.gov.in/vedas/downloads/ertd/Remote_Sensing_Applications_In_Agriculture/L2_Basics_of_RS_&_Image_Processing_Mehul_Pandya.pdf
- 23.https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-32-9915-3_3
- 24.<https://eos.com/find-satellite/sentinel-2/>
- 25.http://mapexpert.com.ua/index_ru.php?id=152&table=news

26. <https://gisgeography.com/sentinel-2-bands-combinations/>
27. <https://innoter.com/sputniki/sentinel-2a-2b/>
28. <https://www.hiphen-plant.com/vegetation-index/3582/#:~:text=A%20Vegetation%20Index%20is%20a,objects%20present%20in%20the%20image.>
29. Normalized difference vegetation index | Sentinel-Hub custom scripts
30. <https://journals.pan.pl/dlibra/publication/128464/edition/112067/content/advances-in-geodesy-and-geoinformation-2019-vol-68-no-2-monitoring-the-actual-ecological-and-economic-situation-of-agricultural-land-use-in-ukraine-perovich-lesya-orcid-0000-0001-5569-8897-hulko-oleksandra-orcid-0000-0003-1476-6149?language=pl>
31. <https://www.mdpi.com/2220-9964/10/2/94/htm>

ДОДАТКИ

Характеристики супутників серії SENTINEL-2

Характеристика	Опис
Учасники	GMES, ЄС, ESA
Запуск	23 червня 2015р.
Засіб пересування	VEGA
Космічний корабель	Вага кожного супутника Sentinel-2 приблизно 1,2 тони і призначений для сумісності з невеликими пусковими установками, такими як VEGA і ROCKOT. Строк служби – 7,25р., включаючи 3-місячний етап вводу в експлуатацію на орбіті. Батареї і паливо надані на 12 років експлуатації. Два ідентичних супутника SENTINEL-2 працюють одночасно, під кутом 180 градусів один до одного, на сонячно-синхронній орбіті середньою висотою у 786 км. Оптична система телескопу MSI забезпечує поле зору 290 км.
Комунікації	Для рівня 1С і рівня 2А гранули, також звані тайлами, є ортозображення розміром 100×100 км ² в проекції UTM/WGS84. Система UTM поділяє поверхню Землі на 60 зон. Кожна зона UTM має ширину по вертикалі 6° довготи та ширину по горизонталі 8° широти.
Орбіта	Подвійні полярно-орбітальні супутники на одній і тій же орбіті, зрушені по фазі на 180 ° один до одного. Межі охоплення знаходяться між 56 південної широти і 84 північної широти. 10 днів на екваторі з одним супутником і 5 днів з 2 супутниками у безхмарних умовах, що дає 2-3 дні у середніх широтах

Продовження таблиці

Датчики	Мультиспектральний пристрій MSI [24].
---------	---------------------------------------

Діапазони SENTINEL-2 [24]

Назва групи	№ групи	SENTINEL-2A		SENTINEL-2B		Роздільна здатність
		Центральна довжина хвилі (нм.)	Полоса пропускання (нм.)	Центральна довжина хвилі (нм.) - 2	Полоса пропускання (нм.) - 2	
Прибережний аерозоль	1	443,9	20	442,3	20	60
Синій	2	496,6	65	492,1	65	10
Зелений	3	560	35	559	35	10
Червоний	4	664,5	30	665	30	10
Червоний край рослинності	5	703,9	15	703,8	15	20
Червоний край рослинності	6	740,2	15	739,1	15	20
Червоний край рослинності	7	782,5	20	779,7	20	20
NIR	8	835,1	115	833	115	10
Вузький NIR	9	864,8	20	864	20	20
Водяна пара	10	945	20	943,2	20	60
SWIR-пір'істої хмари	11	1373,5	30	1376,9	30	60
SWIR	12	1613,7	90	1610,4	90	20

