

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ НАЗЕМНИХ СПОРУД І АЕРОДРОМІВ
КАФЕДРА АЕРОКОСМІЧНОЇ ГЕОДЕЗІЇ ТА ЗЕМЛЕУСТРОЮ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач випускової кафедри

_____ Юрій ВЕЛИКОДСЬКИЙ

«___» _____ 2023 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)
ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР
ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 193 «ГЕОДЕЗІЯ ТА ЗЕМЛЕУСТРІЙ»

**Тема: «Геопросторовий аналіз динаміки урожайності зернових
культур в Україні»**

Виконавець: студент групи 412 Б Доброжанський Денис Андрійович _____

Керівник: к.т.н Хірх-Ялан Вікторія Ігорівна _____

Нормоконтролер: к.е.н., доцент Стецюк Михайло Петрович _____

КИЇВ 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет наземних споруд і аеродромів

Кафедра аерокосмічної геодезії та землеустрою

Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»

Освітньо-професійна програма «Геоінформаційні системи і технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувача випускової кафедри

_____ **Юрій ВЕЛИКОДСЬКИЙ**

« ____ » _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Доброжанському Денису Андрійовичу

1. Тема роботи: «Геопросторовий аналіз динаміки урожайності зернових культур в Україні», затверджена наказом ректора від 10.05.2023 року № 677/ст.
2. Термін виконання роботи: з 29 травня 2023 р. по 25 червня 2023 р.
3. Вихідні дані роботи: нормативно-правова база України у сфері регулювання земельних відносин в Україні: Конституція України, закони України, законодавча та нормативно-правова база, інтернет сайти, а також наукові праці вітчизняних і зарубіжних учених з питань ведення землеустрою, застосування геоінформаційних систем і технологій, геопросторового моделювання при упорядкуванні території та створенні цифрової моделі місцевості.
4. Зміст пояснювальної записки: Теоретичні аспекти геоінформаційних технологій і геопросторового аналізу. В другому розділі реалізація геопросторового аналізу динаміки урожайності зернових культур України. У третьому розділі наведено особливості проведення геопросторового аналізу статистичних показників.
5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: 14 таблиць, 2 рисунка.
6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Проаналізувати нормативну та законодавчу методичну базу за темою диплому	29.05.2023-01.06.2023	
2	Дослідити вимоги до земельної ділянки для закладів освіти	02.06.2023-05.06.2023	
3	Ознайомитися з факторами, які впливають на відведення земельної ділянки для закладів освіти	06.06.2023-08.06.2023	
4	Визначити порядок отримання дозволу на розробку проекту відведення земельної ділянки	09.06.2023-12.06.2023	
5	Дослідити порядок розробки проекту землеустрою щодо відведення земельної ділянки в постійне користування	13.06.2023-16.06.2023	
6	Розглянути земельну ділянку, що надається в постійне користування	17.06.2023-19.06.2023	
7	Проаналізувати реєстрацію земельної ділянки в державному земельному кадастрі	20.06.2023-22.06.2023	
8	Підготувати доповідь до захисту дипломної роботи	23.06.2023-25.06.2023	

Дата видачі завдання: « _____ » _____ 2023 р.

Керівник дипломної роботи: _____ Хірх-Ялан В.І.

Завдання прийняв до виконання: _____ Доброжанський Д.А

РЕФЕРАТ

Дипломна робота «Геопросторовий аналіз динаміки урожайності зернових культур»: 52 с., 15 рис., 2 табл., список використаних джерел містить 31 літературне джерело.

Об'єктом дослідження в даній роботі динамічні статистичні дані (динаміка урожайності зернових культур).

Предметом дослідження є геопросторовий аналіз динаміки урожайності зернових культур.

Метою роботи є аналіз методів, реалізація та дослідження геоінформаційних систем і геопросторового аналізу, а також проведення самого геопросторового аналізу динаміки урожайності зернових культур України.

За допомогою геопросторового аналізу можна зрозуміти, чи підходить вибрана територія для конкретної господарської діяльності, виявити тенденції та динаміку, оцінити ризики, спрогнозувати перспективи та запобігти збиткам. Найчіткіше результати застосування геопросторового аналізу можна спостерігати у сільському господарстві, де чітко простежується залежність між особливостями території (рельєф, клімат, різноманіття ґрунтового покриву) та результатом діяльності даної галузі.

Окрім того, інструменти та методи просторового аналізу ГІС постійно розвиваються і дозволяють обробляти дані більш швидше та точніше.

