

НУБІП України

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА  
528.85(477.41)

ВОЛОШИНОЇ АННИ АНАТОЛІЇВНИ  
2022

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Факультет землевпорядкування

# НУБІП України

УДК 528.85(477.41)

ПОГОДЖЕНО  
Декан факультету  
землевпорядкування

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
Г. В. О. завідувача кафедри  
геоінформатики і аерокосмічних  
досліджень Землі

# НУБІП України

д.е.н., проф. ЄВСЮКОВ Т.О.  
«    » 2022 р.

к.т.н., доц. ДРОЗДІВСЬКИЙ О.П.  
«    » 2022 р.

# НУБІП України

## МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Геоінформаційний аналіз часових рядів геопросторових даних  
на прикладі території Білоцерківського району»

# НУБІП України

Спеціальність - 193 «Геодезія та землеустрій»

Освітня програма – Геодезія та землеустрій

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

# НУБІП України

доктор економічних наук, професор

МАРТИН А.Г.

(підпис)

Керівник магістерської  
кваліфікаційної роботи

# НУБІП України

доктор технічних наук, професор

КОХАН С.С.

(підпис)

Виконала

ВОЛОШІНА А.А.

(підпис)

# НУБІП України

2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Факультет землевпорядкування

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**  
геоінформатики і аерокосмічних  
досліджень Землі

д.т.н., проф. КОХАН С.С.  
«24» жовтня 2021 р.

**ЗАВДАННЯ**

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**  
**СТУДЕНТЦІ**

*Волошині Анни Анатоліївни*

**Спеціальність** – 193 «Геодезія та землеустрій»

**Освітня програма** – Геодезія та землеустрій

**Орієнтація освітньої програми** – освітньо-професійна

**Тема магістерської кваліфікаційної роботи:** «**Геоінформаційний аналіз часових рядів геопросторових даних на прикладі території Білоцерківського району**», що затверджена наказом ректора НУБіП України від «23» жовтня 2021 р. № 1795 «С»

**Термін подання завершеної роботи на кафедру** – *за десять днів до захисту магістерської кваліфікаційної роботи.*

**Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи:**

- цифрові моделі рельєфу, одержані з відкритих ресурсів;
- карта ґрунтів регіону (М 1:500 000);
- знімки середнього просторового розрізнення (Landsat 8 OLI, Sentinel-2);
- планово-картографічні матеріали модельної території (Білоцерківський район).

**Перелік питань, які підлягають дослідженню:**

1. Обґрунтування сучасного стану та перспектив розвитку аналізу часових рядів геопросторових даних.
2. Розроблення загальної концептуальної моделі аналізу часових рядів геопросторових даних.
3. Геоінформаційний аналіз часових рядів на прикладі модельної території.

**Дата видачі завдання** «24» жовтня 2021 року

**Керівник магістерської кваліфікаційної роботи**

КОХАН С.С.

**Завдання прийняла до виконання**

ВОЛОШИНА А.А.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
<b>РОЗДІЛ 1 СУЧАСНИЙ СТАН РОЗВИТКУ ТА ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО АНАЛІЗУ ЧАСОВИХ РЯДІВ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ .....</b>	<b>10</b>
1.1 Часовий ряд: загальні поняття, характеристики та властивості....	12
1.2 Методи геоінформаційного аналізу.....	15
1.3 Аналіз часових рядів та часових профілів об'єктів у середовищі ГІС .....	20
<b>РОЗДІЛ 2 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА .....</b>	<b>26</b>
2.1 Характеристика Білоцерківського району.....	26
2.1.1 Місце розташування Білоцерківського району.....	26
2.1.2 Кліматичні умови Білоцерківського району .....	27
2.1.3 Характеристика ґрунтів території дослідження.....	27
2.1.4 Земельні ресурси території .....	29
2.2 Розроблення загальної концептуальної моделі для аналізу часових рядів геопросторових даних.....	35
<b>РОЗДІЛ 3. ІНФОРМАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ЧАСОВИХ РЯДІВ НА ПРИКЛАДІ МОДЕЛЬНОЇ ТЕРИТОРІЇ.....</b>	<b>42</b>
3.1 Технологія створення часового ряду .....	42
3.2 Геоінформаційний аналіз часових змін території.....	48
3.3 Використання часових рядів для вивчення просторово часових змін об'єктів.....	60
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>64</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>65</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>70</b>

## ВСТУП

Актуальність теми.

Географічна інформаційна система (ГІС) — це технологічний інструмент для збору, керування, відображення та аналізу географічних даних, який поєднує програмне забезпечення, апаратне забезпечення та дані. Він підтримує боротьбу зі стихійними лихами та пом'якшення їх наслідків, зонування небезпеки зсувів, проектування зміни маршрутів, навігаційні напрямки, картографування та аналіз небезпек. Крім того, це допомагає покращити комунікацію, процес прийняття рішень і ведення записів для географічної інформації.

Геоінформаційні системи (ГІС) використовуються у різних сферах людської діяльності, а особливо в тих, які потребують інформації про взаємне розташування та форму об'єктів у просторі а також їх зміни у часі. ГІС дає можливість отримувати, обробляти, систематизувати та візуалізувати усі процеси та явища, які відбуваються на земній поверхні, економіці та суспільстві.

Актуальність теми дослідження пов'язана з необхідністю удосконалення методики змін типів землекористувань у часі на основі використання геопросторових даних, визначення тенденцій цих змін та їхній прогноз.

Аналіз часових рядів допомагає зрозуміти основні причини тенденцій або системних закономірностей з часом. Використовуючи візуалізацію даних, користувачі можуть побачити сезонні тенденції та глибше розуміти причини їх виникнення.

За допомогою сучасних аналітичних засобів часові дані можуть вийти далеко за межі лінійних графіків. При аналізі даних на основі послідовних інтервалів, можна використовувати прогнозування часових рядів для передбачення ймовірності майбутніх подій.

Прогнозування часових рядів є частиною прогнозової аналітики. Аналіз може відображати ймовірні зміни в даних - сезонність або циклічну поведінку, що забезпечує краще розуміння змін даних і сприяє здійсненню прогнозу.

**Мета дослідження.** Метою даної роботи є удосконалення підходів до розроблення методики геоінформаційного аналізу змін типів земельного вкриття у часі на основі використання геопросторових даних, визначення та оцінка тенденцій цих змін і їхній прогноз.

#### **Завдання досліджень:**

1. Проаналізувати сучасний стан і перспективи розвитку методів геоінформаційного аналізу часових рядів геопросторових даних;
2. Обґрунтувати поняття часового ряду геоданих та визначити їхні властивості;
3. Розробити структуру ГІС для геоінформаційного аналізу часових рядів геоданих;
4. Створити набори геоінформаційних моделей;
5. Визначити базовий набір геоданих і тематичних даних для геоінформаційного аналізу змін типів земельного вкриття; оцінка тенденцій цих змін і їхній прогноз;
6. Визначити шляхи раціонального використання земель сільськогосподарського призначення на прикладі модельної території

#### **Стан вивчення проблеми.**

Складність процесу прогнозування пов'язана з необхідністю аналізу і оцінювання великих обсягів даних, ускладненням методів, появою концептуально нових підходів до прогнозування процесів різної природи тощо.

Тому на сьогодні стан розвитку методів прогнозування дуже тісно пов'язаний з розвитком інформаційних технологій. На сьогоднішній день вони є невід'ємною частиною процесів управління складними системами.

Основними складовими системи прогнозування часових рядів є база з ретроспективними даними, яка безперервно поповнюється, комплекс прогнозних моделей, а також методів їх оцінювання якості, які згруповані відповідно від постановки задачі прогнозування.

Розробка ефективних інформаційних систем прогнозування часових рядів є актуальною задачею як для теорії, так і для практики в різних галузях.

Проблеми створення систем прогнозування часових рядів перш за все стосуються побудови таких моделей, які будуть характеризувати з необхідною точністю простотою, гнучкістю в застосуванні та прозорістю в оцінці параметрів. [4]

**Наукова новизна.** У магістерській роботі удосконалено підходи до розроблення методики геоінформаційного аналізу змін типів земельного використання у часі на основі використання геопросторових даних. Визначено та оцінено тенденції цих змін і їх прогноз.

**Методи дослідження.**

При виконанні основних завдань магістерської роботи були застосовані як стандартні аналітичні методи досліджень, такі як аналіз різного роду, порівняння, вимірювання та ін. в той же час були застосовані і інноваційні методи, які передбачають використання певного специфічного для даної теми програмного забезпечення.

Порівняльний аналіз можна визначити як метод порівняння схожих елементів один з одним і визначення їх відмінностей і спільного. Він використовується в багатьох напрямках і дисциплінах, щоб краще зрозуміти схожість і відмінності в продуктах. Це може допомогти підприємствам приймати розумні рішення щодо ключових питань. Одним із важливих способів його використання є застосування до наукових даних. Визначення наукових даних стосується інформації, яка була зібрана в ході наукових досліджень для використання з певною метою. Коли порівняльний аналіз застосовується до наукових даних, він використовується для визначення узгодженості та надійності наборів даних. Це також допомагає вченим перевірити точність і достовірність їхніх даних. [5]

Геостатистика - це розділ статистики, який займається аналізом та прогнозуванням значень, пов'язаних з просторовими та просторово-часовими

явищами. Вона включає просторові (і деяких випадках тимчасові) координати аналізованих даних. Багато геостатистичних інструментів спочатку були розроблені як практичні засоби опису просторових моделей та інтерполяції значень для місць розташування, в яких не проводилися вимірювання. Згодом такі інструменти та методи розвивалися і тепер надають не тільки інтерполіровані значення, а й невизначеності для таких значень.

Статистики) Статистичний аналіз допомагає отримувати додаткову інформацію з ГІС-даних, яка не є очевидною при простому погляді на карту, наприклад, як розподілені значення атрибутів, чи є просторові тренди в даних, чи формують об'єкти просторові закономірності. На відміну від функцій запитів, таких як ідентифікація чи вибірка, що надають інформацію про окремі просторові об'єкти, статистичний аналіз виявляє характеристики набору просторових об'єктів як єдиного цілого. Статистичний аналіз часто використовується для дослідження ваших даних, наприклад для дослідження розподілу значень конкретного атрибуту або визначення значень викидів (екстремально високих або низьких значень). Мати подібну інформацію корисно при визначенні класів та інтервалів на карті, при перекласифікації даних або пошуку помилок у даних. [6]

Геоінформаційного аналізу і моделювання. Геоінформаційне моделювання — інтегративна теорія, яка на новій методологічній основі об'єднує вже відомі методи проектування, укладання, використання та аналізу геоінформаційних моделей для дослідження об'єктів реального світу за допомогою системи упорядкування і трансформації інформації про ці об'єкти.

Попереднього й тематичного оброблення даних ДЗЗ

Попередня обробка даних ДЗЗ включає в себе геометричну, радіометричну, атмосферну корекцію зображення, географічну прив'язку знімка. Тематична обробка даних дистанційного зондування (даних ДЗЗ) - це методи поліпшення зображення, що включають в себе модифікацію контрастності, придушення шумів, виділення кордонів. Тематична обробка даних ДЗЗ здійснюється для вирішення конкретного завдання, наприклад, для

моніторингу змін території в результаті житлової забудови і т.д. В процесі тематичної обробки даних здійснюється класифікація об'єктів за космічними знімками з їх характерними ознаками.

Аналізу часових рядів. Аналіз часових рядів — це специфічний спосіб аналізу послідовності точок даних, зібраних за певний проміжок часу. Під час аналізу часових рядів аналітики записують точки даних через узгоджені інтервали протягом встановленого періоду часу, а не просто записують точки даних періодично чи випадково. Однак цей тип аналізу — це не просто акт збору даних у часі.

Дані часових рядів відрізняє від інших даних те, що аналіз може показати, як змінні змінюються з часом. Іншими словами, час є важливою змінною, оскільки він показує, як дані коригуються протягом точок даних, а також кінцевих результатів. Це забезпечує додаткове джерело інформації та встановлений порядок залежностей між даними.

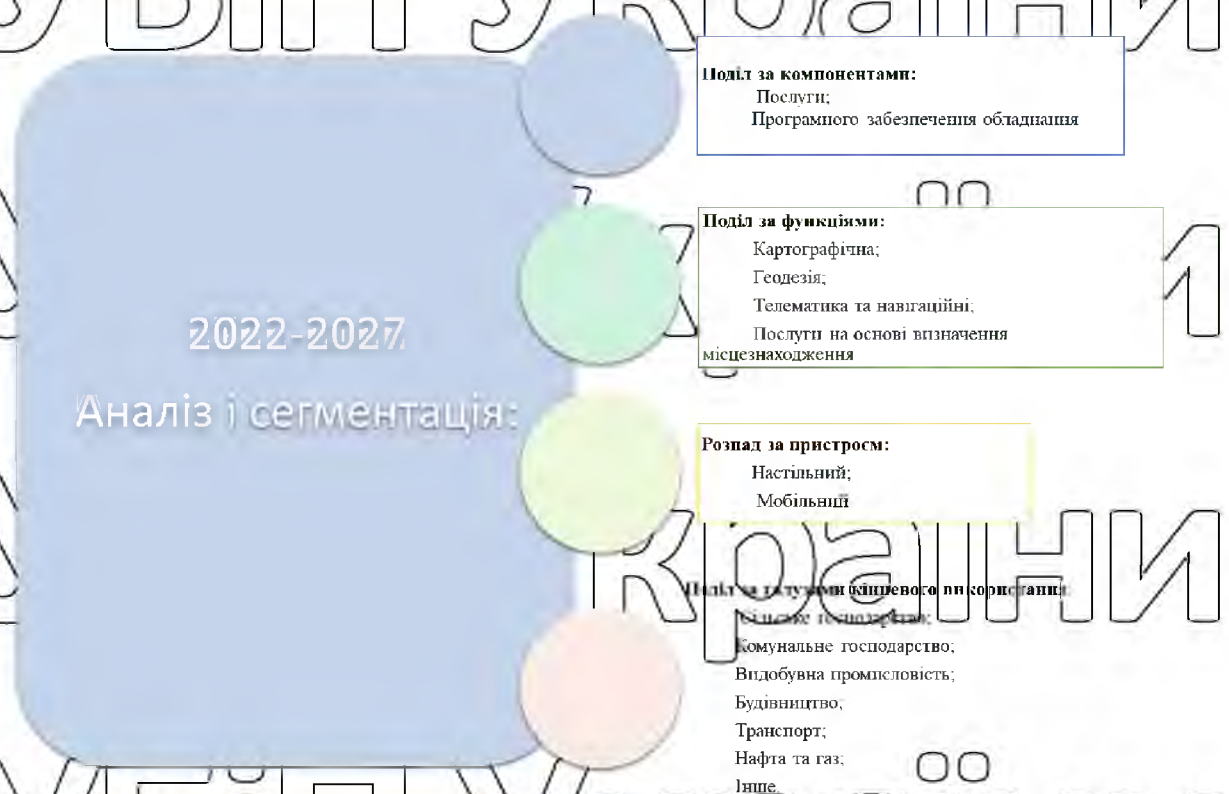
# РОЗДІЛ 1 СУЧАСНИЙ СТАН РОЗВИТКУ ТА ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО АНАЛІЗУ ЧАСОВИХ РЯДІВ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ

GIS стає все більш популярною в секторі охорони здоров'я для відстеження поширення інфекційних захворювань, що покращує перспективи ринку. [7]

Сучасні дані часових рядів відрізняються від того, що ми знали в минулому. Аналіз даних часових рядів набагато глибший, ніж кругова діаграма чи робоча книга Excel зі стовпцями зведених підсумків. [39]

Схема 1.1

Ринк географічної інформаційної системи (GIS). [7]



За останні пару років пандемія негативно вплинула на багато сегментів нашої галузі, але забезпечила деяке полегшення іншим. Це ускладнило точне прогнозування розвитку нашої промисловості та технологій. Однак одна річ стала ще ясніше в цей важкий час: наш успіх як галузі вимагає співпраці багатьох рівнів уряду, приватного сектору, комунальних служб, громадських



Рисунок 1.1 Схема взаємозв'язку

Вимоги до цифрових технологій відкрили чудові можливості для розвитку обміну та обробки даних у хмарі, що прямо чи опосередковано призвело до покращення 3D-обробки та моделювання. Незважаючи на те, що

пандемія змінила спосіб ведення бізнесу, виробники геопросторових датчиків

технологій продовжили свою тенденцію до зростання, хоча й скромніше, ніж очікувалося. [9]

Розроблені інструменти дистанційного зондування та геоінформаційної системи швидко поширюються в останні роки з метою управління природними ресурсами та моніторингу змін навколишнього середовища.

Інтерпретація та аналіз зображень дистанційного зондування вимагає розуміння процесів, які визначають взаємозв'язки між властивостями, які фактично вимірює датчик, і властивостями поверхні, які ми зацікавлені ідентифікувати та вивчати.

Зміни земної поверхні стають все більш важливими для моніторингу локальних, регіональних і глобальних ресурсів. Велика колекція минулих і сучасних зображень дистанційного зондування дозволяє проаналізувати просторово-часову структуру елементів навколишнього середовища та вплив людської діяльності в останні десятиліття.

Виявлення змін як процес знаходження відмінностей у стані об'єкта чи явища шляхом спостереження за ним у різний час. Інше визначення виявлення

змін – це технологія, що визначає зміни певних характеристик протягом певного інтервалу часу. Він забезпечує просторовий розподіл ознак, якісну та кількісну інформацію про зміни ознак. Міністерство оборони США визначає виявлення змін як техніку покращення зображення, яка порівнює два зображення однієї області за різні періоди часу. Ідентичні елементи зображення видаляються, залишаються підписи, які зазнали змін. [10]

Алгоритми виявлення змін аналізують кілька зображень однієї сцени, зроблених у різний час, щоб визначити області змін.

Методи виявлення змін класифікують на два типи, а саме класифікаційне порівняння та пряме порівняння. Пропонують класифікацію трьох категорій, включаючи виявлення змін на основі пікселів, на основі функцій і на основі об'єктів. Також узагальнюють методи виявлення змін на сім типів, а саме арифметичні дії, перетворення, класифікаційне порівняння, вдосконалені моделі, інтеграція ГС, візуальний аналіз та деякі інші методи. Підсумовуючи методи виявлення змін у загальних рисах і пропонуючи класифікацію прямих відмінностей, перевірки статистичних гіпотез, прогнозних моделей, моделі затінення, фонового моделювання тощо.