Продовження таблиці

SWIR	13	2202,4	180	2187,7	180	20
------	----	--------	-----	--------	-----	----

Деградація земель Миронівської територіальної громади у 2018 році



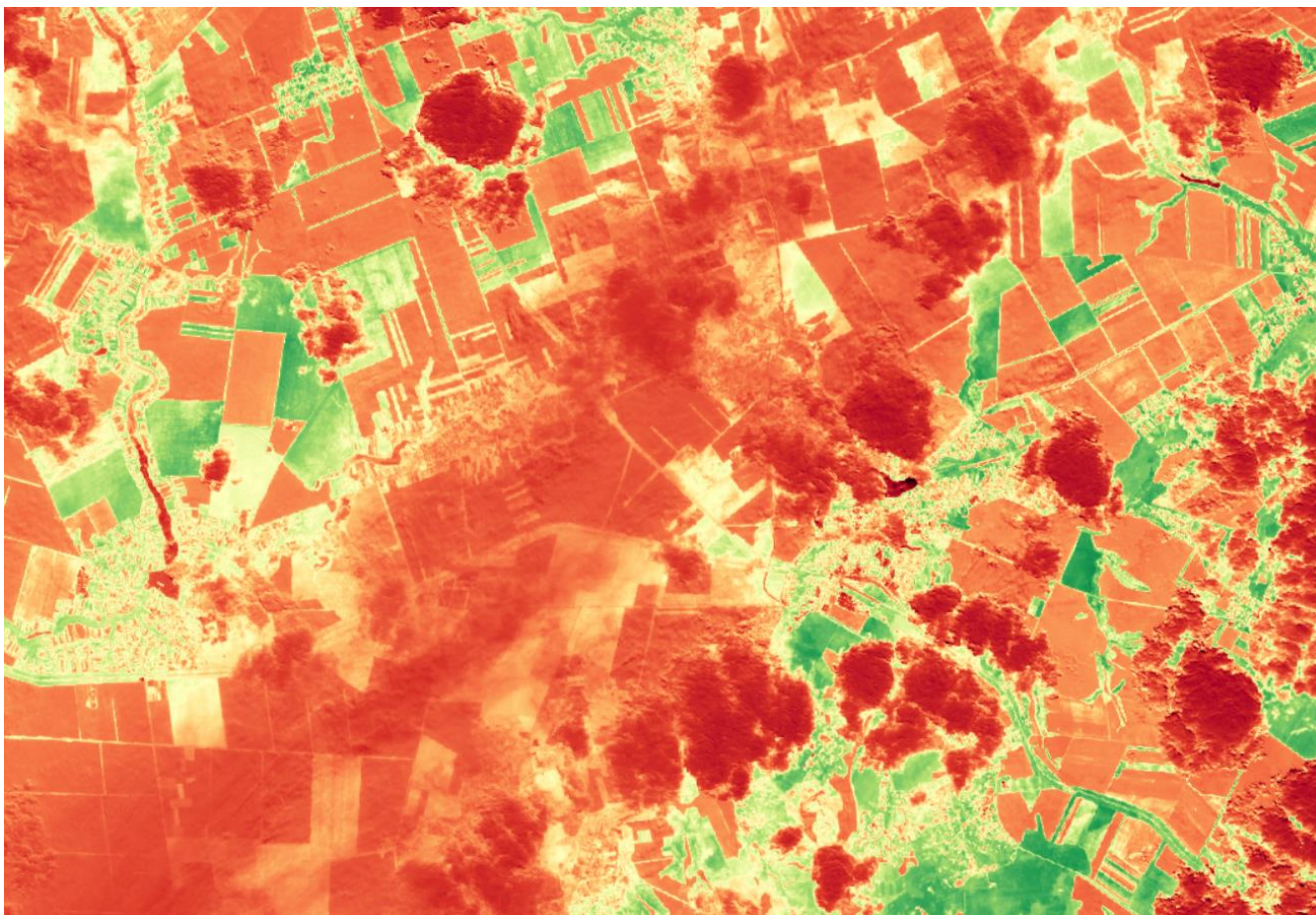
Деградація земель Миронівської територіальної громади у 2019 році



Деградація земель Миронівської територіальної громади у 2020 році




Деградація земель Миронівської територіальної громади у 2021 році



Деградація земель Миронівської територіальної громади у 2022 році





Київський національний університет будівництва і архітектури
Кафедра геоінформатики і фотограмметрії

Геоінформаційний моніторинг стану земель Миронівської територіальної громади з використанням даних ДЗЗ

Виконала: студентка групи ГСТ-41
Геращенко Крістіна Ігорівна
Керівник: проф., к.т.н.,
Нестеренко Олена Вікторівна