Методи дослідження, що були використані в роботі: аналіз, синтез, абстракція, ідеалізація, узагальнення, наукова індукція та дедукція, моделювання, системний підхід, статистико-математичні та картографічні методи.

Результати роботи рекомендується використовувати в наукових дослідженнях та практичній діяльності.

Ключові слова: геоінформаційні системи, геопросторовий аналіз, динамічні статистичні явища, урожайність, зернові культури.

ПОЗНАЧЕННЯ І СКОРОЧЕННЯ

АПК – агропромисловий комплекс.

ГІС – геоінформаційні системи;

ДЗЗ – Дистанційне зондування землі;

ІГІС – Інтелектуальні геоінформаційні системи;

ОПР – особи, які приймають рішення.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ГЕОПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ.....	7
1.1. Суть, принципи та функції географічних інформаційних технологій.....	7
1.2. Концептуальні підходи до визначення суті геопросторового аналізу.....	10
1.3. Принципи побудови та застосування геоінформаційних систем...15	
РОЗДІЛ 2. РЕАЛІЗАЦІЯ ГЕОПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ ДИНАМІКИ УРОЖАЙНОСТІ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР УКРАЇНИ.....	20
2.1. Просторово-часова динаміка урожайності зернових культу.....	20
2.2. Перспективи застосування ГІС для аналізу статистичних даних.....	36
РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ГЕОПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ СТАТИСТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ.....	40
3.1. Методичні особливості проведення геопросторового аналізу статистичних даних динамічних явищ.....	40
3.2. Обґрунтування вибору геоінформаційних систем для проведення просторового аналізу статистичних даних.....	44
ВИСНОВКИ.....	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	55

ВСТУП

Актуальність теми. Геопросторовий аналіз геоінформаційних даних дозволяє вирішити ряд гострих теоретичних та практичних проблем у різних галузях як науки, так і у різних сферах економіки. Важко уявити окрему галузь яка так чи інакше не користується перевагами ГІС.

За допомогою геопросторового аналізу можна зрозуміти, чи підходить вибрана територія для конкретної господарської діяльності, виявити тенденції та динаміку, оцінити ризики, спрогнозувати перспективи та запобігти збиткам. Найчіткіше результати застосування геопросторового аналізу можна спостерігати у сільському господарстві, де чітко простежується залежність між особливостями території (рельєф, клімат, різноманіття ґрунтового покриву) та результатом діяльності даної галузі.

Окрім того, інструменти та методи просторового аналізу ГІС постійно розвиваються і дозволяють обробляти дані більш швидше та точніше.

Метою дослідження є аналіз методів, реалізація та дослідження геоінформаційних систем і геопросторового аналізу, а також проведення самого геопросторового аналізу динаміки урожайності зернових культур України.

Відповідно до мети були поставлені наступні **завдання**:

- описати теоретичні аспекти дослідження статистичних даних та можливості їх опрацювання геоінформаційними системами;
- окреслити концептуальні засади геопросторового аналізу;
- розкрити методичні особливості проведення геоаналізу статистичних даних динамічних явищ;
- обґрунтувати вибір геоінформаційних систем для проведення просторового аналізу статистичних даних;
- провести геопросторовий аналіз динаміки урожайності зернових культур України;

- окреслити проблеми та можливості ГІС для моніторингу статистичних даних динамічних явищ у сільському господарстві.

Об'єктом дослідження в даній роботі динамічні статистичні дані (динаміка урожайності зернових культур).

Предметом дослідження є геопросторовий аналіз динаміки урожайності зернових культур.

Методи дослідження, що були використані в роботі: аналіз, синтез, абстракція, ідеалізація, узагальнення, наукова індукція та дедукція, моделювання, системний підхід, статистико-математичні та картографічні методи.

Практичне значення роботи. Матеріали кваліфікаційної роботи можуть бути використані у наукових дослідженнях, а також бути використані у складанні проектів та планів з точного землеробства тощо.

Структура роботи. Робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. У роботі є дві таблиці та 15 рисунків. Текстовий обсяг роботи складає 52 сторінки друкованого тексту.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ГЕОПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ

1.1. Суть, принципи та функції географічних інформаційних технологій.

У науковій літературі існує багато підходів до визначення «географічні інформаційні системи». Фахівцями в області геоінформаційні системи опубліковано декілька визначень, які наведені у таблиці (табл.1.1.) [9, 12, 22,19, 25, 29].

Таблиця 1.1.