Часовий аналіз класифікує за своїми підходами, а саме, двочасове виявлення змін і аналіз тимчасової траєкторії. Перший вимірює зміни на основі шкали часу «двох епох», тобто, порівняння двох дат. Останній аналізує зміни на основі «безперервного» часового масштабу. Аналіз зосереджується не лише на тому, що змінилося між датами, а й на прогресі змін протягом періоду. [10]

### 1.1 Часовий ряд: загальні поняття, характеристики та властивості

Оскільки ми реєструємо дані, час був вирішальним фактором. В аналізі часових рядів час є важливою змінною даних. Аналіз часових рядів допомагає нам вивчати наш світ і дізнаватися, як ми розвиваємося в ньому.

Часовий ряд – це послідовний і кількісний прояв системи в часі. Простіше кажучи, часовий ряд – це масив точок даних, що спостерігаються

або обчислюються характерно в послідовних точках часу, розміщених зазвичай у незмінних часових інтервалах, що надходять із системи чи процесу. Він з'являється в техніці фізичних і хімічних наук, біологічних і медичних науках і навіть у соціальних науках. Часовий ряд надає підтвердження різних теорій і моделей з модифікаціями і навіть іноді може породити новомодні теорії або моделі. [11]

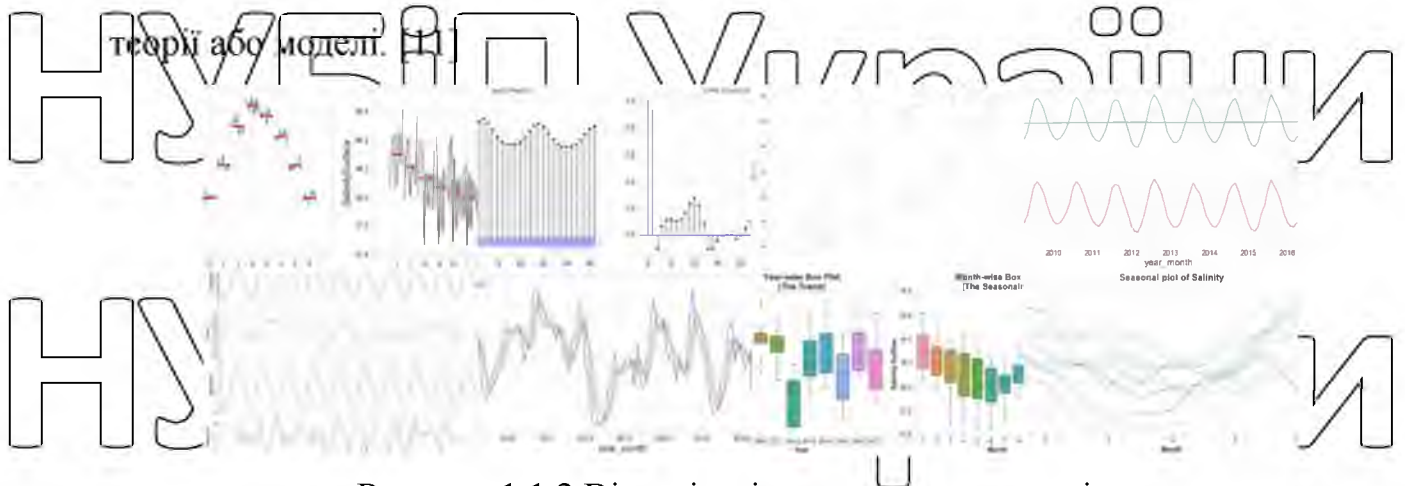


Рисунок 1.1.2 Візуалізація даних часових рядів

Цілі:

1. Щоб зрозуміти, як працюють часові ряди, які фактори впливають на певні зміни в різні моменти часу.
2. Аналіз часових рядів забезпечить наслідки та уявлення про особливості даного набору даних, які змінюються з часом.
3. Підтримка отримання прогнозу майбутніх значень змінної часового ряду.

Припущення: існує одне й єдине припущення, яке є «стаціонарним», що означає, що походження часу не впливає на властивості процесу під статистичним фактором. [42]

Дані часових рядів – це послідовність точок даних, зібраних протягом інтервалів часу, що дозволить нам відстежувати зміни з часом. Дані часових рядів можуть відстежувати зміни протягом мілісекунд, днів або навіть років.

[39]

Дані часових рядів відрізняє від інших даних те, що аналіз може показати, як зміни змінюються з часом. Іншими словами, час є важливою змінною, оскільки він показує, як дані коригуються протягом точок даних, а

також кінцевих результатів. Це забезпечує додаткове джерело інформації та встановлений порядок залежностей між даними. [40]

Ці детальні дані включають час не лише як показник, а й як основний компонент, який допомагає аналізувати наші дані та отримувати значущі ідеї.

Крім того, існує багато інших типів даних часових рядів. Проте, незалежно від сценарію чи випадку використання, усі набори даних часових рядів мають три спільні речі:

Дані, які надходять, майже завжди записуються як новий запис.

Зазвичай дані надходять у певний час

Первинною віссю є час (інтервали часу можуть бути як регулярними, так і нерегулярними). [39]

Схема 1.1.1

За допомогою «Часових рядів» ми можемо підготувати численні аналізи

та результати за часом. [42]

Аналіз часових рядів — це специфічний спосіб аналізу послідовності точок даних, зібраних за певний проміжок часу. При аналізі часових рядів

аналітики записують точки даних через узгоджені інтервали протягом

встановленого періоду часу, а не просто записують точки даних періодично або випадково. Однак цей тип аналізу — це не просто акт збору даних у часі. [40]

Дослідники часових рядів були вражені на початку 1980-х років, дізнавшись, що алгоритми швидкого перетворення Фур'є були передбачені

багато років тому К. Ф. Гауссом. Історія описана в Heideman et al. (1985). З тих

пір було розширено випадки простого числа спостережень (див. Андерсон і

Діллон (1996)) і випадки нерівнорознесених часових точок (див. Нгуєн і Лю

(1999))[41]

*Компоненти аналізу часових рядів*

- **Тренд:** у якому немає фіксованого інтервалу, і будь-яке розходження в межах даного набору даних є безперервною часовою шкалою.

Тренд буде негативним, позитивним або нульовим

• **Сезонність:** регулярні або фіксовані інтервали змінюються в межах набору даних на безперервній шкалі часу. Була б дзвоноподібна крива або пилка

• **Циклічний:** у якому немає фіксованого інтервалу, невизначеності в русі та його характері

• **Нерегулярність:** несподівані ситуації/події/сценарії та сплески за короткий проміжок часу. [42]








	Trend	Seasonality	Cyclical	Irregularity
Time	Fixed Time Interval	Fixed Time Interval	Not Fixed Time Interval	Not Fixed Time Interval
Duration	Long and Short Term	Short Term	Long and Short Term	Regular/Irregular
Visualization				
Nature - I	Gradual	Swings between Up or Down	Repeating Up and Down	Errored or High Fluctuation
Nature - II	Upward/Down Trend	Pattern repeatable	No fixed period	Short and Not repeatable
Prediction Capability	Predictable	Predictable	Challenging	Challenging
Market Model				Highly random/Unforeseen Events – along with white noise.

Рисунок 1.1.3 Компоненти аналізу часових рядів

Для аналізу часових рядів зазвичай потрібна велика кількість точок даних, щоб забезпечити послідовність і надійність. Великий набір даних гарантує, що у вас є репрезентативний розмір вибірки, і цей аналіз може прорізати шумні дані. Це також гарантує, що будь-які виявлені тенденції чи закономірності не є викидами та можуть пояснювати сезонні коливання. Крім того, дані часових рядів можна використовувати для прогнозування — передбачення майбутніх даних на основі історичних даних. [40]

## 1.2 Методи геоінформаційного аналізу

Аналіз дослідницьких даних – це процес, який використовують дослідники для зведення даних до історії та їх інтерпретації для отримання розуміння. Процес аналізу даних допомагає зменшити велику частину даних на менші фрагменти, що має сенс.

У процесі аналізу даних відбуваються три важливі речі перша організація даних. Узагальнення та категоризація разом сприяють тому, щоб

стати другим відомим методом, який використовується для зменшення даних. Третій і останній спосіб – аналіз даних – дослідники роблять це як зверху вниз, так і знизу вгору. Основною метою аналізу є знаходження географічних питань та подальше їх опрацювання, знаходження відповідей.

При виконанні основних завдань магістерської роботи використовуються стандартні аналітичні методи дослідження, такі як різні види аналізу, порівняння, вимірювання тощо. При цьому застосовуються інноваційні методи, що передбачають використання певного предметного програмного забезпечення.

Порівняльний аналіз можна з'ясувати, як спосіб порівняння подібних елементів друг з одним і виявлення їх відмінностей та загальних характеристик. Він використовується в багатьох областях та областях, щоб краще зрозуміти подібності та відмінності продуктів. Це дозволяє підприємствам приймати розумні рішення щодо важливих питань. Одним із важливих способів його використання є застосування до наукових даних. Визначення наукових даних стосується інформації, зібраної в ході наукових досліджень, яка використовується для певної мети. Коли порівняльний аналіз застосовується до наукових даних, він використовується визначення узгодженості і надійності наборів даних. Це також допомагає вченим підтверджувати точність та надійність своїх даних. [5]

Геостатистика – це розділ статистики, який займається аналізом та прогнозуванням значень, пов'язаних з просторовими та просторово-часовими явищами. Він містить просторові (і, можливо, тимчасові) координати даних, що аналізуються. Багато геостатистичних інструментів спочатку розроблялися як практичні засоби опису просторових закономірностей та інтерполяції значень для незмірних положень. Згодом такі інструменти та методи еволюціонували й тепер пропонують не лише інтерпольовані значення, а й невизначеність таких значень.

Статистичний аналіз надає додаткову інформацію, не очевидну при простому погляді на карту, наприклад, як розподіляються значення атрибутів,

чи є просторові тренди в даних і чи об'єкти формують просторові закономірності. Це допомагає в отриманні даних. На відміну від функцій запити, таких як ідентифікація та вибірка, що надають інформацію про окремі просторові об'єкти, статистичний аналіз розкриває характеристики набору просторових об'єктів загалом. Статистичний аналіз часто використовується для вивчення даних, наприклад для вивчення розподілу значень певного атрибуту або виявлення викидів (надзвичайно високих або низьких значень). Така інформація корисна при визначенні класів та інтервалів на карті, перекласифікації даних або пошуку помилок у даних. [6]

Геоінформаційне моделювання засноване на нових відомих методологіях проектування, компіляції, використання та аналізу геоінформаційних моделей для вивчення об'єктів реального світу з використанням систем, що організують та перетворюють інформацію про ці об'єкти, і є інтегрованою теорією, що об'єднує методи.

Попередня обробка даних ДЗЗ включає геометрію зображення, радіометрію, атмосферну корекцію та географічну прив'язку зображення. Тематична обробка даних ДЗЗ (дані ДЗЗ) є методом покращення зображення та включає зміну контрасту, придушення шумів та виділення кордонів.

Тематична обробка даних ДЗЗ виконується на вирішення конкретних завдань. Наприклад, відстежувати територіальні зміни в результаті житлового будівництва і т. д. У ході тематичної обробки даних об'єкти класифікуються за їх просторовим образом з властивими ознаками.

Аналіз часових рядів. Аналіз часових рядів - це особливий метод аналізу низки точок даних, зібраних за певний період. При аналізі часових рядів аналітики записують точки даних через узгоджені інтервали протягом встановленого періоду часу, а чи не просто періодично чи випадково записують точки даних. Однак такий аналіз це не просто акт збору даних у часі.

Дисперсійний аналіз - це аналіз, який включає визначення критеріїв знаходжень об'єктів чи груп об'єктів в межах певної відстані.

Після визначення критеріїв аналізу близькості, для того, щоб створити нову інформацію, потрібно виконати одну чи більше дій. А от дисперсія – це такий тип аналізу в геоінформаційних системах, який визначає, які об'єкти є близькі до інших, а також наскільки вони близькі. Об'єкти дисперсійного аналізу можуть бути в межах одного шару або окремих шарів.

Тому можна виділити такий ряд питань, щодо визначення дисперсійного аналізу:

1. Які саме об'єкти знаходяться біля яких?
2. Яка відстань між об'єктами?

Також можна виділити доволі великий спектр питань, щодо визначення аналізу близькості:

1. Що знаходиться близько до чого?
2. На скільки є віддаленими об'єкти від інших?

На певній відстані від об'єкту, чи є щось?

4. Як логічно прив'язати область до точки?

Статистичний аналіз допомагає ідентифікувати взаємозв'язки у ваших даних, а також закономірності, шаблони, для того, щоб отримати додаткову інформацію, яка при візуальному огляді карти, території може не бути достатньо видимою. Статистика сприяє вирішенню проблем шляхом аналізу, сприяє прийняттю рішень, а також забезпечує механізми оцінки впливу на ці рішення. В цей момент зосереджується на більш інтуїтивних та широко використовуваних просторових статистичних рішеннях.

Просторова статистика розширює природний процес візуального аналізу даних, кількісно оцінюючи просторовий розподіл та просторові відносини та виділяючи найсильніші чи найслабші закономірності у ваших даних.

Просторова статистика дозволяє доповнити вашу точку зору конкретними цифрами та статистикою.

Оверлейний аналіз відповідає на запитання: що є на вершині?

Інструменти ГІС для накладання об'єднують об'єкти, а також атрибути з декількох шарів за для створення нової інформації.

Оверлей у процесі геообробки є геометричним накладанням декількох наборів даних для видалення, об'єднання, оновлення, перетворення об'єктів у вихідному новому наборі даних. Таке накладання надає відповідь на основне питання : Що знаходиться у конкретній точці?

Аналіз накладання був основною причиною розробки програмного забезпечення ГІС. Наприклад, перший продукт Esri називався Polygon

Аналіз накладання – це функція справжнього програмного забезпечення ГІС та ключова функція, яка відрізняє його від автоматизованих картографічних систем та онлайн-карток. Онлайн-карти можуть відображати розташування на карті, надавати інструменти навігації та запитів до карти та навіть геокодувати адреси. Онлайн-карти зручні, але справжнє програмне забезпечення ГІС, таке як ArcGIS, дозволяє накладати дані для створення нових даних і робити прогнози для відповідей на важливі географічні питання.

Оверлейний аналіз поділяється на аналіз векторного накладання та аналіз растрового накладання залежно від даних, що використовуються.

Для векторних накладень використовуються точки, лінії та багатокутники. Накладання векторних шарів дозволяє комбінувати їх атрибути.

Растрове накладання – це процес об'єднання кількох растрових шарів в один для вирішення конкретної аналітичної задачі. Растрові накладення дозволяють об'єднувати дані з кількох клітинок. Кожна клітинка в кожному растрі посилається на те саме географічне розташування. Кожній характеристиці (нахил, висота) зазвичай присвоюється числове значення. Це дозволяє математично поєднувати шари та призначати нові значення кожній комірці вихідного шару.

Часовий аналіз надає змогу відстежувати, візуалізувати та аналізувати просторові дані, які переміщуються або змінюють стан з часом. Дисперсійний аналіз, оверлейний аналіз та статистичний аналіз допомагають виявити проблеми розташування в даних і відстежувати просторові зміни в даних.

Часовий аналіз додає ще один вимір до аналізу та допомагає відповісти на запитання «коли» щодо ваших даних. Часовий аналіз GIS відноситься до аналізу, що включає часові атрибути. Аналіз часових рядів дуже корисний для дослідження змін даних з часом в одному місці.

Крім того, часовий аспект даних дозволяє нам не тільки візуалізувати дані статично, алей показати їх розподіл і розподілу часі

Геоінформаційні методи спираються на аналіз інформаційних потоків, які виникають в предметних областях наук про Землю. Це дозволяє підсилити міждисциплінарні зв'язки і сприяє розвитку теоретичних і методичних основ

географії як природничо-бази вирішення проблем взаємодії суспільства і природи. [14]

Геопросторовий аналіз виник у Канаді для каталогізації природних ресурсів у 1960-х роках з використанням перших систем географічної інформації (ГІС). Географічні інформаційні системи використовуються для прогнозування, управління та вивчення всіх видів явищ, що впливають на землю, її системи та мешканців. [15]

### 1.3 Аналіз часових рядів та часових профілів об'єктів у середовищі

**ГІС** Аналіз часових рядів — це специфічний спосіб аналізу послідовності точок даних, зібраних за певний проміжок часу. При аналізі часових рядів

аналітики записують точки даних через узгоджені інтервали протягом встановленого періоду часу, а не просто записують точки даних періодично або випадково. Однак цей тип аналізу — це не просто акт збору даних у часі.

Для аналізу часових рядів зазвичай потрібна велика кількість точок даних, щоб забезпечити послідовність і надійність. Великий набір даних

гарантує, що у вас є репрезентативний розмір вибірки, і цей аналіз може прорізати шумні дані. Це також гарантує, що будь-які виявлені тенденції чи закономірності не є викидами та можуть пояснювати сезонні коливання. Крім

того, дані часових рядів можна використовувати для прогнозування — передбачення майбутніх даних на основі історичних даних.

Приклади аналізу часових рядів у дії включають:

1. Дані про погоду
2. Вимірювання кількості опадів
3. Показання температури
4. Моніторинг серцевого ритму (ЕКГ)
5. Моніторинг головного мозку (ЕЕГ)
6. Квартальні продажі
7. Курси акцій
8. Автоматизована біржова торгівля
9. Галузеві прогнози
10. Процентні ставки [16]

Важливість аналізу часових рядів для науки, промисловості та торгівлі полягає в наступному :

- Вивчення минулої історії необхідно для прогнозування майбутніх подій.

- Аналіз часових рядів показує, чому в минулих даних існують тенденції та як їх можна пояснити основними закономірностями чи процесами.

- Аналіз часових рядів є основним інструментом для аналізу природних систем, які неможливо зрозуміти без нього. Наприклад, кліматичні цикли та коливання в економіці, а також виверження вулканів і землетруси є прикладами природних систем, поведінку яких найкраще можна вивчити за допомогою аналізу часових рядів.

Аналіз часових рядів дає можливість передбачити майбутнє. У техніці, фінансах, бізнесі та економіці це важливо, щоб інвесторам, клієнтам або інженерам було легко приймати правильні рішення.

*Основні компоненти аналізу часових рядів*

Враховуючи дискретний характер часових рядів, дані часто беруться з дискретних періодів часу. Ось 4 основні компоненти:

# НУВБІП УКРАЇНИ

1. Трендовий компонент
2. Сезонна складова
3. Циклічна складова
4. Нерегулярний компонент

1. Компонент тенденції : це корисно для прогнозування майбутніх рухів.

Протягом тривалого періоду часу тенденція показує, чи мають дані тенденцію до збільшення чи зменшення. Термін «тренд» означає середню довгострокову плавну тенденцію. Не всі підвищення або зменшення мають відбуватися

одночасно. Різні відрізки часу демонструють різні тенденції щодо тенденцій,

які зростають, зменшуються або є стабільними. Однак має бути загальний висхідний, спадний або стабільний тренд.