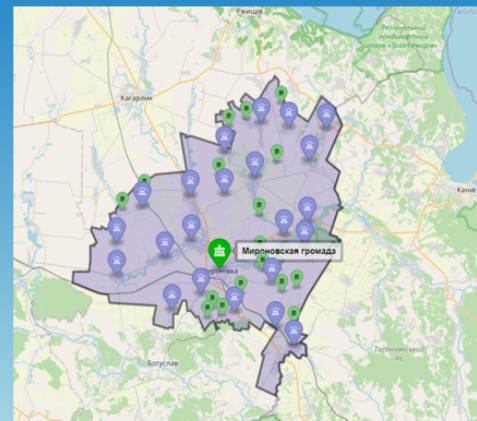
Київ – 2022 р.

ФАКУЛЬТЕТ
Геоінформаційних
систем та управління
територіями

Мета і завдання даного дослідження

Мета роботи: провести моніторинг та дослідити зміни стану земель сільськогосподарського призначення Миронівської територіальної громади, створити порівняльну карту деградації земель громади з моменту її утворення і до сучасності.

Завданням цієї роботи проведення аналізу змін земель сільського господарства за допомогою розрахунку вегетаційного індексу з використанням знімків супутника Sentinel-2.



2

Моніторинг стану земель в Україні

Моніторинг земель - система спостереження за станом земель з метою своєчасного виявлення змін, їх оцінки, відвернення та ліквідації наслідків негативних процесів.

Порядок проведення моніторингу земель затверджений законом і повинен виконуватись у наступному порядку:

- Обстеження земель та виконання спеціальних зйомок;
- Виявлення негативних факторів;
- Оцінка, прогноз та встановлення певних дій, що запобігають впливам негативних процесів.

Система дистанційного зондування наразі є найбільш ефективним інструментом у проведенні моніторингу землі. ДЗЗ надає найбільш актуальну та достовірну інформацію про ґрунтові та земельні ресурси. Досягнення в просторовій, спектральній і радіометричній роздільній здатності датчиків дистанційного зондування надають широку можливість користувачеві характеризувати ґрунтові та земельні ресурси. Параметри ґрунту та місцевості, отримані з дистанційного зондування, можуть бути використані як вторинні змінні для поліпшення інтерполяції існуючих даних про ґрунт та отримання цифрової карти ґрунту. Останні досягнення в області технологій ДЗЗ дають величезну можливість користувачам проводити моніторинг стану деградації земель, а також для оцінки потенціалу земельних ресурсів для з'ясування їх оптимального використання в забезпеченні продовольчої безпеки

3

Нормативно-правові забезпечення у сфері моніторингу стану земель



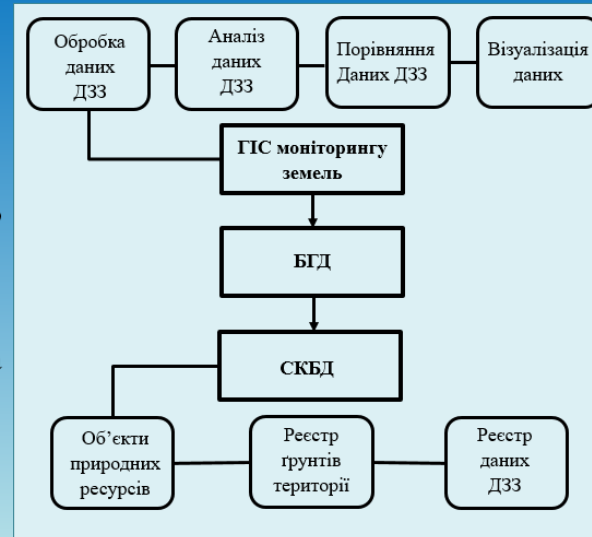
4

Геоінформаційний моніторинг земель

Геоінформаційний моніторинг – це технологія та система ведення моніторингу, яка дозволяє забезпечувати середовище для розробки і ведення баз даних, створювати картографічні зображення, розв'язувати складні задачі просторового аналізу завдяки програмним засобам ГІС.

ГІС системи при моніторингу земель сільськогосподарського призначення повинні в себе включати :

- Обробка даних дистанційного зондування;
- Впровадження сучасних методів фотограмметрії та картографії, аналізу даних ДЗЗ;
- Ведення спеціалізованих баз даних за результатами ДЗЗ;
- Порівняння даних;
- Візуалізація даних.