Наукові підходи до визначення поняття «геоінформаційна система»

Автор	Підхід до визначення ГІС
Berry J.	- це автоматизована просторова інформаційна система, яка створена для того, щоб управляти даними, їх картографічним зображенням чи аналізом;
Кошкар'юв О. В.	- це апаратно-програмний людино-машинний комплекс, що забезпечує збір, обробку, відображення і поширення просторово-координованих даних, інтерпретацію даних і знань про територію для їх ефективного використання при рішенні наукових і прикладних географічних завдань, пов'язаних з інвентаризацією, аналізом, моделюванням, прогнозуванням і управлінням довкіллям і територіальною організацією суспільства;
Конеску М.	- це система, що складається з людей, а також технічних і організаційних засобів, які здійснюють збір, передачу, введення і обробку даних з метою вироблення інформації, зручної для подальшого використання в географічному дослідженні і для її практичного застосування;
Degani A.	- це динамічно організованих множина даних, сполучена з множиною моделей, реалізованих на ЕОМ для розрахункових, графічних і картографічних перетворень цих даних у просторову інформацію в цілях задоволення специфічних потреб певних користувачів у межах структури точно певних концепцій і технологій;
Abler R.	- це комплекс апаратно-програмних засобів і діяльності людини зі зберігання, маніпулювання і відображення географічних даних;
Lillesand T.	- це система, що включає базу даних, апаратуру, спеціалізоване матзабезпечення і пакети програм, призначених для розширення бази даних, для маніпулювання даними, їх візуалізації у вигляді карт або таблиць і, зрештою, для ухвалення рішень про той чи інший варіант господарської діяльності;
Трофімов А. М., Панасюк М.В.	- це реалізоване за допомогою автоматичних засобів сховище системи знань про територіальний аспект взаємодії природи і суспільства, а також програмного забезпечення, що моделює функціїпошуку, введення, моделювання.

Враховуючи вище сказане, можна стверджувати, що ГІС – це інтегрована комп'ютерна система, що знаходиться під управлінням спеціалістів-аналітиків, яка здійснює збір, зберігання, маніпулювання, аналіз, моделювання і відображення просторово співвіднесених даних [22].

У академічній літературі не існує єдиного підходу до класифікації ГІС. Дядін Д. В та Хандогіна О. В. проводять класифікацію геоінформаційних систем за наступними ознаками [9]:

Геоінформаційні системи можна класифікувати за наступними ознаками:

1. За призначенням: інформаційно- довідкові, багатоцільові, інвестиційні, моніторингові, видавничі, дослідницькі, навчальні;
2. В залежності від сфери застосування: геологічні, екологічні, земельно-кадастрові, інженерних комунікацій та міського господарства, навігаційні; надзвичайних ситуацій, соціально-економічні,
3. За масштабом охоплення: глобальні, загальнонаціональні, регіональні, локальні, муніципальні;
4. За функціональними можливостями: потужні універсальні, настільні, персональні;
5. Залежно до можливостей вносити зміни: відкриті, закриті;
6. За способом організації географічних даних (залежно від форматів введення, зберігання, обробки і надання картографічної інформації): за моделями даних – ієрархічна, мережна, реляційна, гібридна; за формою представлення даних – векторна, растрова, векторно-растрова, трьохвимірна.

Основними ознаками географічних інформаційних систем є: географічна (територіальна, просторова) прив'язка, генерування нової інформації на основі синтезу наявних даних; відображення просторово-тимчасових зв'язків об'єктів; забезпечення прийняття рішень; можливість оперативного оновлення баз даних за рахунок нової інформації.

Геоінформаційні технології мають широке використання та застосування. Вони використовуються у екології, природокористуванні,

економіці, регіональному плануванні, демографії, маркетингу, військовій справі, навігації, соціології тощо. Відповідно до широкого застосування ГІС володіють широким спектром функцій, основними з яких є: інформаційно-довідкова, функція тематичного картографування, функція просторового планування, функція прийняття рішень [19].

Інформаційно-довідкова функція полягає у тому, що у ГІС можливе створення і ведення банків інформації, які мають просторово-координовану особливість. Функція автоматизованого картографування передбачає створення географічних тематичних карт, що відповідають високим картографічним вимогам, а також моделювання територіальних природних, природно-господарських, економічних, соціально-економічних територіальних систем. Функція підтримки прийняття рішень у плануванні, проектуванні та управлінні полягає у тому, що систематизація, обробка аналіз просторової інформації за допомогою ГІС дозволяє ухвалити рішення в управлінні регіону різного масштабу, створювати програми розвитку певної галузі чи території, раціонально використовувати природні та економічні ресурси [25].