2. Сезонна складова : Сезонна складова часового ряду – це зміна деякої змінної внаслідок деяких заздалегідь визначених моделей її поведінки. Це

визначення можна використовувати для будь-якого типу часових рядів, включаючи котирування цін на окремі товари, процентні ставки, обмінні курси, ціни акцій тощо.

У багатьох програмах сезонні компоненти можна представити простими рівняннями регресії. Цей підхід іноді називають «сезонною регресією» або «бімодальною регресією».

3. Циклічна складова : Циклічна складова в часовому ряді – це частина зміни змінної, яку можна пояснити іншими циклічними рухами в економіці.

Іншими словами, цей термін дає інформацію про сезонні закономірності.

Його також називають ефектом тривалого періоду (LP) або процесом бум-спад.

Наприклад, під час рецесії бізнес-цикли зазвичай характеризуються більш повільними темпами зростання, ніж до початку рецесії.

4. Визначення нерегулярної складової: нерегулярна складова – це частина руху змінної, яку не можна пояснити циклічними рухами в економіці.

Іншими словами, цей термін дає інформацію про несезонні моделі.

Цей термін відноситься до змін, які не є циклічними. До них відносяться процеси підйому та падіння, постійні зміни в довгостроковій тенденції змінної

або «сезонно не скоригована» інформація, яка зазвичай не міститься в рахунках національного доходу та продукції (наприклад, амортизація, витрати на дослідження та розробки та сільськогосподарські субсидії).

*Які цілі аналізу часових рядів?*

- Вивчити тенденцію серіалу
- Для обчислення даних часових рядів
- Щоб створити новий набір даних із існуючого
- Для аналізу та порівняння старих і нових наборів даних
- Щоб виявити причинно-наслідковий зв'язок між змінними набору

даних

- Вивчати перехресні зв'язки між різними типами змінних
- Для інтерпретації економічної значущості рядів даних та їх зв'язку

з іншими факторами в економіці [17]

Ланцюг Маркова — це математична система, яку зазвичай визначають як сукупність випадкових величин, які переходять з одного стану в інший відповідно до певних імовірнісних правил. Цей набір переходів задовольняє властивість Маркова, яка стверджує, що ймовірність переходу до будь-якого конкретного стану залежить виключно від поточного стану та часу, що минув, а не від послідовності станів, які йому передували. Ця унікальна характеристика марковських процесів робить їх безпам'ятними.

Аналіз Маркова — це метод, який використовується для прогнозування значення змінної, на прогнозоване значення якої впливає лише поточний стан, а не будь-яка попередня діяльність. По суті, він передбачає випадкову змінну виключно на основі поточних обставин, що оточують змінну. [9]

Дана модель заснована на припущенні, що ймовірність того, що система знаходиться в конкретному стані в конкретний момент часу, може бути визначена, якщо стан в попередній момент часу. Даний аналіз використовувався для моделювання та прогнозування змін у землекористуванні, але його аналіз не є явним у просторовому відношенні і тому його краще використовувати лише для короткострокового прогнозування.

Крім того, не враховується розподіл просторової інформації для кожного класу, а ймовірність переходу між станами ландшафту не є постійними. [9]

Основними перевагами марковського аналізу є простота та точність прогнозування поза вибіркою. Прості моделі, такі як ті, що використовуються для марковського аналізу, часто краще прогнозують, ніж більш складні моделі.

На жаль, аналіз Маркова не дуже корисний для пояснення подій, і в більшості випадків він не може бути справжньою моделлю основної ситуації. Так, відносно легко оцінити умовні ймовірності на основі поточного стану.

Однак це часто мало що говорить про те, чому щось сталося. [10]

Аналіз часових рядів представляє дуже просунуту область аналізу даних. Він зосереджений на описі, обробці та прогнозуванні часових рядів. Часові ряди – це впорядковані за часом набори даних. Під час інтерпретації часових рядів перед вибором правильної моделі для аналізу необхідно враховувати

моделі автокореляції, сезонності і стаціонарності. Існує кілька моделей аналізу часових рядів, починаючи від базової, точно налаштованої та розширеної. Розширені моделі допомагають аналітикам даних прогнозувати поведінку часових рядів із набагато більшою точністю. [16]

З появою технологій автоматизації та машинного навчання розуміння цієї інформації та проведення складних обчислень стало не таким складним, як колись, що відкриває шлях до кращого розуміння нашого минулого та майбутнього. [28]

Аналіз часових рядів не ідеальний. Це може постраждати від узагальнення з одного дослідження, де було виправдано більше точок даних і моделей. Людська помилка може неправильно визначити правильну модель даних, що може мати ефект снігового кома на виході.

Також може бути важко отримати відповідні точки даних. Основна відмінність між аналізом часових рядів і більшістю інших статистичних проблем полягає в тому, що в часових рядах спостереження не завжди є незалежними. [16]

Наприклад, одна випадкова подія може вплинути на всі наступні точки даних, і кожен дослідник даних повинен точно оцінити, яка з цих подій може вплинути на відповідний аналіз. Чи є подібності в прогнозах, які можуть зробити історичні дані корисними?

Отже, у даному дослідженні в теоретичній частині першого розділу ми розкрили поняття про сучасність/стану розвитку та використання геоінформаційного аналізу часових рядів геопросторових даних. Але стикнулись з недостатньо висвітленими питаннями у літературних джерелах

пов'язані із геоінформаційним аналізом часових рядів геопросторових даних

по території Білоцерківського району. Тобто в сучасному суспільстві поки дана тематика дослідження не розкрита в повній мірі. У зв'язку з цим проводимо дане дослідження та поліпшуємо методику, яку показуємо далі в роботі.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 2 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА

### 2.1 Характеристика Білоцерківського району

#### 2.1.1 Місце розташування Білоцерківського району

Дата утворення: 1923 рік, 7 березня (реформовано у 2020 році)

Площа: 6,51 тис.кв.км , 23,2% від території області

Відстані: від м. Біла Церква до м. Києва залізницею - 80 км, автошляхом - 80 км.

Географічні дані: район розташований в зоні лісостепу, по території району протікають 3 річки: Рось, Раствавця, Кам'янка. Найбільша ріка Рось.

Кордони: Межує - захід: Житомирський та Бердичівський райони Житомирської області, Вінницький район Вінницької області, схід: Обухівський район, північ: Фастівський, Обухівський райони, південь:

Уманський та Звенигородський райони Черкаської області.[18]



Рисунок 2.1.1.1 Білоцерківський район

У 2020 році, в результаті реформування адміністративно-територіального устрою, Постановою Верховної Ради України від 17 липня 2020 року № 807-ІХ "Про утворення та ліквідацію районів" було змінено територіальні межі Білоцерківського району.

Відтепер у Білоцерківський район (адміністративний центр - м. Біла Церква, 209,2 тис. осіб) входить 13 територіальних громад: Білоцерківська міська, Володарська селищна, Гребінківська селищна, Ковалівська сільська, Маловільшанська сільська, Медвинська сільська, Рокитнянська селищна, Сквирська міська, Ставищенська селищна, Таращанська міська, Тетіївська міська, Узинська міська, Фурсівська сільська.

Білоцерківський район межує з Фастівським і Обухівським районами Київської області, Бердичівським і Житомирським районами Житомирської

області, Вінницьким районом Вінницької області та Звенигородським і Уманським районами Черкаської області. [19]

Схема 2.1.1.1

Район характеризується вигідним географічним положенням, наявністю природних ресурсів, потужним промисловим та аграрним потенціалом, високим рівнем розвитку транспорту та зв'язку. Район розташований в лісостеповій зоні, площа території становить 1 276,8 км<sup>2</sup>, що становить 4,6% від території області. [20]

### 2.1.2 Кліматичні умови Білоцерківського району

Клімат району є помірно-континентальним, теплим із достатнім зволоженням. Зима м'яка; середня температура січня  $-6^{\circ}\text{C}$ . Літо тепле; середня температура липня від 18 до 20  $^{\circ}\text{C}$ . Середньорічна кількість опадів становить 500-600 мм, коефіцієнт зволоження 1,3. Середньорічна температура  $+7,5^{\circ}\text{C}$ . Середня тривалість без морозного (вегетаційного) періоду — 160-170 днів. [20]

Переважають вітри західних та південно-західних напрямків. Річна температура складає  $7,5^{\circ}\text{C}$ , річна кількість опадів — 562 мм. [20]

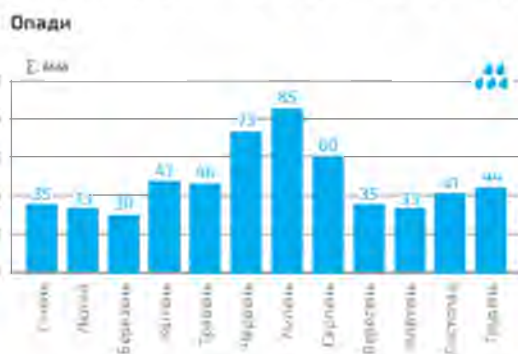


Рисунок 2.1.2.1 Гістограма температури та опадів Білоцерківського району

### 2.1.3 Характеристика ґрунтів території дослідження

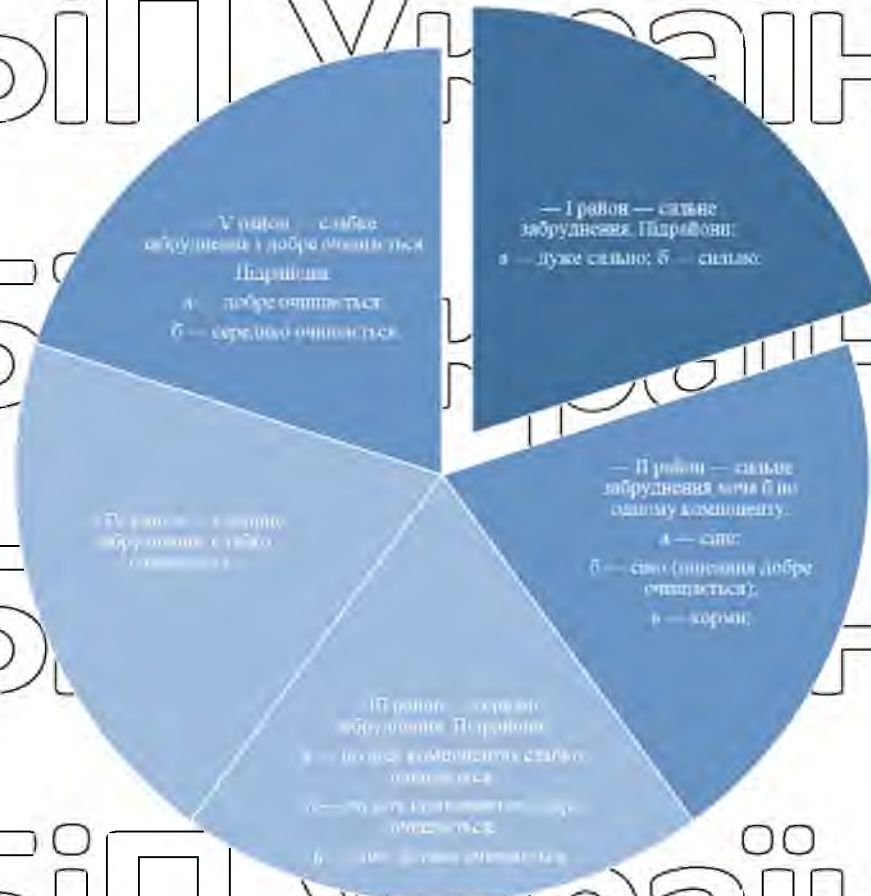
Добре і середньо очищаються агроландшафтні смуги лучних заплав і перших надзаплавних лесових терас представлені чорноземи мами вилугованими середньосуглинковими і лучно-чорноземними середньосуглинковими ґрунтами. Слабко очищаються агроландшафтні смуги представлені чорноземи типовими легкосуглинковими слабо і середньозмитими, чорноземи опідзоленими середньо, сильнозмитими.



Рис. 1. Районування території Білоцерківського району Київської області за інтенсивністю самоочищення радіаційно забруднених земель

Рисунок 2.1.3.1 Районування території Білоцерківського району Київської області за інтенсивністю самоочищення радіаційно забруднених земель

Погано очищаються агроландшафтні смуги пасом межиріччя на палеоген-неогеновій основі представлені чорноземи типовими легкосуглинковими (слабо, середньо, сильно змитими), чорноземно-лучними карбонатними, лучно-болотними ґрунтами на делюві, торфовищами низинними



#### 2.1.4 Земельні ресурси території

У структурі земельного фонду Білоцерківського району Київської області площі ґрунтів з незадовільними властивостями (деградовані та інші малородючі ґрунти не перевищують 6,5 % площі ріллі. За даними інших дослідників (ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії імені О.Н. Соколовського», ННЦ «Інститут землеробства»), площа деградованих і малородючих ґрунтів Білоцерківського району Київської області становить понад 8 %. Прямі щорічні втрати від використання таких земель у ріллі досягають в цілому по району близько 2,4 млн. грн.

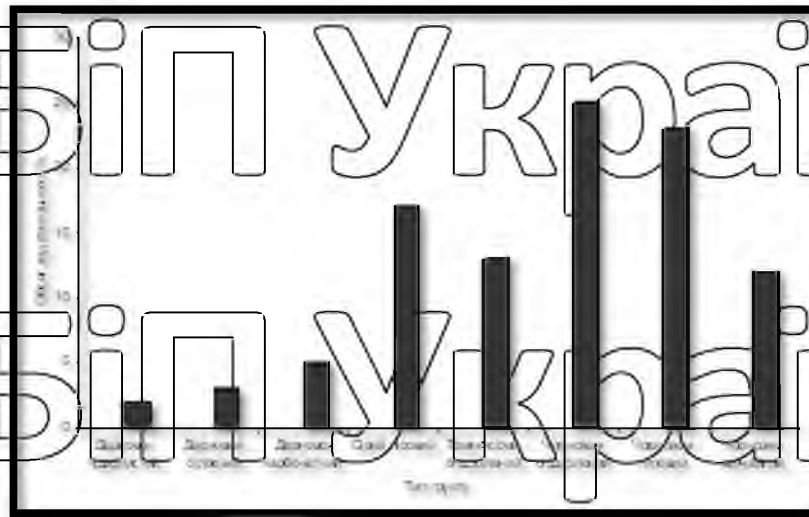


Рисунок 2.1 4.1 Структура ґрунтового покриття Білоцерківського району Київської області

На якісний стан земельних ресурсів та цілого ряду об'єктів галузей економіки істотно впливають гідрометеорологічні та небезпечні екзогенні геологічні процеси і явища (просідання ґрунту, абразія, руйнування берегів водосховищ тощо), які поширені на значній території району. На 17 % території розвиваються процеси підтоплення. [23]

Територія дії відділу екологічного контролю в м. Біла Церква знаходиться в лісостеповій зоні правій сторони басейну річки Дніпро, південно-західній частині Київської області. Рельєф регіону відноситься до ерозійно-аккумулятивного типу. Північна частина його має слабо-хвилястий рельєф із неглибокими річковими долинами. Південна частина більш рівнинна. Такий рельєф сприяє розвитку водної ерозії. Всього сільськогосподарських земель піддається ерозії до 18%, з них у районах: Білоцерківському – 7,7 тис. га (17%), Володарському – 8,5 тис. га (17%). Ерозії ґрунтів також сприяє велика розорюваність земель, яка складає: Білоцерківський район – 94,5%, Володарський – 92%.

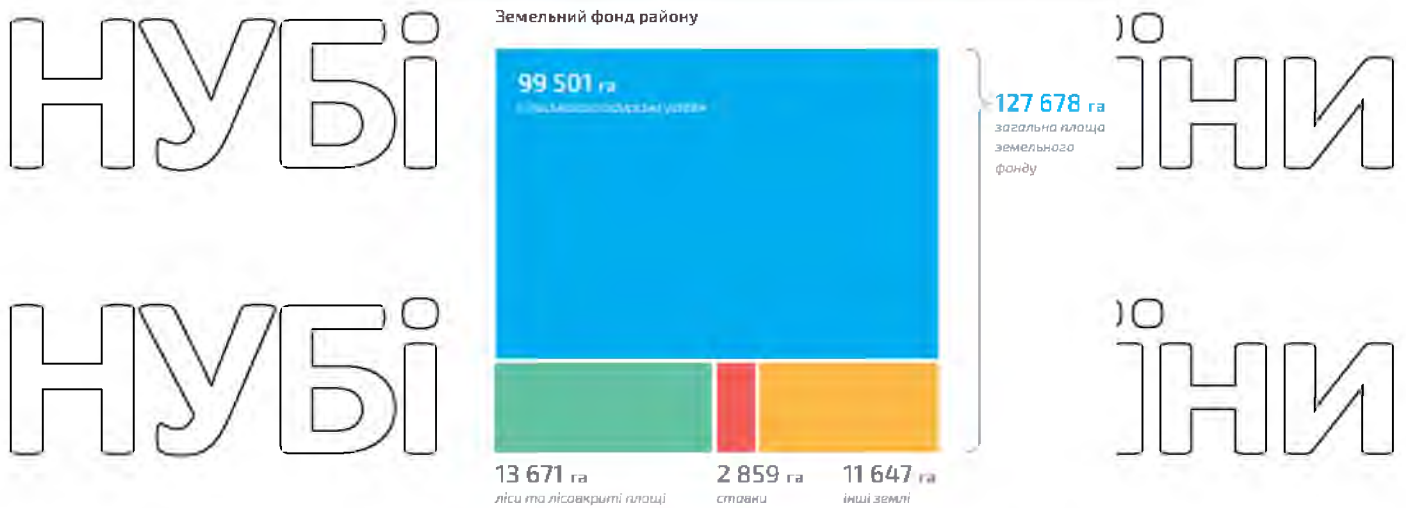


Рисунок 2.4.1.2 Схеми земельного фонду району

Інститутом "Укрземпроект" розроблена для кожного с/г підприємства контурно-меліоративна система землеробства, але при незадовільному фінансовому стані вона не впроваджена в повному об'ємі. Протягом 1991-2005р.р. більшість ерозійних земель залужено і щорічно проводиться їх заліснення. Але потребують догляду раніше проведені насадження з боку Білоцерківського держлісгоспу. В 2005 р. в Білоцерківському районі міжгосподарські лісові насадження передані державному лісгоспу.

Найбільш поширеними ґрунтами регіону являються чорноземи типові малогумусні біля 85%, темно-сірі опідзолені 5%, лугові чорноземи 3,5%, супіщані й піщані 2,5%, болотні та інші 3%. В зв'язку з різким зменшенням внесення органічних добрив відбувається зменшення гумусу в ґрунтах, що становить в 1963 році - 3,9%, в 2003 році - 2,9%, це є однією з причин зменшення родючості ґрунтів.