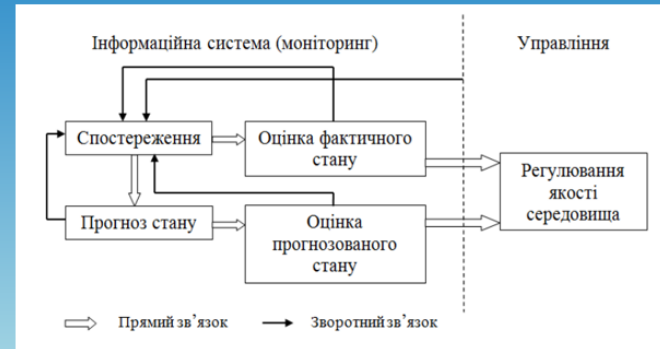


Функціональну модель ГІС моніторингу земель

5

Концептуальна модель системи геоінформаційного моніторингу

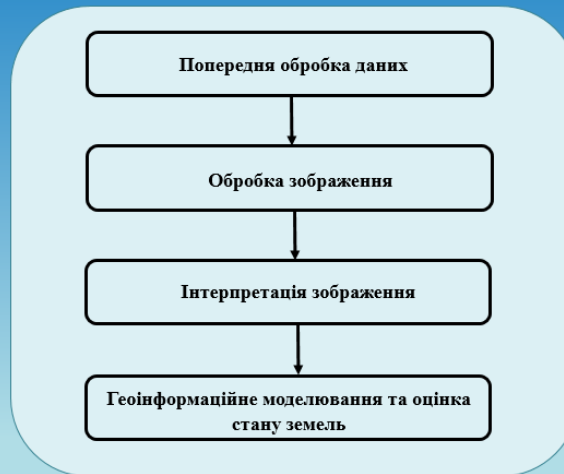
Концептуальна модель є, по суті, схемою представлення просторових даних та пов'язаних з ними процесів для розв'язання поставленого завдання. Розроблення концептуальної моделі є першим рівнем при проектуванні баз геоінформаційних систем, так як вона дозволяє описати структуру системи, логіку програми, характер і взаємозв'язок між ними, а також загальну архітектуру системи. Впровадження концептуальної моделі ГІС підвищить гарантію того, що потреби всіх осіб пов'язаних з сільським господарством, будуть задоволені. Саме це робить доцільним розробку ГІС для стратегічного планування сільського господарства, яке полягає у складанні прогнозів для різноманітних методів землекористування



6

Узагальнена технологічна схема геоінформаційного моніторингу стану земель

Виконання даного геоінформаційного моніторингу земель виконується послідовними етапами згідно технологічної моделі:



7

Причини вибору даних SENTINEL-2

В ході виконання даної роботи були використані знімки SENTINEL-2. Вибір даних взятих з Sentinel-2 обумовлений тим, що Sentinel-2 забезпечує сервіси GMES, пов'язані з управлінням земельними ресурсами, сільськогосподарським і лісовим господарством. Унікальність місії Sentinel-2 пов'язана з поєднанням великого територіального охоплення, частих повторних зйомок, що дає можливість регулярно проводити моніторинг, і систематичного отримання повного покриття землі мультиспектральною зйомкою високої роздільної здатності. Дане джерело даних задовольняє всі вимоги, а саме:

- Має вільний доступ до даних дистанційного зондування;
- Висока роздільна здатність (10 метрів), дозволяє дослідити зміни сільськогосподарських угідь;
- Достатня кількість знімків без хмарності.



8

Комбінації каналів SENTINEL-2

В якості робочих каналів для моніторингу сільськогосподарських культур, була обрана комбінація B11,B8,B2 – «Сільське господарство»

Комбінація діапазонів для сільського господарства використовує SWIR-1 (B11), ближній інфрачервоний діапазон (B8) та синій (B2). Він в основному використовується для моніторингу здоров'я сільськогосподарських культур через те, як він використовує короткохвильове та ближнє інфрачервоне випромінювання. Обидві ці смуги особливо хороші виділення густої рослинності, яка здається темно-зеленої

та (B8-B4)/(B8+B4) –

«Вегетаційний індекс». Оскільки ближнє інфрачервоне світло (яке сильно відображає рослинність) і червоне світло (яке поглинає рослинність), вегетаційний індекс хороший для кількісної оцінки кількості рослинності. У той час, як високі значення вказують на щільний полог, низькі або негативні значення вказують на міські та водні об'єкти.