В районах порушених земель: Білоцерківському 92 га., Володарському 67 га. Проте, рекультивация проведена лише на площі 6,6га в Білоцерківському районі. [24]

На території регіону використовуються природні ресурси, а саме:

добування каменю, глини, піску та води.

*Кар'єри по добуванню глини і піску:*

Кар'єр Узинського цегельного заводу по добуванню глини. Рекультивация відпрацьованої території кар'єра закінчена в 1 кварталі 2004 року.

Кар'єр ВАТ "Будматеріали" - проводить добування глини для виробництва цегли. На проведення розробки кар'єру оформлена вся необхідна документація.

Кар'єр ТОВ "Піщанське" - по добуванню піску. Документація в наявності.

ВАТ "Білоцерківський кар'єр" - спеціалізується на добуванні гранітів. Вся документація оформлена в установленому порядку. Підприємство оформило дозвіл і ліміти на викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря і провело сплату за забруднення навколишнього природного середовища.

Кар'єр ТОВ "Леді" с. Трушки - спеціалізується по наміву піску з р. Роставиця. Документація не представлена. Директора притягнуто до адмінвідповідальності.

В Білоцерківському районі 54 підприємств здійснюють забір води з підземних горизонтів в кількості 18010,8 тис. м<sup>3</sup>/ рік. Зареєстровано 168 свердловин.

В місті Біла Церква в наявності 5 свердловин з родоносною водою для лікувальних цілей. Міська лікарня "ім. Сімашко" (2 свердловини), профілакторій "Діброва" (37,6 м<sup>3</sup>/рік, 2 свердловини), госпіталь в/ч 41566 (1 свердловина). В госпіталі з 1996 року вода не забирається по причині припинення роботи фізіотерапевтичного відділення. На даний час свердловина законсервована. [25]

Таким чином, стан використання та охорони ґрунтових ресурсів у Білоцерківського району Київської області характеризується як незадовільний і має тенденцію до погіршення. Найважливіші причини, що зумовлюють такий стан

- надзвичайно високий економічно та екологічно необґрунтований рівень господарського (передусім сільськогосподарського) освоєння території;

- значна землеємність основних галузей економіки;

- нерівномірне сільськогосподарське освоєння території, внаслідок його розораність земель в окремих регіонах досягла надмірних розмірів;

- інтенсивний розвиток деградаційних процесів та наявність значних площ деградованих земель;

- стихійне формування нових типів землекористування в ринкових умовах шляхом оренди земельних часток (паїв), які характеризуються нестабільністю, дрібноконтурністю, черезсмужжям,

- наявність територій, що зазнають постійного впливу небезпечних стихійних явищ;

- недостатність земель природно-заповідного, лісового та іншого природо-охоронного, рекреаційного, оздоровчого та історико-культурного призначення;

- наявність значних площ земель, використання яких законодавчо обмежується (санітарно-захисні та охоронні зони підприємств промисловості, транспорту, зв'язку, оборони, об'єктів природно-заповідного фонду та історико-культурного призначення, курортів і водних об'єктів);

- високий рівень техногенного забруднення довкілля в багатьох регіонах, недостатній розвиток екологічної інфраструктури;

- відсутність державних, регіональних і місцевих програм комплексного вирішення питань щодо використання та охорони земель;

- недостатнє нормативно-правове та нормативно-методичне забезпечення, що регулює використання та охорону земель. [26]

#### *Стан водоєм району та їх охорона*

Білоцерківський район багатоводний, бо має густу мережу річок, озер і ставків. По території району протікають: р.Розь - 54,8 км., р.Протоска - 23,2 км., р.Красна - 8,9 км., р.Сквирка - 7,8 км., р.Кам'янка - 20,2 км., р.Узинка - 16,5 км.,

р. Насташка - 9,3 км, джерела мають протяжність 9,6 км. Притоки річок складають 71 км, ставки займають 175 га., рибокомбінатовські водойми 871 га.

На території району є 5 водосховищ: Глибочанське - 757,7 га., Середнє - 165 га., Шкарівське - 71 га., Блощинське - 90 га., Матюшанське - 78 га.

Глибочанське водосховище служить основним водопостачальником питної води для м. Біла Церква.

Головною водоймою є річка Рось, яка 16 км протікає здебільшого південною частиною міста, відокремлюючи центральні райони від району

Заріччя (сучасні Заріччя та житлові масиви Піщаний і Тарашанський). Річка

Протока тече Білою Церквою 9,6 км і впадає в Рось. В урочищі Сухий Яр є

Сухоярський струмок довжиною 9,6 км. Через Рось у межах міста прокладені

4 мости: 2 пішохідні (Дерев'яний міст та Зарічанська пребля) та 2

автомобільних. Річку Протоку перетинає значна кількість маленьких містків

різноманітної конструкції.

Головним водокористувачем р. Рось в Білоцерківському районі

являється КОКП ВКГ "Київобводоканал", який забирає воду для господарсько-виробничих потреб м. Біла Церква, м. Узин, с. Іванівка, м. Умань

в загальній кількості 23700,8 тис.м<sup>3</sup>: м. Біла Церква – 19308,7 тис.м<sup>3</sup>., м. Умань

- 3599,6 тис.м<sup>3</sup>, м. Узин з с. Іванівка – 792,5 тис.м<sup>3</sup>.

В Білоцерківському районі водоспоживання в порівнянні з 2004р.

зменшилось на 1780,7 тис.м<sup>3</sup> в основному за рахунок економії води, що

пов'язано з установкою лічильників населенню міста (більше 57480 тис

лічильників за 2005 рік).

Білоцерківські очисні споруди каналізаційних стоків з повною

біологічною очисткою проектною потужністю 125 тис.м<sup>3</sup>/добу (45625

тис.м<sup>3</sup>/рік), за 2005р. прийняли 18155,3 тис.м<sup>3</sup> стічних вод, що на 1392,1 тис

м<sup>3</sup> менше, ніж в 2004 році. Тимчасові нормативи ГДС затверджені управлінням

екобезпеки. Ліміт скиду стічних вод на 2005р. в р. Рось доведено 45625,0 тис.м<sup>3</sup>

Дозвіл на спецводокористування отриманий 3.08.2005р. до 01.01.2007 р. №

117/36. [27]

Вода після Узинських очисних споруд вважається нормативно чистою, що підтверджується контрольними аналізами. Скид води здійснюється в болотисту місцевість балку Безіменну, що знаходиться на відстані 18 км. від р.Рось. Скиду з балки у поверхневі водні об'єкти немає. [20]

Потребують оздоровлення водного режиму малі річки регіону. В кожному з районів інститутом "Укрземпроект" виготовлена проєктна документація "Про установленню водоохоронних зон і прибережних водоохоронних смуг малих річок і водойм", але в натуру вона не винесена. Ця робота частково виконана лише в Володарському районі. [29]

*Інфраструктура*  
Район має розвинену інфраструктуру: 38 закладів освіти, 14 дошкільних закладів, 2 районні лікарні, 13 амбулаторій загальної практики — сімейної медицини, 46 фельдшерсько-акушерських пунктів, 56 будинків культури та клубів, 1 дитяча школа мистецтв, 55 бібліотек, спортивні заклади та інше. [20]

## 2.2 Розроблення загальної концептуальної моделі для аналізу часових рядів геопросторових даних

Уніфікована мова моделювання (UML) — це стандартна візуальна мова для опису та моделювання схем програмного забезпечення. UML — це більше, ніж просто графічна мова. Формально UML призначений для візуалізації, специфікації, конструювання та документування. [37]

Щодо використання концептуальної мови схеми UML є відповідний ряд інструкцій, стандартів, правил. Міститься вони у ISO 19103:2015.

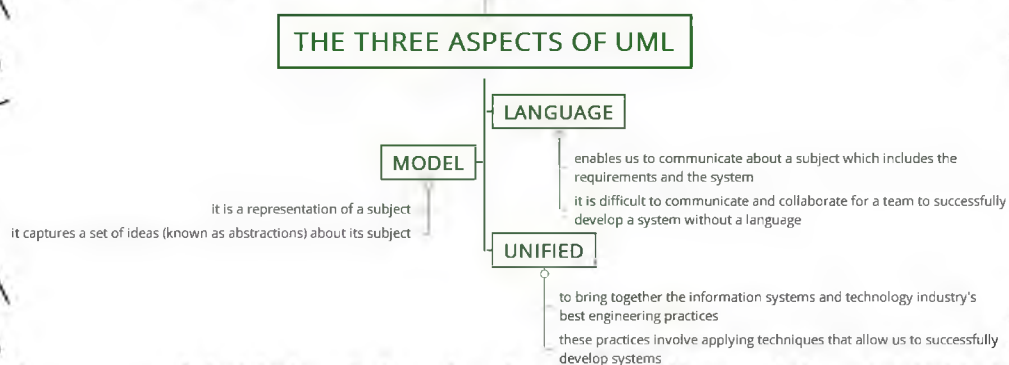


Рисунок 2.2.1 Три аспекти UML

Концептуальна модель мови підкреслює три основні елементи: [37]

Будівельні блоки

Правила

Деякі загальні  
механізми  
створити схемою

Діаграми - це графічне представлення набору елементів. Він відображається як зв'язаний граф (вершини (речей) і дуг (відношень)) [37]

Діаграма потоку даних є способом представлення потоку даних через процес або система (як правило, інформаційна система). DFD також надає інформацію про вихідні та вхідні дані кожної сутності та самого процесу. Діаграма потоку даних не має потоку керування, немає правил прийняття рішень і циклів. Конкретні операції на основі даних можуть бути представлені а блок-схема. [https://ewikiuk.top/wiki/Data-flow\\_diagram](https://ewikiuk.top/wiki/Data-flow_diagram)

Існує кілька позначень для відображення діаграм потоків даних. Зазначені вище позначення були описані в 1979 р Том ДеМарко як частина структурованого аналізу. [22]

Діаграми потоків даних використовуються для опису руху документів і обробки інформації як доповнення до IDEF0. На відміну від IDEF0, де система розглядається як пов'язані між собою роботи і стрілки представляють собою жорсткі взаємозв'язку, стрілки в DFD показують лише те, як об'єкти (включаючи дані) рухаються від однієї роботи до іншої. DFD відображає функціональні залежності значень, що обчислюються в системі, включаючи вхідні значення, вихідні значення і внутрішні сховища даних. DFD - Це граф, на якому показано рух значень даних від їх джерел через перетворюють їх процеси до їх споживачам в інших об'єктах. [28]

Для кожного потоку даних у процесі повинна існувати принаймні одна з кінцевих точок (джерело та / або адресат). Уточнене представлення процесу можна зробити на іншій діаграмі потоку даних, яка підрозділяє цей процес на підпроцеси.

Діаграма потоку даних є частиною інструментів моделювання структурованого аналізу. При використанні UML, діаграма діяльності зазвичай бере на себе роль діаграми потоку даних. Спеціальною формою плану потоку даних є орієнтований на сайт план потоку даних.

Діаграми потоків даних можна розглядати як інвертовані Сітки Петрі, оскільки місця в таких мережах відповідають семантиці пам'яті даних. Аналогічно, семантику переходів із мереж Петрі та потоків даних та функцій із діаграм потоків даних слід вважати еквівалентними. [22]

### Компоненти DFD

DFD містить процеси, які перетворюють дані, потоки даних, які переносять дані, активні об'єкти, які виробляють і споживають дані, і сховища даних, які пасивно зберігають дані. [28]

Схема 2.2.2



*Процес* (функція, перетворення) є частиною системи, яка перетворює входи на виходи. Символом процесу є коло, овал, прямокутник або прямокутник із закругленими кутами (відповідно до типу позначення). Процес називається одним словом, коротким реченням або фразою, яка чітко виражає його суть.

*Потік даних* (потік, потік даних) показує передачу інформації (ноді також матеріальної) з однієї частини системи в іншу. Символом потоку є стрілка. Потоки зв'язують процеси, склади та термінатори.

*Склад* (сховище даних, сховище даних, файл, база даних) використовується для зберігання даних для подальшого використання.

Символом магазину є дві горизонтальні лінії, інший вид зору показаний у позначенні DFD. Назва складу є іменником у множині (наприклад, замовлення) - воно походить від вхідних та вихідних потоків складу. Склад не повинен бути лише файлом даних, наприклад, папкою з документами, картотекою та оптичними дисками. Склад представлений двома паралельними лініями, між якими знаходиться ім'я пам'яті (воно може бути змодельоване як буферний вузол UML).

*Термінатор* - це зовнішня сутність, яка взаємодіє із системою і стоїть поза нею. Це можуть бути, наприклад, різні організації, групи людей, органи влади або департамент тієї самої організації, який не належить до модельної системи. [22]

Назви суб'єктів повинні бути зрозумілими без додаткових коментарів. DFD - це система, створена аналітиками на основі опитувань користувачів системи. Назви суб'єктів повинні бути загальними (незалежними, наприклад, конкретними особами, що здійснюють діяльність), але повинні чітко вказувати організацію. Процеси повинні бути пронумеровані для полегшення картографування та переходу до конкретних процесів. [22]

DFD має бути чітким, оскільки максимальна кількість процесів в одному DFD рекомендується становити від 6 до 9, мінімум - 3 процеси в одному DFD.

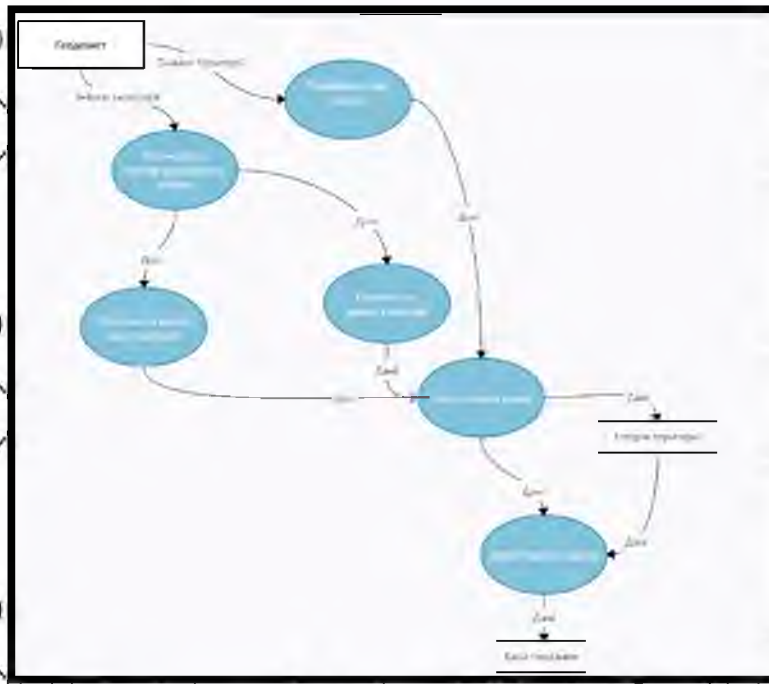


Рисунок 2.2.2 Потіки даних для дослідження просторово-часових властивостей змін типів земельного вкриття

На даному малюнку побудована діаграма потоків даних для дослідження геоінформаційного аналізу просторово-часових властивостей змін типів земельного вкриття. Діаграма потоків даних відображає усі необхідні дані, джерела їх отримання та дії, які необхідні для роботи створюваної системи.

**Діаграма діяльності** — це діаграма поведінки UML, яка показує потік керування або потік об'єкта з акцентом на послідовність і умови потоку. Дії, координовані моделями діяльності, можуть бути ініційовані, оскільки інші дії завершують виконання, тому що об'єкти та дані стають доступними, або тому, що відбуваються деякі події, зовнішні щодо потоку. [33]

Діаграма діяльності — це, по суті, вдосконалена версія блок-схеми, яка моделює потік від однієї діяльності до іншої. [34]

Діаграма діяльності зображує потік керування від початкової точки до кінцевої точки, показуючи різні шляхи прийняття рішень, які існують під час виконання діяльності. Ми можемо зобразити як послідовну, так і одночасну обробку дій за допомогою діаграми дій. [38]

Діаграми діяльності списують, як діяльність координується для надання послуги, яка може бути на різних рівнях абстракції. Як правило, подія має бути

досягнута деякими операціями, особливо якщо операція призначена для досягнення кількох різних речей, які вимагають координації, або як події в одному варіанті використання співвідносяться одна з одною, зокрема випадки використання, де дії можуть збігатися і вимагати узгодження. [34]

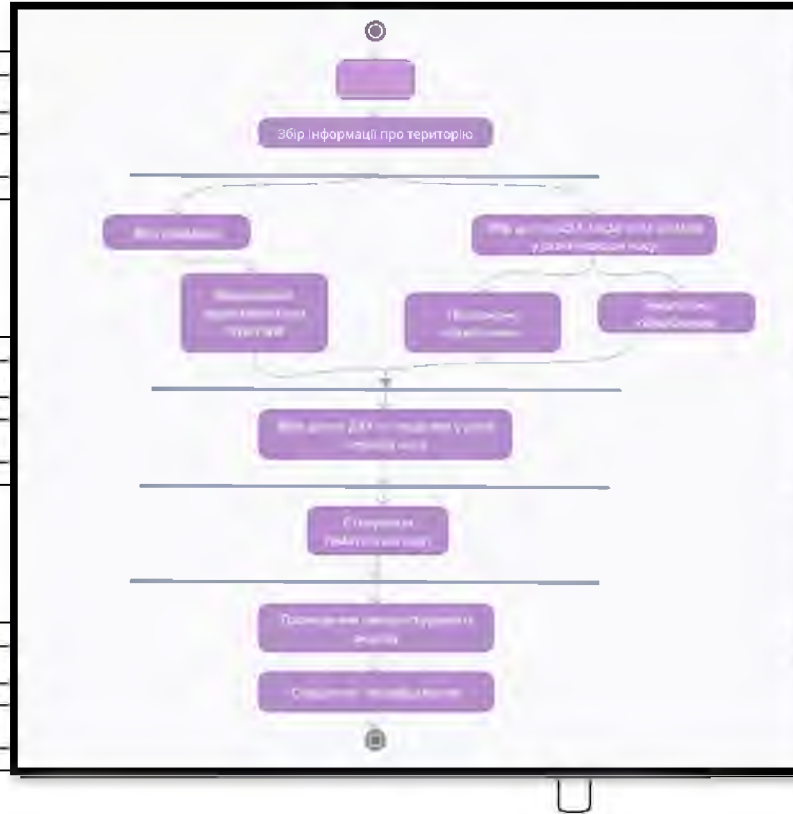


Рисунок 2.2.3 Діаграма діяльності геоінформаційного аналізу просторово-

часових властивостей змін типів земельного вкриття

На рисунку 2.2.3 зображена діаграма діяльності для дослідження геоінформаційного аналізу просторово-часових властивостей змін типів земельного вкриття. Даної моделі є така основна складова, як обробка космічних знімків, а саме дані ДЗЗ часового ряду, а також збір наземних даних про фактичний стан структури території Білоцерківського району за період 10 років. Тому розвиток всіх наступних операцій походить від космічних та наземних даних.

Ми використовуємо діаграми діяльності, щоб проілюструвати потік керування в системі та посилаємося на кроки, які беруть участь у виконанні сценарію використання. Ми моделюємо послідовні та одночасні дії за

допомогою діаграм діяльності. Отже, ми в основному зображуємо робочі процеси візуально за допомогою діаграми діяльності. [38]

Створені та описані діаграми мовою UML в загальному відображають концептуальну модель, яка зображує поведінку та структуру системи дослідження геоінформаційного аналізу часових рядів змін типів земельного

вкриття. Сформована модель буде втілена на прикладі частини території Білоцерківського району Київської області. Розроблена концептуальна модель багато часу економиться, коли команди можуть візуалізувати процеси,

взаємодію користувачів і статичну структуру системи.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 3. ІНФОРМАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ЧАСОВИХ РЯДІВ НА ПРИКЛАДІ МОДЕЛЬНОЇ ТЕРИТОРІЇ

### 3.1 Технологія створення часового ряду

Ми обговоримо інструменти з чотирьох основних категорій:

- Підготовка даних та засоби розробки функцій
- Пакети аналізу та візуалізації даних
- Інструменти відстеження експерименту
- Пакети прогнозування часових рядів

*Підготовка даних і інструменти розробки функцій для часових рядів.*

Підготовка даних і розробка функцій є двома дуже важливими кроками в конвеєрі обробки даних. Підготовка даних зазвичай є першим кроком у будь-якому науковому проєкті. Це процес переведення даних у форму, яку можна використовувати для аналізу та подальшої обробки.

Розробка функцій — це процес вилучення функцій із необроблених даних, щоб зробити їх більш корисними для моделювання та прогнозування. Нижче ми згадаємо деякі з найпопулярніших інструментів, які використовуються для цих завдань.

Деякі корисні функції часових рядів:

- Генерація діапазону дат і перетворення частоти
- Статистика рухомих вікон
- Рухомі вікна лінійної регресії
- Перенесення дати

- Відставання та багато іншого

*Пакети аналізу та візуалізації даних для часових рядів.* Пакети аналізу та візуалізації даних — це інструменти, які допомагають аналітикам даних створювати графіки та діаграми з їхніх даних. Аналіз даних визначається як процес очищення, перетворення та моделювання даних з метою виявлення корисної інформації для прийняття бізнес-рішень. Метою аналізу даних є отримання корисної інформації з даних і прийняття рішень на основі цієї інформації.

Графічне представлення даних називається візуалізацією даних. Інструменти візуалізації даних, які використовують такі візуальні елементи, як діаграми та графіки, забезпечують простий спосіб побачити та зрозуміти тенденції та закономірності в даних.

Існує широкий спектр пакетів для аналізу даних і візуалізації часових рядів.

Інструменти відстеження експерименту для часових рядів. Інструменти відстеження експерименту – це зазвичай інструменти високого рівня, які можна використовувати для різноманітних цілей, як-от відстеження результатів експерименту, показ того, що станеться, якщо змінити параметри в експерименті, керування моделлю тощо.

Для часових рядів особливо важливо мати зручне середовище для відстеження визначених показників і гіперпараметрів, оскільки, швидше за все, нам потрібно буде запустити багато різних експериментів. Зазвичай моделі часових рядів невеликі порівняно з деякими згоржковими нейронними мережами та мають у якості вхідних даних кілька сотень чи тисяч числових значень.

*Пакети прогнозування часових рядів.* Ймовірно, найважливішою частиною проекту часових рядів є прогнозування. Прогнозування – це процес передбачення майбутніх подій на основі поточних і минулих даних. Він заснований на припущенні, що майбутнє може бути реалізоване з минулого.

Крім того, передбачається, що в даних є певні закономірності, за якими можна передбачити, що станеться далі.

Існує багато методів прогнозування часових рядів, починаючи від простих, таких як лінійна регресія та ARIMA, до складних багатошарових нейронних мереж або моделей ансамблю. [30]

Sentinel-2 це багатоспектральний супутник, розроблений Європейським космічним агентством (European Space Agency - ESA) в рамках програми моніторингу земель Copernicus . Sentinel-2 має 13 спектральних каналів з

просторовою вирізняльною здатністю 10 м, 20 м та 60 м залежно від каналу, як наведено у таблиці нижче (ESA, 2015). [31]

Місія Sentinel-2 має наступні можливості:

- Мультиспектральні дані в 13 діапазонах: видимому, близькому інфрачервоному, і інфрачервоному короткохвильовому спектра
- Систематичне покриття поверхні Землі від  $56^{\circ}$  S до  $84^{\circ}$  N, прибережних вод, і всього Середземного моря
- Проходить ті самі зони кожні 5 днів під однаковими кутами зору. Над високими широтами, проходи Sentinel-2 перекриваються, а деякі регіони будуть спостерігатися двічі або більше разів кожні 5 днів, але під різними кутами огляду.
- Роздільна здатність в 10 м, 20 м і 60 м

км поле зору

- Безкоштовне та відкрите поширення даних

Кожен супутник Sentinel-2 несе на собі мультиспектральний прилад (англ. multi-spectral instrument, MSI) з 13-му спектральними каналами у видимому, близькому інфрачервоному (VNIR) і інфрачервоному з короткими хвилями (SWIR) спектральних діапазонах. [36]

Таблиця 3.1.1 Канали Sentinel-2

Канали Sentinel-2	Центральна довжина хвилі [мікрометри]	Вирізняльна здатність [метри]
Канал 1 - Узбережний аерозоль	0.443	60
Канал 2 - Синій	0.490	10
Канал 3 - Зелений	0.560	10
Канал 4 - Червоний	0.665	10
Канал 5 - Червоний край рослинності	0.705	20
Канал 6 - Червоний край рослинності	0.740	20
Канал 7 - Червоний край рослинності	0.783	20
Канал 8 - NIR	0.842	10
Канал 8A - Червоний край рослинності	0.865	20
Канал 9 - Водяна пара	0.945	60
Канал 10 - SWIR - Пір'їсті хмари	1.375	60
Канал 11 - SWIR	1.610	20

Канали Sentinel-2	Центральна довжина хвилі [мікрометри]	Вирізняльна здатність [метри]
Канал 2 - SWIR	2.190	20

Landsat це серія багатоспектральних супутників, розроблених НАСА (Національним управлінням з авіації та дослідження космічного простору США), з початку 1970-х. [31]

Landsat 8 (раніше Landsat Data Continuity Mission, або LDCM) був запусканий на ракеті Atlas-V з бази ВПС Ванденберг, штат Каліфорнія, 11 лютого 2013 року. Супутник несе Операційний Land Imager (OLI) і Тепловий інфрачервоний датчик (інструменти TIRS). [35]

Зображення Landsat 8 мають 15-метрову панхроматичну та 30-метрову мультиспектральну просторову роздільну здатність уздовж смуги 185 км (115 миль). [35] Знімки Landsat широко вживані у дослідженнях довкілля. [31]

Прилади Landsat 8. Landsat 8 має два датчики. Датчик Operational Land Imager розроблено компанією Ball Aerospace & Technologies Corporation. Тепловий інфрачервоний датчик створений Центром космічних польотів імені Годдарда НАСА. [35]

Канали Landsat 8 [31]

Таблиця 3.1.1 Канали Landsat 8

Landsat 8 Bands	Довжина хвилі [мікрометри]	Вирізняльна здатність [метри]
Канал 1 - Узбережний аерозоль	0.43 - 0.45	30
Канал 2 - Синій	0.45 - 0.51	30
Канал 3 - Зелений	0.53 - 0.59	30
Канал 4 - Червоний	0.64 - 0.67	30
Канал 5 - Близький інфрачервоний (NIR)	0.85 - 0.88	30
Канал 6 - SWIR 1	1.37 - 1.65	30
Канал 7 - SWIR 2	2.11 - 2.29	30
Канал 8 - Панхроматичний	0.50 - 0.68	15
Канал 9 - Пір'їсті хмари	1.36 - 1.38	30
Канал 10 - Тепловий інфрачервоний (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100 (передискретизована до 30)
Канал 11 - Тепловий інфрачервоний (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100 (передискретизована до 30)

Таблиця 3.1.2 Технічні характеристики знімальної апаратури Landsat-8

Найменування знімальної апаратури	OLI та TIRS
Число елементів лінійки	6000 (OLI; 18000 PAN), 1500 (TIRS)
Динамічний діапазон, біт	12
Дозвіл на місцевості, м	15 (PAN), 30 (VNIR, SWIR), 100 (TIR)
Ширина смуги зйомки, км	185
Швидкість передачі даних, Мбіт/сек	265(OLI), 26,2(TIRS)

#### Факти про орбіту супутника Landsat 8

1. Обертається навколо Землі по сонячно-синхронній, близькополярній орбіті (98,2 градуса нахилу).
2. Досягнуто висоти 705 км (438 миль).
3. Здійнює один оберт навколо Землі кожні 99 хвилин.
4. Має 16-денний повторюваний цикл з екваторіальним часом перетину 10:00 +/- 15 хвилин.
5. Отримує близько 740 сцен на день за системою шляху/ряду Worldwide Reference System-2 (WRS-2), із перекриттям смуги (або бічним перекриттям) від 7 відсотків на екваторі до максимум приблизно 85 відсотків на екстремальних широтах. [35]

#### Факти про космічний апарат Landsat 8

1. Створено Orbital Science Corporation
2. 3,14 терабітний твердотільний реєстратор даних
3. Живлення забезпечується однією сонячною панеллю розміром 9 х метра та однією нікель-водневою (NiH<sub>2</sub>) батареєю на 12,5 ампер-годин (АНг).
4. Вага: 2071 кг (4566 фунтів) з повним завантаженням палива (без інструментів)
5. Довжина: 3 м (9,8 футів)
6. Діаметр: 2,4 м (7,9 футів)
7. Прямий низхідний канал із твердотільними записуючими пристроями (SSR)
8. Швидкість передачі даних: 384 Мбіт/с на частоті X-діапазону; 260,92 Мбіт/с на частоті S-діапазону [35]

Для модельної території дослідження зокрема частини території Білоцерківського району, були зібрані безкоштовно з веб-сайтів USGS і Sentinel-hub, багаточасові набори даних Landsat-8, Sentinel-2 відповідно знімки 2011 року та 2021 року.

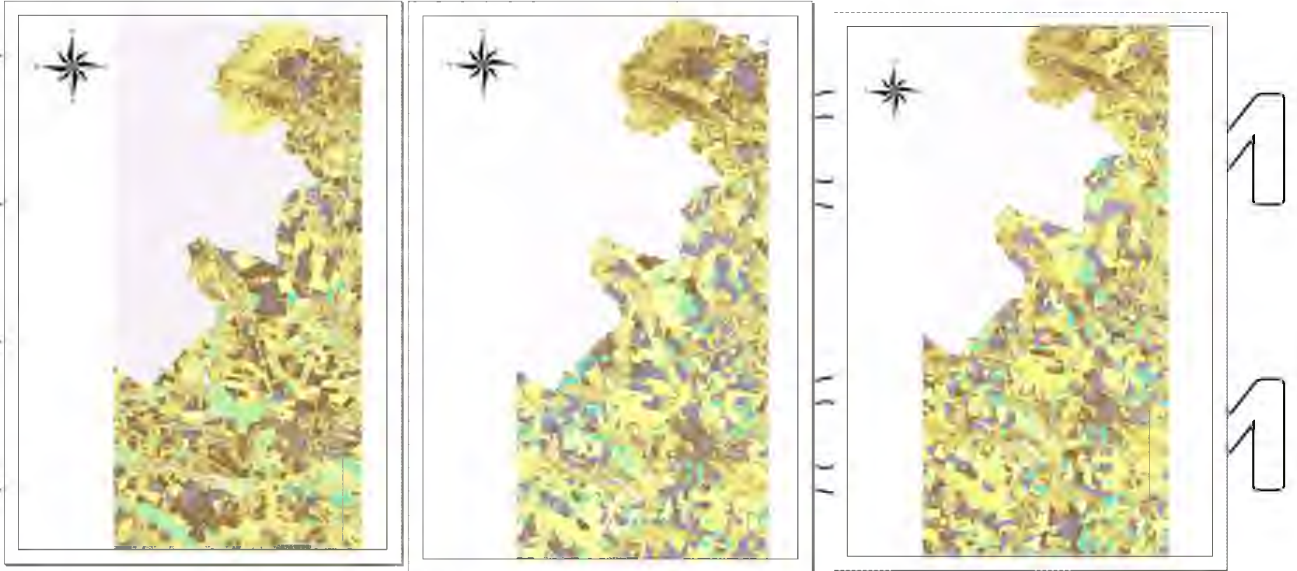


Рисунок 3.1.1 Знімки 2011 року за допомогою Landsat-8  
(05 червня 2011р; 16 липня 2011р; 08 серпня 2011р)

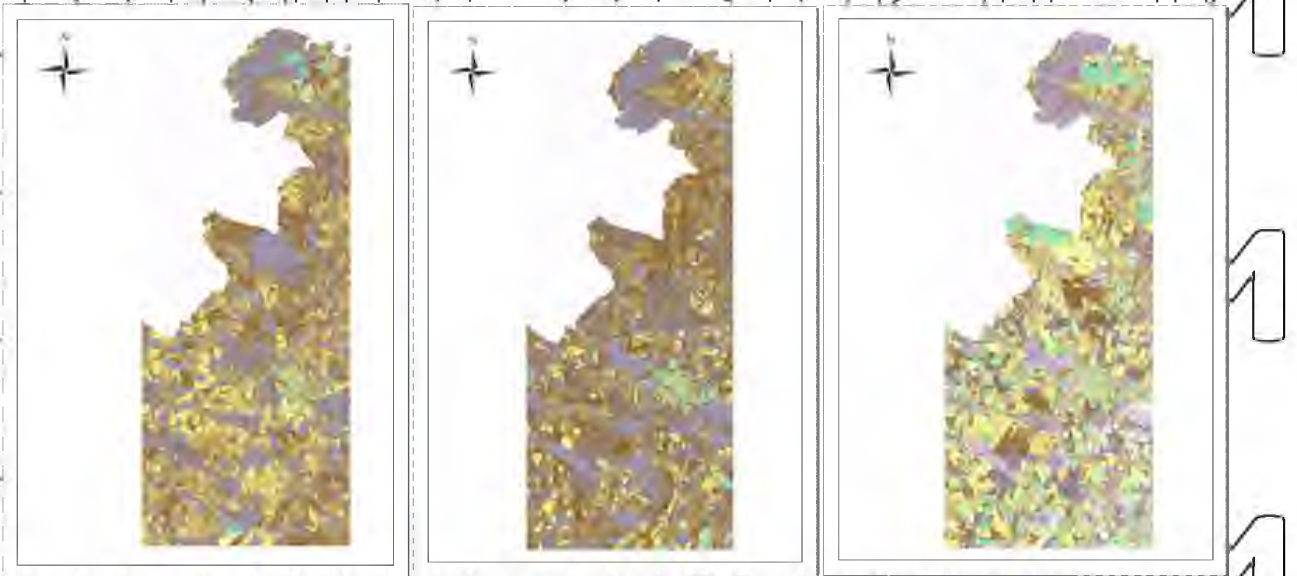


Рисунок 3.1.2 Знімки 2021 року за допомогою Sentinel-2  
(10 травня 2021р; 09 липня 2021р; 15 серпня 2021р)

В роботі отримано і здійснено попереднє оброблення даних космічної зйомки Landsat 2011р і Sentinel 2021р.

### 3.2 Геоінформаційний аналіз часових змін території

Схема 3.2.1

Відрізняють чотири основних види аналізу:

1. Дисперсійний аналіз (близькості);
2. Оверлейний аналіз (накладання);
3. Статистичний аналіз;
4. Часовий аналіз.

Дисперсійний аналіз - це аналіз, що включає визначення критеріїв знаходження об'єктів або груп об'єктів на певній відстані.

Статистичний аналіз допомагає виявити взаємозв'язки, закономірності та закономірності в даних. Це дозволяє отримати додаткову інформацію, яка може бути не повністю видно на карті або візуальному огляді місцевості.

Аналіз накладення поціляється на аналіз векторного накладання та аналіз накладання растру, залежно від даних, що використовуються.

Тим часовий аналіз дозволяє відстежувати, візуалізувати та аналізувати просторові дані, які переміщуються або змінюють свій стан з часом.

#### *Аналіз часових рядів*

Аналіз часових рядів — це специфічний спосіб аналізу послідовності точок даних, зібраних за певний проміжок часу. Під час аналізу часових рядів аналітики записують точки даних через узгоджені інтервали протягом встановленого періоду часу, а не просто записують точки даних періодично чи випадково. Однак цей тип аналізу — це не просто акт збору даних у часі.

Дані часових рядів відрізняє від інших даних те, що аналіз може показати, як змінні змінюються з часом. Іншими словами, час є важливою змінною, оскільки він показує, як дані коригуються протягом точок даних, а також кінцевих результатів. Це забезпечує додаткове джерело інформації та встановлений порядок залежностей між даними.

Аналіз часових рядів використовується для визначення найкращої моделі, яку можна використовувати для прогнозування бізнес-метрик. Наприклад, коливання цін на фондовому ринку, продажі, оборот та будь-які інші процеси, які можуть використовувати дані часових рядів для прогнозування майбутнього. Це дає змогу керівництву розуміти залежні від часу закономірності в даних і аналізувати тенденції в бізнес-метриках.

#### *Створення часових рядів*

Часовий ряд зображень або растрів складається з даних, зібраних протягом певного часу, зазвичай через рівні проміжки часу, часто з метою аналізу змін на земній поверхні. В ArcGIS Pro часові ряди растрових даних можна організувати в багатовимірний набір растрових даних або багатовимірний набір даних мозаїки, а інструменти можна використовувати для отримання інформації про історію пікселів у часі.

Моделі аналізу часових рядів дають два результати:

Отримайте розуміння глибинних сил і структури, які створили спостережувані моделі даних. Складні сценарії реального світу дуже рідко потрапляють у встановлені закономірності, і аналіз часових рядів дозволяє їх вивчати разом із усіма їхніми змінними, що спостерігаються з часом. Ця програма зазвичай призначена для розуміння процесів, які відбуваються поступово та протягом певного періоду часу, наприклад впливу зміни клімату на зростання рівня зараження.