У всіх обраних каналів роздільна здатність 10 м., що дає змогу об'єднати їх без сторонньої обробки.

9

Етапи виконання роботи

Одержання знімків

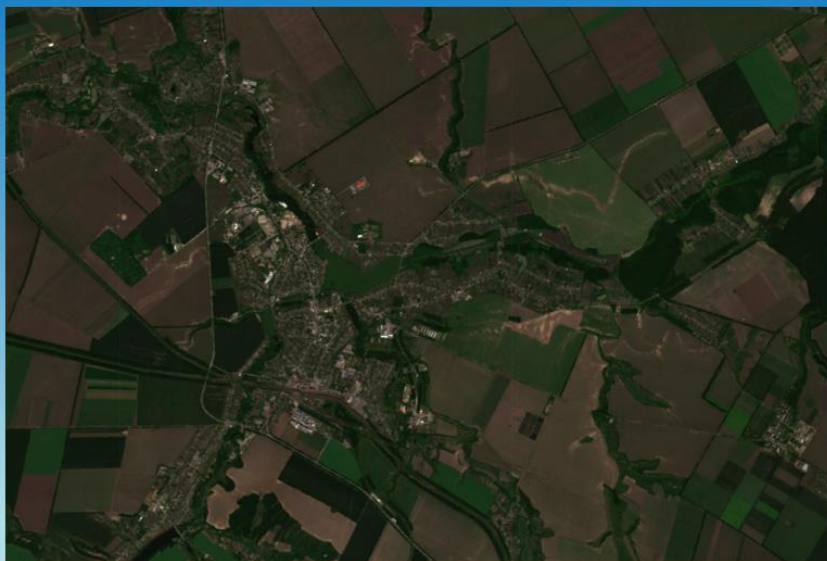
Збір даних

Визначення вегетаційного індексу знімків

Аналіз і порівняння отриманих даних

10

Сирій знімок Sentinel 2 Миронівської територіальної громади за 2018 рік



11

Вегетаційний індекс (NDVI)

Наступним етапом є визначення вегетаційного індексу (NDVI) знімків. NDVI був обраний тому, що це вегетаційний індекс, що найбільш часто використовується, і він легко виділяє ділянки зі здоровою рослинністю.

Нормований індекс різниці рослинності NDVI визначається за формулою:

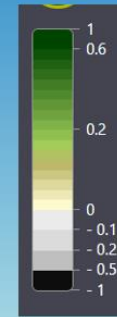
$$NDVI = Index(NIR, RED) = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Де NIR – відображення в ближній інфрачервоній області спектра,

RED – відображення в червоній області спектра.

Для Sentinel-2 індекс обчислюється за формулою:

$$NDVI = Index(B8, B4) = \frac{B8 + B4}{B8 - B4}$$



12

Математична операція, що візуалізує зелену рослинність

```
1 //VERSION=3
2
3 function setup() {
4   return {
5     input: ["B04", "B08", "SCL", "dataMask"],
6     output: [
7       { id: "default", bands: 4 },
8       { id: "index", bands: 1, sampleType:
9         "FLOAT32" },
10      { id: "rebrowserStats", bands: 2,
11        sampleType: "FLOAT32" },
12      { id: "dataMask", bands: 1 },
13    ],
14  };
15 }
```