Налаштуйте математичну модель якомога точніше, щоб процес міг перейти до прогнозування, моніторингу або навіть певних циклів зворотного зв'язку. Це сценарій використання для компаній, які прагнуть працювати в масштабах і потребують усіх вхідних даних, які вони можуть отримати, щоб досягти успіху. <https://www.tibco.com/reference-center/what-is-time-series-analysis>

#### *Створення часових профілів*

Профілі часу – це періоди часу, визначені адміністратором. Ви можете використовувати часові профілі під час створення правил, наприклад, правило, яке вказує, що певна дія має відбутися протягом певного періоду часу.

Часові профілі також призначаються ролям разом із профілями Smart Client . За замовчуванням усім ролям призначається профіль часу за замовчуванням Завжди . Це означає, що учасники ролей із цим прикріпленим профілем часу за замовчуванням не мають часових обмежень для своїх дозволів користувача в системі. Ролі також можна призначити альтернативний часовий профіль. [46]

### *Створення цифрових моделей рельєфу*

Інформація про місцевість необхідна при реалізації різноманітних геоінформаційних проєктів, а також при ортоперетворенні даних ДЗЗ (ДЗЗ).

Найважливішими джерелами такої інформації є цифрові моделі рельєфу (ЦМР) і рельєфу (ЦМР). ЦМР - це точні дані про висоту земної поверхні, включаючи будівлі, рослинність та інші висотні об'єкти, а ЦММ містять інформацію про висоту безпосередньо над земною поверхнею. Глобальна DEM і DTM базуються головним чином на стереоскопічних оптичних та інтерферометричних радіолокаційних космічних зображеннях. [47]

Цифрова модель рельєфу (ЦМР) – це цифрове подання топографічної поверхні у вигляді регулярної мережі комірок заданого розміру ( GRID DEM ) або нерегулярної мережі трикутників ( TIN ). Ціх два способи подання ЦМР

є взаємно конвертованими. З іншого боку ЦМР виступає одним із шарів інформаційного блоку ГІС і включає цифрову інформацію про відмітки топографічної поверхні у вигляді растрової моделі або моделі TIN.

Для створення ЦМР на основі характерних точок поверхні, ізоліній і структурних ліній використовується метод інтерполяції – процес визначення проміжних значень висоти на основі набору відомих її дискретних значень для деяких точок простору. При цьому інтерпольоване значення буде в межах діапазону, визначеного відомими значеннями опорних точок. Апроксимація – це заміна реальної поверхні математичною моделлю, що описується певними

функціями із заданими умовами, коли на основі умов вибирається невідома апроксимаційна функція. [48]

Завдання, які вирішуються на основі побудови ЦМР:

- візуалізація рельєфу у двовимірному і тривимірному зображеннях;
- визначення морфометричних характеристик рельєфу;
- створення картограм крутизни/схилів та експозицій схилів;
- обчислення й візуалізація зон видимості/невидимості;
- побудова профілів;
- виділення структурних ліній рельєфу, в т.ч. ліній ерозійної мережі,

вододілів, оконтурювання водозборів;

- використання ЦМР в якості топооснови для задач проектування;
- інтеграція ЦМР, баз геоданих і програмних засобів для розробки методів і підходів до процесу складання й оформлення карт

У процесі геопросторового аналізу побудова ЦМР виконує завдання збору та генерації первинних даних про висоту місцевості, побудови моделі інтерпретації та аналізу ЦМР, графічного представлення та прикладного застосування для використання землі з метою ефективного вести сільськогосподарське виробництво відповідно до принципів зменшення

деградаційних процесів та підвищення родючості ґрунтів. [49]

*Аналіз буферних зон*

Буферний аналіз забезпечує зокрема побудову зон розповсюдження забруднення на території, зон обмежень і обтяжень використання земельних ресурсів.

Для того, щоб створити буферну зону необхідно визначити об'єкт-джерело і ширину буфера навколо нього. Для точкових об'єктів ГІС створює коло з радіусом, рівним встановленій відстані; для лінійних об'єктів - рівновіддалену від об'єкта замкнуту лінію; для полігонів - лінію на заданій відстані від межі.

### Типи буферів:

1. **Нормативний буфер** - створюють, керуючись відповідними нормативами на встановлення, наприклад, санітарних зон.

2. **Довільні буфери.** Багато буферних зон у реальному світі не мають чітко визначених нормативами меж.

3. **Мотивований буфер.** Розміри буфера можуть також бути мотивовані певними особливостями території, або властивостями її об'єктів.

4. **Обчислюваний буфер.** Може бути обчислено певним математичним алгоритмом.

5. **Змінний буфер.** Створюється за допомогою різноманітних значень імпедансу з кожного боку лінії або з вказівкою значення атрибуту, на підставі якого визначається розмір буферу для кожного відрізка лінії.

### Перекласифікація

Процес об'єднання об'єктів у класи називається класифікацією. Класифікації можуть бути простими на основі одного критерію або складними, визначеними на основі багатьох критеріїв. Деякі класифікації можуть створюватися шляхом комбінування багатьох параметрів різних шарів.

Як у векторних, так і в растрових системах технологія класифікації об'єктів передбачає перекодування атрибутів в атрибутивних таблицях для створення нових шарів.

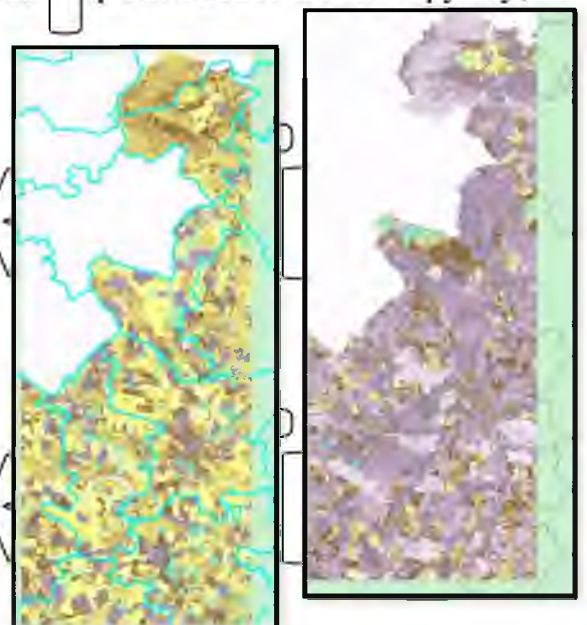
Розрізняють наступні схеми класифікації: призначення класів вручну, природна розбивка, рівні інтервали, квантілі, стандартне відхилення.

У роботі були використані такі матеріали:

- цифрові моделі рельєфу, одержані з відкритих ресурсів;

- карта ґрунтів регіону (М 1:500 000);

- знімки середнього просторового розрізнення (Landsat 8-OLI, Sentinel-2);



-планово-картографічні матеріали модельної території (Білоцерківський район).

Обробку зображень проводили за допомогою інструментів, доступних у Arc GIS 10.4.1 та IDRISI.

Одним із видів аналізу є класифікація та перекласифікація.

Дві основні категорії методів класифікації зображень включають неконтрольовану (розраховану програмним забезпеченням) і контрольовану (керовану людиною) класифікацію.

### **Контрольована класифікація**

Контрольована класифікація ґрунтується на ідеї, що користувач може вибрати зразки пікселів на зображенні, які представляють певні класи, а потім наказати програмному забезпеченню обробки зображень використовувати ці навчальні сайти як посилання для класифікації всіх інших пікселів на зображенні. [43]

Цей метод потребує більше знань про досліджувану територію, наприклад про різні особливості землі, щоб аналітик міг визначити значення назв для різних класів. Зазвичай це також залежить від того, які об'єкти чи класи цікавлять аналітика (наприклад, ліс, суцільна вирубка тощо). [44]

Користувач встановлює межі того, наскільки схожими мають бути інші пікселі, щоб згрупувати їх разом. Ці межі часто встановлюються на основі спектральних характеристик зони навчання плюс або мінус певний приріст (часто на основі «яскравості» або сили відбиття в певних спектральних діапазонах). Користувач також визначає кількість класів, до яких класифікується зображення. [43]

Етапи керованої класифікації з використанням часових рядів:

1. Пошук та виділення опорних полігонів на зображенні.
2. Оцифрування полігонів та присвоєння кожному типу покриття конкретних ідентифікаторів.
3. Аналіз пікселів у кожному еталоні та створення відповідні спектральні сигнатури для кожного типу покриття.

4. Класифікація зображень, порівняння спектральних величин пікселів із згенерованими сигнатурами. Віднесення пікселів до того чи іншого класу покриття виконується за допомогою вирішального правила класифікації. [50]

Метод керуваної класифікації враховує апріорну інформацію.

– про типи об'єктів та ймовірність їх подання у даних знімках;

– для еталонних значень спектральних властивостей цих об'єктів (еталонних значень спектральних зображень) точність та ймовірність класифікації залежать від їх якості

У той же час дешифрувальник використовує просторові зображення та інші джерела, такі як ґрунтового польову, точну інформацію про поверхню землі або карти, для вибору пікселів, що представляють опорні значення (опорні області). Фактична, справжня «наземна» інформація вважається найбільш точною з усіх доступних відомостей про область, що вивчається.

Щоб максимально точно поєднати зображення, їх слід збирати одночасно з його отриманням (не інформація про підсунутникових спостережень). Деякі такої відповідності дуже складно через похибки вимірювань та атмосферних факторів. Тому корисна інформація є не про точні спектральні властивості об'єктів, а про їхнє розташування.

Аналітик створить навчальні сайти на основі різниці в спектральному відгуку різних елементів на зображенні. Найкраще це зробити за допомогою комбінованого зображення, яке забезпечує хороший контраст між об'єктами.

Потім навчальні сайти використовуються як орієнтир для іншого програмного забезпечення в IDRISI, яке виконує контрольовану класифікацію.

#### **Неконтрольована класифікація**

Неконтрольована класифікація базується на комп'ютерній (автоматизованій) класифікації для групування пікселів із подібними значеннями відбиття в різні класи. [44]

Схема 3.2.2

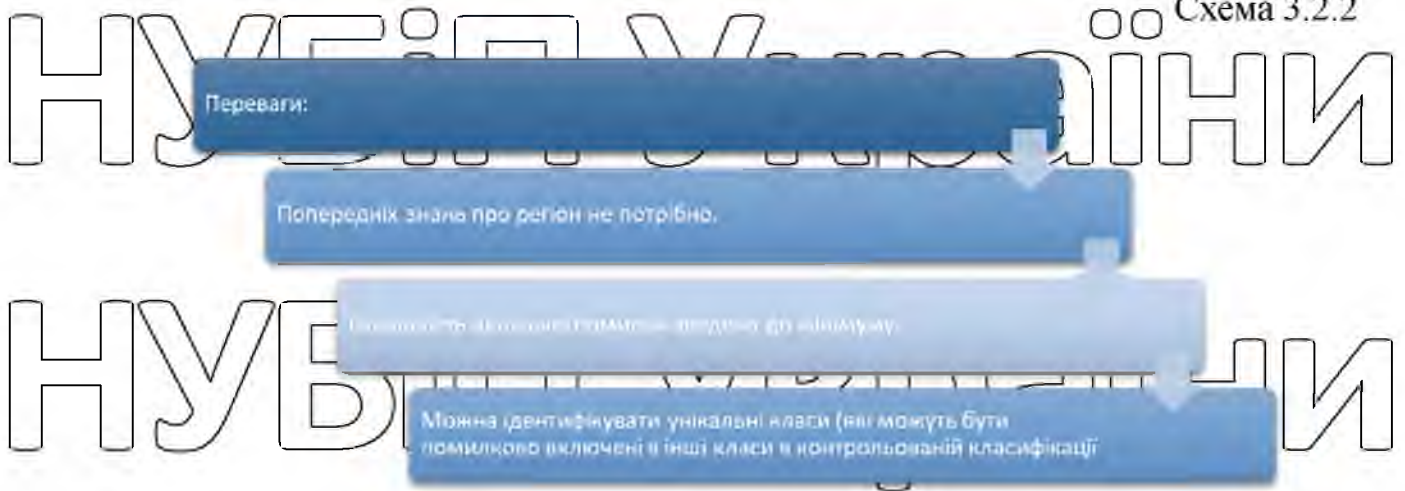
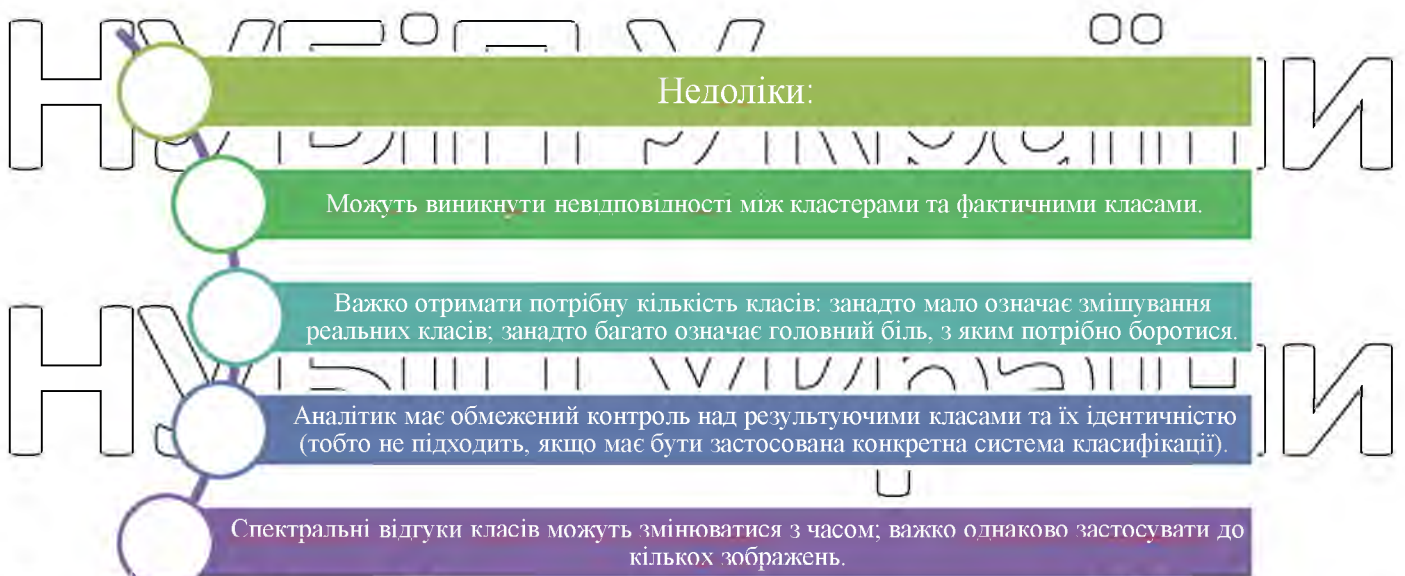


Схема 3.2.3



Алгоритми некерованої класифікації дозволяють користувачеві задавати кілька параметрів, які комп'ютер використовує виявлення спектральних (зокрема статистичних) зображень, притаманних зображень цифрових даних.

Ці зображення не обов'язково відповідають предмету. Це прості групи пікселів зі схожими спектральними властивостями.

Алгоритм некерованої класифікації реалізує метод кластеризації, що зазвичай використовується в різних багатовимірних дослідженнях, заснований на так званій граничній процедурі. Вони припускають, що кількість вихідної інформації достатньо для поділу класів, тому бенчмарки не використовуються. При обробці зображень ці алгоритми застосовують різні заходи поділу класів

у просторі ознак об'єктів, формуючи математичну основу для формальної класифікації.

Загалом маргінальна класифікація дорівнює значенням інтенсивності двох сусідніх пікселів.

Цей метод класифікації не дуже точний, але реалізація такої процедури адекватна за відсутності апріорної інформації про класи. Тому що це дозволяє розрізняти регіони (підкласи) однорідних об'єктів. Яскравість ґрунтується на природних відмінностях, виражених у спектральній яскравості.

Якщо клас об'єктів описується вектором, елементами якого є дійсні числа, цей клас вважатимуться кластером та її властивості можна назвати у просторі зображень кластера.

#### *Кластерний аналіз*

Аналітик повинен призначити значущі назви (наприклад, водний, міський тощо) визначеним класам. Щоб зменшити кількість визначених «релевантних» класів, аналітик також повинен встановити порогове значення для відсотка від загальної кількості пікселів, щоб вважатися «релевантним» класом для аналізу. [45]

Цей метод схожий на CLUSTER і також вважається методом неконтрольованої класифікації. І CLUSTER, і ISOCLUST є жорсткими класифікаторами, які створюють логічну схему класифікації, тобто піксель або входить до класу (наприклад, лісу), або ні. [45]

#### *Кластерний аналіз даних за 2011 та 2021 років частини території Білоцерківського району*

Для роботи зі знімками та обрахунків індексів був використаний модуль Image processing програмного засобу IDRISI Selva. Це інтегроване програмне рішення для обробки ГІС та обробки зображень, що забезпечує майже 300 модулів для аналізу та відображення цифрової просторової інформації. Далі обираємо модуль CLUSTER і отримуємо ось таку керовану класифікацію зображення.

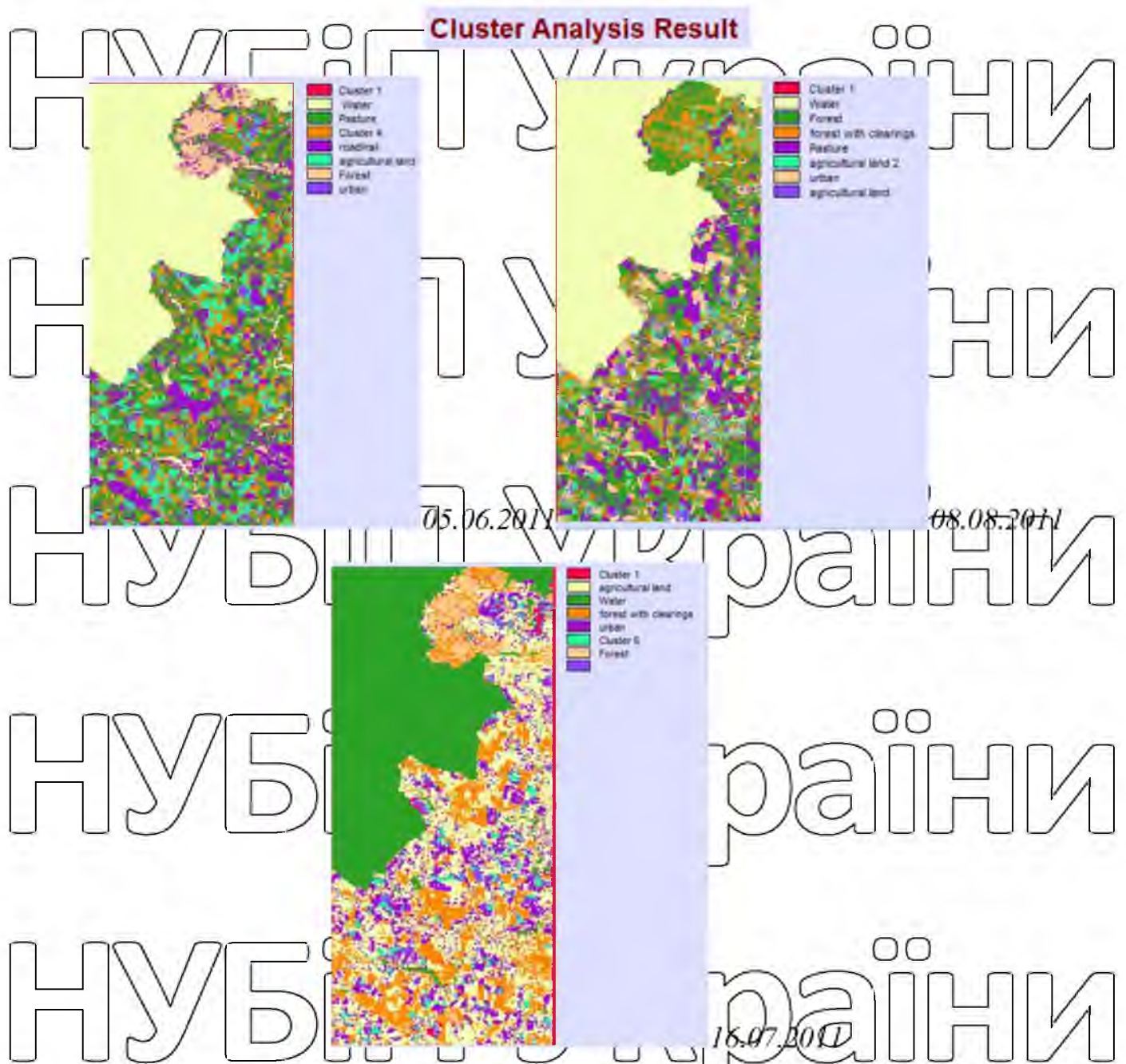


Рисунок 3.2.2 Контрольована класифікація з використанням CLUSTER

за період 05.06.2011 р, 08.08.2011р, 16.07.2011р.

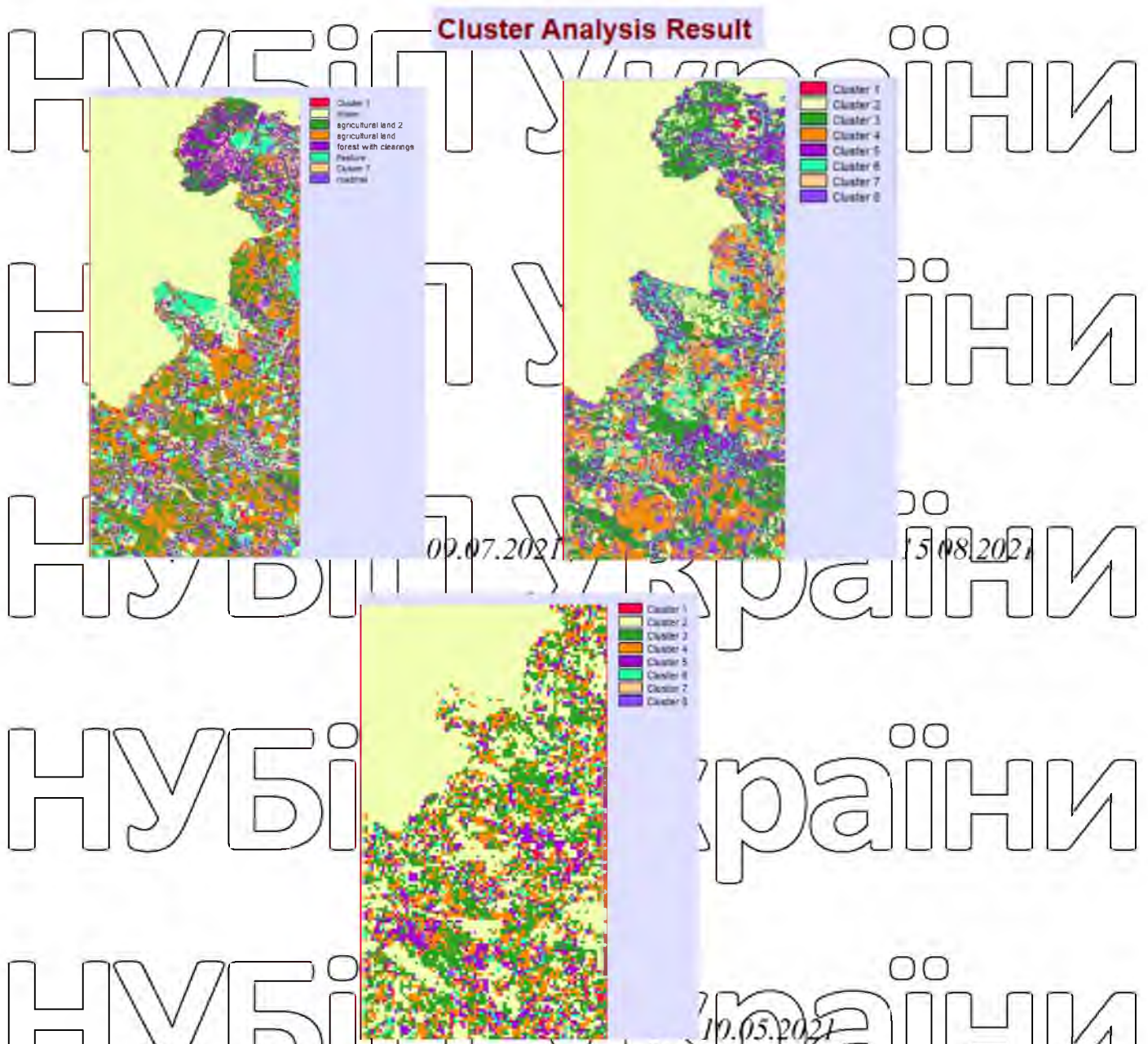


Рисунок 3.2.3 Контрольована класифікація з використанням CLUSTER

за період 09.07.2021 р, 15.08.2021р, 10.05.2021р.

У дослідженні використано два підходи автоматизованої класифікації для створення спектральних сигнатур. Також використовуємо модуль ISODATA, тобто проводимо некеровану класифікацію частини території

Білоцерківського району.

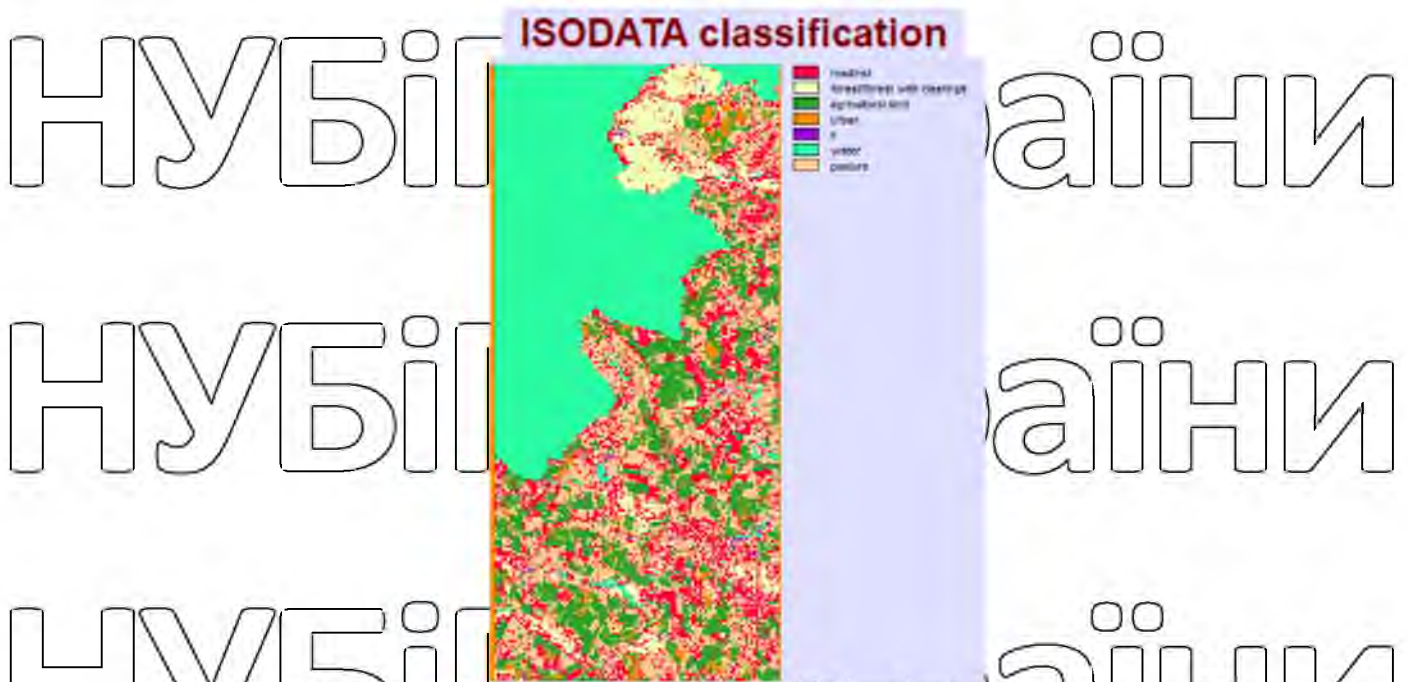


Рисунок 3.2.4 Неконтрольована класифікація з використанням ISODATA за період 05.06.2011 року

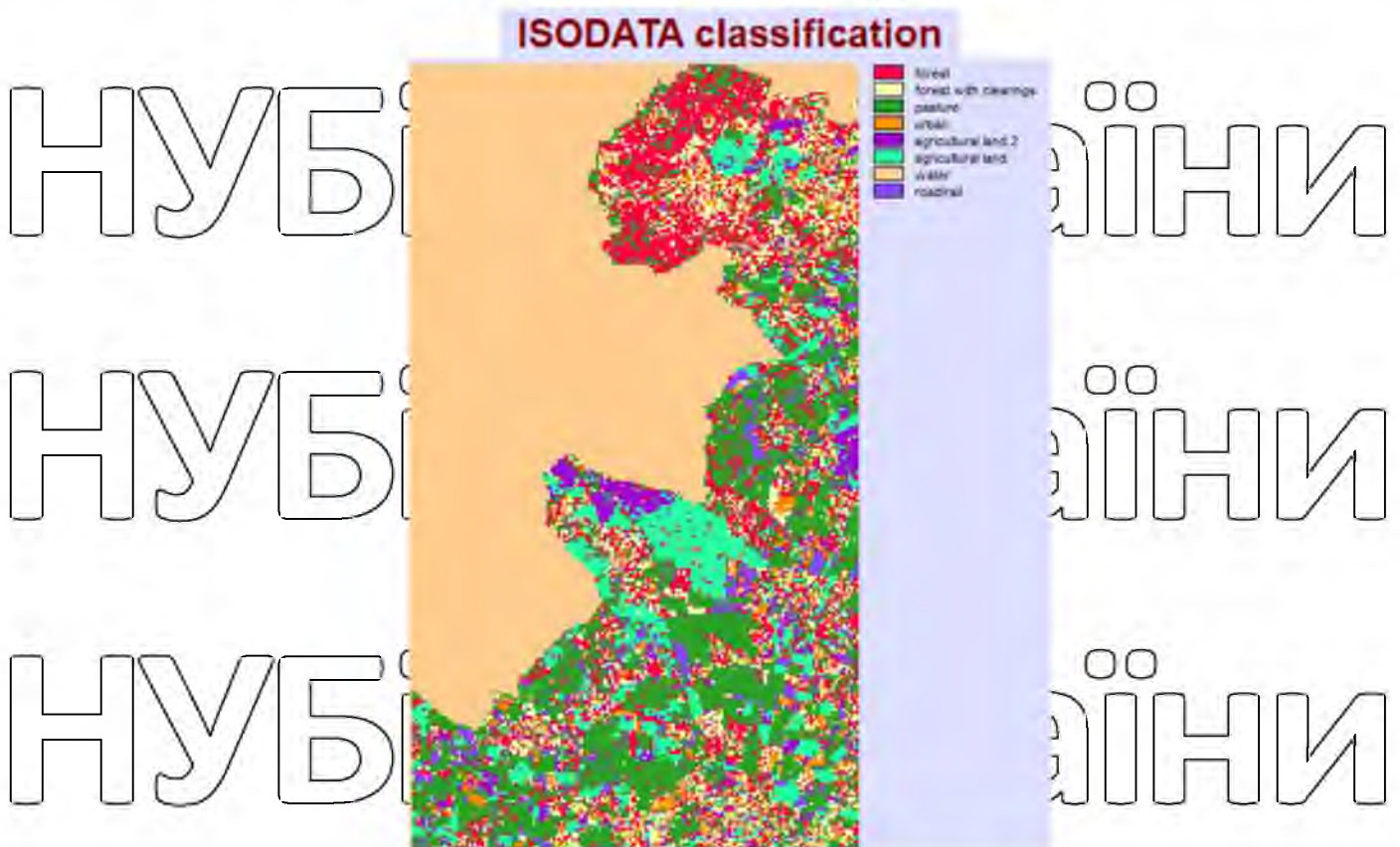


Рисунок 3.2.5 Неконтрольована класифікація з використанням ISODATA за період 09.07.2021 року

На малюнках 3.2.4 та 3.2.5 зображена некерована класифікація частини території району за даними часового ряду, а саме канали за 05.06.2011 року

((Landsat 8 OLI) та 09.07.2021 року (Sentinel-2). Для подальшого порівняння я  
обрала саме їх, а саме канали за 05 червня 2011 року та 09 липня 2021 року так,  
як вони мають більш чіткішу класифікацію.

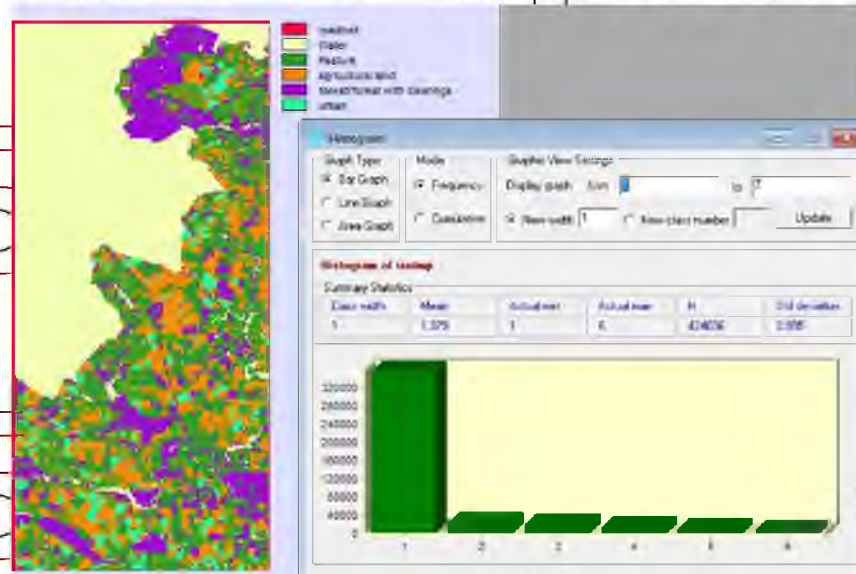


Рисунок 3.2.6 Класифікація модулем ISOCLUST за період 05.06.2011р.

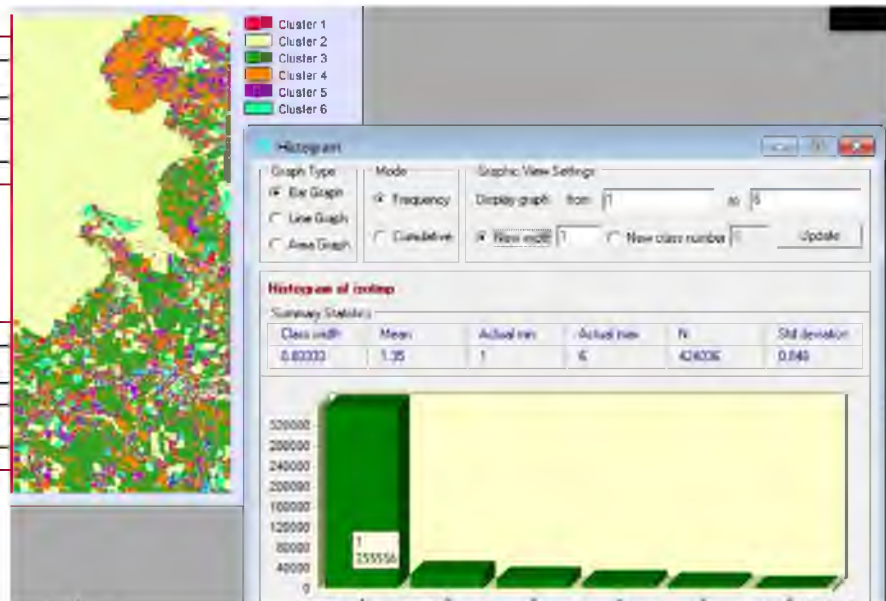


Рисунок 3.2.7 Класифікація модулем ISOCLUST за період 09.07.2021р

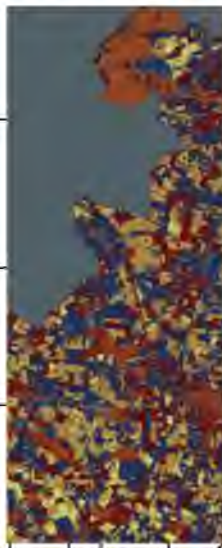
### 3.3 Використання часових рядів для вивчення просторово часових змін об'єктів

В сучасний час багато масштабна класифікація ґрунтового покриття,  
отримана з даних супутникового дистанційного зондування, тепер ефективно.

застосовується до картографічних зображень багатьох країн, регіонів, континентів і світу.

Недавні дослідження показали великі просторові відмінності між типами ґрунтового покриву при порівнянні результатів глобальної класифікації ґрунтового покриву. Це пов'язано з фактичним визначенням предметних класів, використанням різних датчиків, методологіями класифікації та відсутністю достатніх даних наземної перевірки.

Аналіз досліджуваної роботи спрямований на виявлення змін, що відбулися в частині території Білоцерківського району на основі порівняння результатів, отриманих від класифікації та геопросторових аналіз минулих і сучасних даних. На основі аналізу різниці зображень визначено зміни локалізації і площі об'єктів зміни типів покриття.