13

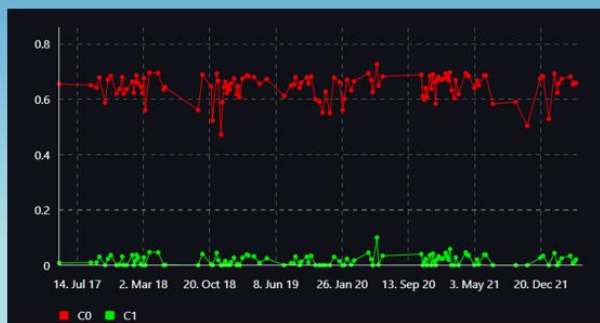
Запит на відображення індексу NDVI

```
1 //VERSION=3
2
3 let ndvi = (B08 - B04) / (B08 + B04);
4
5 return colorBlend(ndvi,
6   [-0.2, 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0 ],
7   [[0, 0, 0], // < -.2 = #000000 (black)
8    [165/255,0,38/255], // -> 0 = #a50026
9    [215/255,48/255,39/255], // -> .1 = #d73027
10   [244/255,109/255,67/255], // -> .2 = #f46d43
11   [253/255,174/255,97/255], // -> .3 = #fdae61
12   [254/255,224/255,139/255], // -> .4 = #fee08b
13   [255/255,255/255,191/255], // -> .5 = #ffffbf
14   [217/255,239/255,139/255], // -> .6 = #d9ef8b
15   [166/255,217/255,106/255], // -> .7 = #a6d96a
16   [102/255,189/255,99/255], // -> .8 = #66bd63
17   [26/255,152/255,80/255], // -> .9 = #1a9850
18   [0,104/255,55/255] // -> 1.0 = #006837
19  ]);
```



14

Порівняльна карта деградації ґрунтів



15

Порівняння деградації земель Миронівської територіальної громади з 2018 до 2022 року

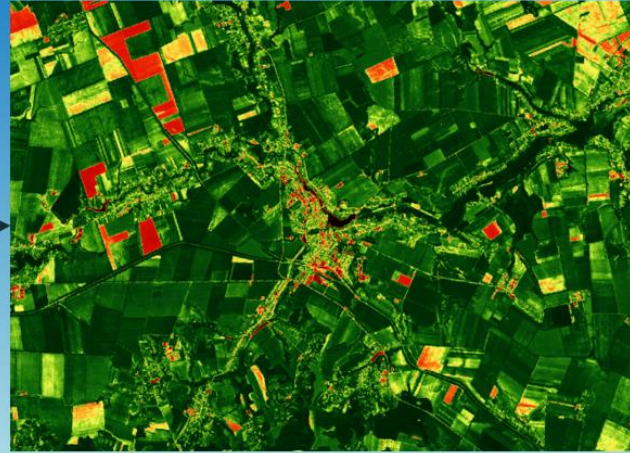


16

Хронологічна послідовність деградації земель сільського господарства



2018



2019

17

Хронологічна послідовність деградації земель сільського господарства

2020



2021



2022



18

Висновки

В даній роботі був проведений моніторинг стану земель Миронівської територіальної громади. Результатом цього слугують порівняльні карти з продемонстрованими змінами та деградацією земель в період з 2018 по 2022 рік. В ході аналізу було виявлено незначне зменшення територій сільськогосподарських земель. Це призводить до зниження якості земель, а в деяких випадках її родючість геть втрачається. Також була помічена зміна цільового призначення земель в межах Миронівської територіальної громади на користь житловій забудові або ж промислових підприємств. Проте і були виявлені і покращення стану деяких земель. Наприклад, карта 2019 року показує суттєвий приріст сільськогосподарських угідь.

Як показало дослідження, геоінформаційний моніторинг є досить ефективним при вирішенні питань пов'язаних з сільським господарством. Сучасні супутникові системи дозволяють своєчасно отримувати інформацію, проводити оцінку земель та прогнозувати її розвиток. Дистанційне зондування, а також відповідні інструменти аналізу просторових даних, моделі, бази даних в даний час роблять значний внесок у прогнозування, запобігання, дослідження, усунення, реабілітацію та управління цими явищами та їх наслідками.

Метод визначення вегетаційного індексу проводить первинну оцінку земель і подальшому допомагає визначити території, які потребують детальніших польових досліджень.

19

Методи, прийоми та інструменти, описані в даній роботі, є сучасними та ефективними інструментами для дослідження, управління та моніторингу навколишнього середовища та геоекологічних небезпек в цілому, таких як посуха, повені, ерозія ґрунту, ґрунтові води, заморозки. Однією з найважливіших особливостей цих інструментів, що підвищують їх динаміку, є їх еволюційні можливості, засновані на сучасному способі розробки та структурування цих методів (сучасне програмне забезпечення, дані, методики тощо). Тому постійно зростаючі наукові знання та технічний прогрес завжди сприятимуть розвитку представлених методів