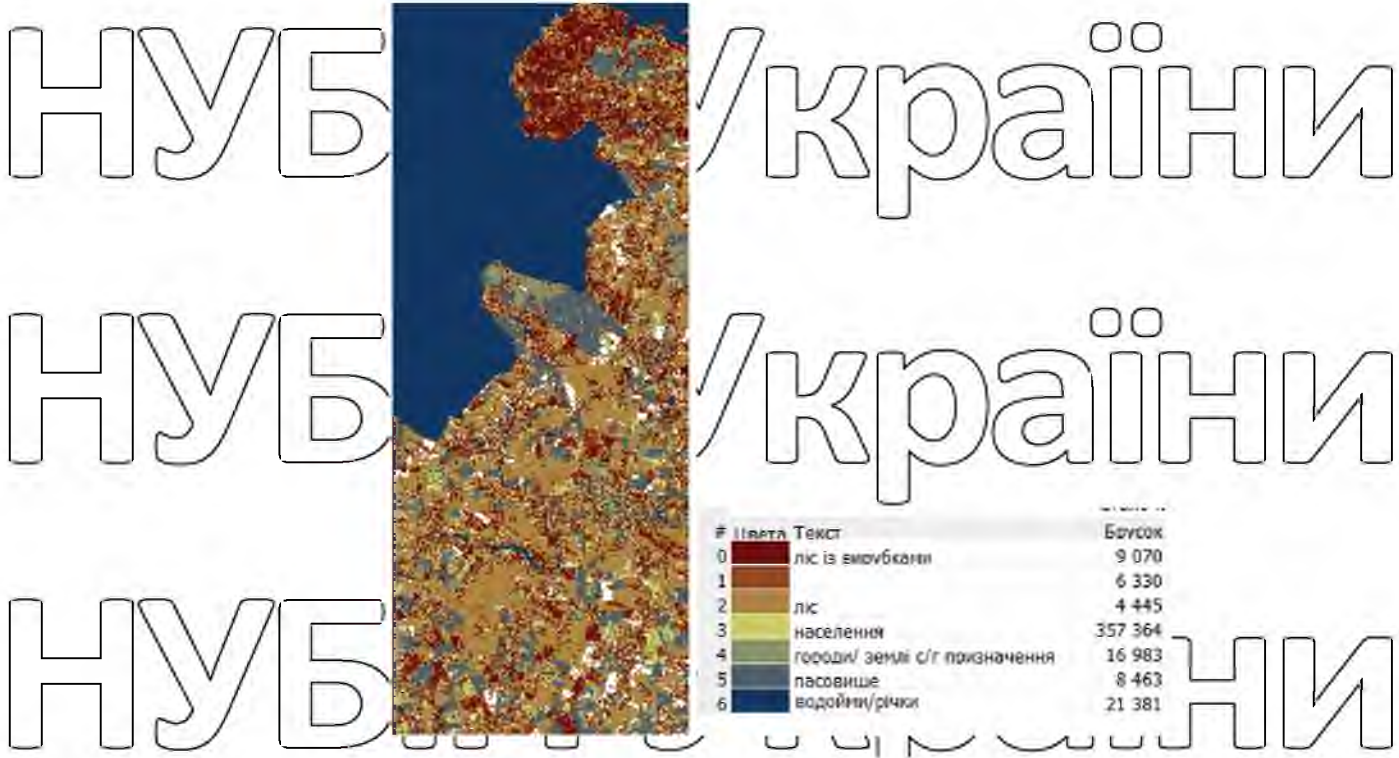


#	Цвета	Текст	Брусок
0	Житлові будови	житлові забудови	11 635
1	ліс/ліс із вирубокми	ліс/ліс із вирубокми	12 151
2	землі с/г призначення	землі с/г призначення	5 462
3	землі під забудову	землі під забудову	388
4	землі с/г призначення	землі с/г призначення	357 336
5	водойма/річки	водойма/річки	21 184
6	пасовище	пасовище	15 880

Земельне вкриття модельної території частини Білоцерківського району за 2011р



Рисунок 3.3.1 Діаграма земельного вкриття модельної території частини Білоцерківського району за 2011 р. (у відсотковому значенні)



Земельне вкриття модельної території частини Білоцерківського району за 2021р

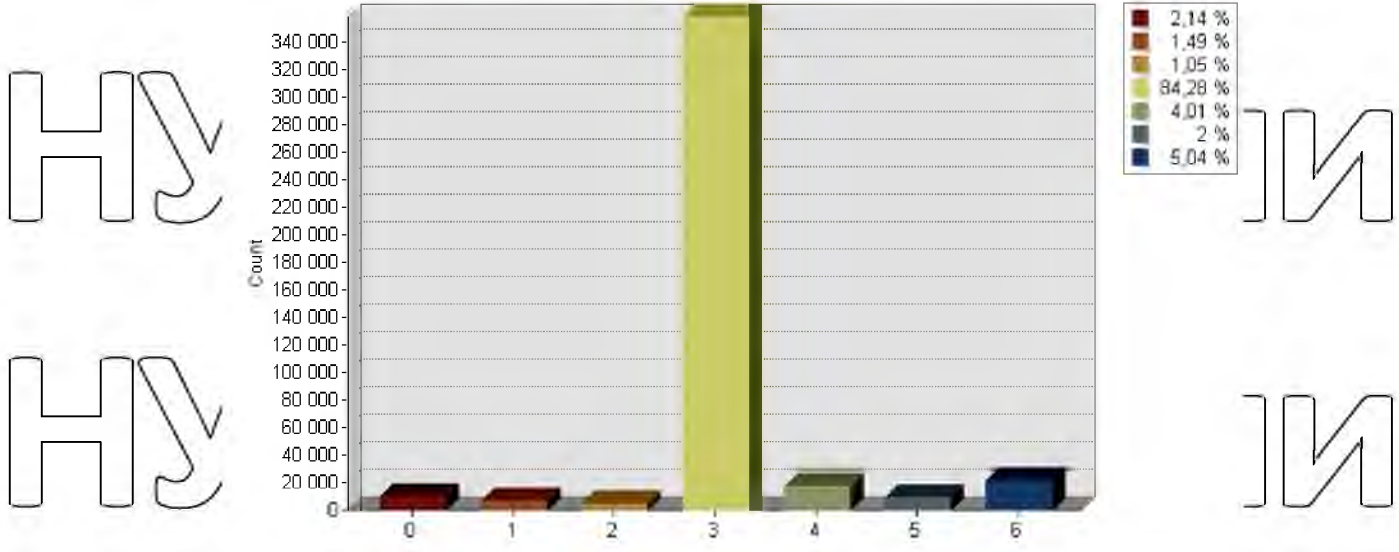


Рисунок 3.3.2 Діаграма земельного вкриття модельної території частини Білоцерківського району за 2021р.

Отже, за поданими діаграмами помітно, що зміни відбулись не значні. Встановлені відсоткові зміни за 10 років типів земельного вкриття, зокрема, відбулось деяке зменшення площ лісів за рахунок наявності вирубки та невелике зменшення площ с/г призначення.

Отже, проведені дослідження засвідчують, що під час дослідження було використано знімки Sentinel-2 рівня, Landsat 8 за 05.06.2011 рік та 09.07.2021 рік.

Використано спектральні канали видимого діапазону і ближній інфрачервоний діапазон. Проведено кластерний аналіз даних космічних зйомок та отримано тематичні карти за 2011р, 2021р, тобто за період 10 років.

Відбулися зміни об'єкту дослідження у відсотковому значенні становлять 2-3% площі за період 10 років, а саме з 2011 р по 2021 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## ВИСНОВКИ

НУБІП України

Отже, в ході виконання магістерської роботи:

- Проведено аналіз часових рядів даних ДЗЗ за два періоди

- Проведено попереднє оброблення і трансформування ування геоданих до одного просторового розрізнення

НУБІП України

- Проаналізовані часові профілі об'єктів у середовищі ГІС
- Визначили базовий набір геоданих і тематичних даних для геоінформаційного аналізу змін типів земельного вкриття; проведено оцінку

тенденцій цих змін і їхній прогноз;

НУБІП України

- Визначили шляхи раціонального використання земель сільськогосподарського призначення на прикладі модельної території

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Smart Farming | Nutrient Testing – AgroCares Logo [Електронний ресурс] // What is the difference between precision, digital and smart farming? – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.agrocares.com/2020/10/30/what-is-the-difference-between-precision-digital-and-smart-farming/>

[2] How big data will revolutionize the global food chain [Електронний ресурс] // – Режим доступу до ресурсу: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/how-big-data-will-revolutionize-the-global-food-chain>

[3] Michal Kicinski, CropLife Europe [Електронний ресурс] // Цифрове та точне землеробство – Режим доступу до ресурсу:

<https://croplifeeurope.eu/our-priorities/precision-digital-agriculture/>

[4] Випуск 13. Управління розвитком складних систем [Електронний ресурс] // Сучасний стан інформаційних систем прогнозування часових рядів – 2013. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/3969>

[5] Marc Chiacchio, Comparative Analysis Examples & Overview [Електронний ресурс] // What is Comparative Analysis? – 2022 – Режим доступу до ресурсу: <https://study.com/learn/lesson/comparative-analysis-examples-overview.html>

[6] Статистичний аналіз [Електронний ресурс] // Використання статистичного аналізу – Режим доступу до ресурсу:

<https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/analyze/commonly-used-tools/statistical-analysis.htm>

[7] IMARC Services Private Limited, Geographic Information System (GIS) [Електронний ресурс] // Market Trends 2022 | Growth, Share, Size, Demand and Future Scope 2027 – August 22, 2022 – Режим доступу до ресурсу:

Eherbin, A.de. , Schillar, A. , Pulsipher, A. , 2007. The vulnerability of global cities to climate hazards. Environ. Urbaniz. 19, 39–64.

# НУБІП України

1  
4  
]

[  
[Електронний ресурс] // Методи аналізу, систематизації та узагальнення географічної інформації – Режим доступу до ресурсу:

[17] Sorab, G, Everything You Need to Know About Time Series Analysis – A Primer

[Електронний ресурс] // Time Series Analysis A Primer by Guyan, You Need to Know About

Use 2021 – Режим доступу до ресурсу: <https://www.expressanalytics.com/blog/time-series-analysis>

[18] gov.ua, Місьцеве самоврядування України [Електронний ресурс] // Інформація

про район – 2021 – Режим доступу до ресурсу: [https://bcrada.gov.ua/informaciya-pro-raion-](https://bcrada.gov.ua/informaciya-pro-raion-16-23-28-31-08-2021/)

[16-23-28-31-08-2021/](https://bcrada.gov.ua/informaciya-pro-raion-16-23-28-31-08-2021/)

[19] Агенція Стратегічного Розвитку Білої Церкви, Інвестиційний паспорт міста Біла

Церква та Білоцерківського району // – 2017. – Режим доступу до ресурсу:

<https://bcrada.gov.ua/bilocerkivschina-16-26-03-06-12-2017/>

[20] Агенція Стратегічного Розвитку Білої Церкви, Інвестиційний паспорт міста Біла

Церква та Білоцерківського району // – 2017. – Режим доступу до ресурсу:

[http://economy.bc-rada.gov.ua/images/docs/investytsiina-polityka/pasport/investiciyniy-](http://economy.bc-rada.gov.ua/images/docs/investytsiina-polityka/pasport/investiciyniy-pasport-mista-bila-cerkva.pdf)

[pasport-mista-bila-cerkva.pdf](http://economy.bc-rada.gov.ua/images/docs/investytsiina-polityka/pasport/investiciyniy-pasport-mista-bila-cerkva.pdf)

[21] Нова екологія [Електронний ресурс] // Загальна характеристика району – 2022.

Режим доступу до ресурсу: <http://www.novaecologia.org/voccos-2158-1.html>

[22] Діаграма потоку даних - Data-flow diagram – 2017. – Режим доступу до ресурсу:

[https://ewikiuk.top/wiki/Data-flow\\_diagram](https://ewikiuk.top/wiki/Data-flow_diagram)

[23] Vuzlit.com [Електронний ресурс] // РОЗДІЛ 3. Стан ґрунтів агроєкосистем

Білоцерківського району Київської області (результати досліджень) – 2020. – Режим

доступу до ресурсу:

[https://vuzlit.com/763269/stan\\_gruntiv\\_agroekosistem\\_bilotserkivskogo\\_rayonu\\_kiyivsk](https://vuzlit.com/763269/stan_gruntiv_agroekosistem_bilotserkivskogo_rayonu_kiyivskoyi_oblasti_rezultati_doslidzhen)

[oyi\\_oblasti\\_rezultati\\_doslidzhen](https://vuzlit.com/763269/stan_gruntiv_agroekosistem_bilotserkivskogo_rayonu_kiyivskoyi_oblasti_rezultati_doslidzhen)

[24] Нова екологія [Електронний ресурс] // Земельні ресурси регіону – 2022. – Режим

доступу до ресурсу: <http://www.novaecologia.org/voccos-2159-1.html>

1

2

3

4

4

[25] Нова екологія [Електронний ресурс] // Використання та охорона природних ресурсів. Надра – 2022 – Режим доступу до ресурсу: <http://www.novaecologia.org/voecos-2161-1.html>

[26] Vuzlit.com [Електронний ресурс] // Структура та стан земельних ресурсів – 2020. – Режим доступу до ресурсу:

[https://vuzlit.com/763269/stan\\_gruntiv\\_agroekosistem\\_bilotserkivskogo\\_rayonu\\_kiyivsk\\_ovi\\_oblasti\\_rezultati\\_doslidzhen](https://vuzlit.com/763269/stan_gruntiv_agroekosistem_bilotserkivskogo_rayonu_kiyivsk_ovi_oblasti_rezultati_doslidzhen)

[27] Нова екологія [Електронний ресурс] // Земельні ресурси регіону – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.novaecologia.org/voecos-2159-1.html>

[28] TIVCO [Електронний ресурс] // What is Time Series Analysis? – 2021. – Режим

[29] Нова екологія [Електронний ресурс] // Загальна характеристика району – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.novaecologia.org/voecos-2158-1.html>

[30] Enes Zvornicanin, Neptune [Електронний ресурс] // Time Series Projects, Tools, Packages, and Libraries That Can Help– October 20th, 2022. – Режим доступу до ресурсу:

[31] Luca Congedo, Semi-Automatic Classification Plugin 5.3.6.0 documentation [Електронний ресурс] // Короткий вступ до дистанційного зондування – 2017. – Режим

[32] Иннотер [Електронний ресурс] // Landsat-8 – 2013. – Режим доступу до ресурсу:

[33] uml-diagrams [Електронний ресурс] // Activity Diagrams – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.uml-diagrams.org/activity-diagrams.html>

[34] Visual Paradigm [Електронний ресурс] // What is Activity Diagram? – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.visual-paradigm.com/guide/uml-unified-modeling-language/what-is-activity-diagram/>

[37] Sweta\_Sharma, GeeksforGeeks [Електронний ресурс] // Conceptual Model of the Unified Modeling Language (UML) – 2022 – Режим доступу до ресурсу:

<https://www.geeksforgeeks.org/conceptual-model-of-the-unified-modeling-language->

[38] Simmytar|ka5, GeeksforGeeks [Електронний ресурс] // Unified Modeling Language (UML) | Activity Diagrams – 2022 – Режим доступу до ресурсу.

<https://www.geeksforgeeks.org/unified-modeling-language-uml-activity-diagrams/>

[39] Ajay Kulkarni, Ryan Booz, Attila Toth [Електронний ресурс] // What Is Time-Series Data? (With Examples) – 2022 – Режим доступу до ресурсу:

<https://www.timescale.com/blog/time-series-data/>

[40] [Електронний ресурс] // Time Series Analysis: Definition, Types, Techniques, and When It's Used – 2021 – Режим доступу до ресурсу:

<https://www.tableau.com/learn/articles/time-series-analysis>

[41] Brillinger, David R. Time series: data analysis and theory / David R. Brillinger. cm. (Classics in applied mathematics ; 36) "This SIAM edition is an unabridged republication of the work first published by Holden Day, Inc., San Francisco, 1981" -- Т.р. verso. ISBN 978-0-89871-501-9 (pbk.) <https://epubs.siam.org/doi/epdf/10.1137/1.9780898719246.fm>

[42] [Електронний ресурс] //// – 2021 – Режим доступу до ресурсу:

<https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/10/a-comprehensive-guide-to-time-series-analysis/>

[43] [Електронний ресурс] //// – 2021 – Режим доступу до ресурсу:

<https://mapasyst.extension.org/whats-the-difference-between-a-supervised-and-unsupervised-image-classification/#:~:text=Unsupervised%20classification%20is%20where%20the,and%20groups%20them%20into%20classes.>

[44] [Електронний ресурс] //// – 2021 – Режим доступу до ресурсу:

<https://blogs.ubc.ca/zhuanim/2016/04/18/unsupervised-classification/>

[45] Yuting X, Zhu An L., Loh Wei S., Yong Xin P. (2022) Геопросторовий аналіз твітів під час аварії в Сінгапурі. In: Kundu SN (eds) Geospatial Data Analytics and Urban Applications. Досягнення людських поселень 21 століття. Спрінгер, Сінгапур. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-7649-9\\_5](https://doi.org/10.1007/978-981-16-7649-9_5)

[46] [Електронний ресурс] //// – 2021 – Режим доступу до ресурсу:

[https://doc.milestonesys.com/latest/en-US/standard-features/sf\\_mc/sf\\_mcnodes/sf\\_5rulesandevents/mc\\_timeprofile\\_rulesandevents.htm](https://doc.milestonesys.com/latest/en-US/standard-features/sf_mc/sf_mcnodes/sf_5rulesandevents/mc_timeprofile_rulesandevents.htm)

[47] [Електронний ресурс] //// – 2021 – Режим доступу до ресурсу:

<https://tvis.com.ua/en/products/digital-relief-models/>

[48] [Електронний ресурс] //// – 2021 – Режим доступу до ресурсу:

<https://www.earthdoc.org/content/papers/10.3997/2214-4609.2022590013?crawler=true>

[49] [Електронний ресурс] //// – 2021 – Режим доступу до ресурсу:

<https://www.earthdoc.org/content/papers/10.3997/2214-4609.2022590013?crawler=true>

[50] [Електронний ресурс]////– 2021– Режим доступу до ресурсу:

[https://elearn.nubip.edu.ua/pluginfile.php/286104/mod\\_assign/intro/%D0%9A%D0%BB](https://elearn.nubip.edu.ua/pluginfile.php/286104/mod_assign/intro/%D0%9A%D0%BB)

[%D0%B0%D1%81%D0%B8%D1%84%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F.pdf](#)

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП <sup>ДОДАТКИ</sup> України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України