ГІС як складна система містить елементи (частини), які виділяються за певною ознакою чи їх сукупністю, що розглядаються як єдине цілісне утворення. ГІС складається із функціонального забезпечення (методологічного апарату, що закладений у ГІС, це ті розробки, які дозволяють нарощувати функціональність і перетворювати універсальні геоінформаційні системи для конкретних, сфер знання, робочих колективів); апаратного забезпечення (представлено пристроєм, що забезпечує введення та виведення інформації); програмного забезпечення (сукупність пов'язаних між собою програм, які дозволяють виконувати основні функції ГІС: можливість ведення, збереження, обробки та аналізу даних, а також безпосередньо керування геоінформаційною системою); кадрове забезпечення (складають кваліфіковані працівники, які розробляють і підтримують системами та керують даними).

Географічні інформаційні системи у порівнянні із іншими інформаційними системами мають ряд можливостей, що пов'язані із простором. Основними перевагами ГІС є:

- зручне для користувача відображення просторових даних;
- поняття обґрунтованих рішень;
- інтеграція даних усередині організації;
- зручний засіб для створення картографічних зображень.

Геоінформаційна система, як складний комплекс має особливі базові принципи побудови. Основними серед них є: комплексність, просторовість і зв'язаність. Просторовість. ГІС у своєму арсеналі мають інструментарій, який працює з будь-якими даними, розподіленими в просторі, що мають свою систему координат, починаючи від колоній мікроорганізмів і закінчуючи планетою Земля. Зв'язаність – наявність тісного взаємозв'язку між просторовою й атрибутивною інформаціями. Інтеграція. ГІС відрізняються від інших ІС саме тим, що вони володіють ефективними можливостями інтегрування різнопланової просторової інформації, що пов'язана з реальним земним простором [12].

Отже, ГІС – це система, яка інтегрує знання. Проблеми розробки, функціонування і використання ГІС перебувають на стику трьох галузей наукових знань: комп'ютерні науки, науки про Землю і земний простір, галузі геоінформаційних додатків.

1.2. Концептуальні підходи до визначення суті геопросторового аналізу

Геопросторовий аналіз геоінформаційних даних дозволяє вирішити ряд гострих теоретичних та практичних проблем у різних галузях як науки, так і у різних сферах економіки. Перевагами геоінформаційних систем користуються більшість галузей та сер суспільства та економіки. За допомогою геопросторового аналізу можна зрозуміти, чи підходить обрана територія для конкретної господарської діяльності, виявити тенденції,

оцінити ризики, спрогнозувати можливі результати та запобігти збиткам. Найчіткіше результати застосування геопросторового аналізу можна спостерігати у сільському господарстві, де чітко простежується залежність між особливостями території (рельєф, клімат, різноманіття ґрунтового покриву) та результатом діяльності даної галузі. Варто зауважити і те, що інструменти та методи геопросторового аналізу швидкими темпами розвиваються і це в свою чергу дозволяє обробляти дані точніше та швидше.

Поняття «геопросторовий аналіз» у науці має широке трактування. Більшість науковців геопросторовий аналіз трактують, як підхід до застосування методів статистичного аналізу за допомогою різних інформаційних технологій до даних географічного або просторового характеру[1].

Е. Мітчел у своїй праці «Просторові моделі і взаємозв'язки» стверджує, що геопросторовий аналіз – це процес пошуку просторових закономірностей у розподілі географічних даних і взаємозв'язків між об'єктами [7].

Мішель Ф. Гудчайлд в передмові до книги Енді Мітчелла пише, що процес просторового аналізу нагадує розтягування гумової стрічки, коли довга і важка робота по цифруванню елементів карт, формуванню баз даних, виявленню помилок і трансформації інформації у всілякі системи координат, врешті-решт, винагороджує ефектним результатом або знахідкою оптимального рішення.

О. О. Іщук акцентує увагу на тому, що геопросторовий аналіз є тією лінією, що проходить через вивчення подій, структур і процесів, які відбувається на поверхні земної кулі [15, 16].

В. О. Подліпаєв вказує, що геопросторовий аналіз – це динамічний процес роботи із великими обсягами даних. Науковець стверджує, що опрацьовується геопросторова інформація, яка має безпосереднє відношення до конкретної території. З цього випливає, що областю геопросторового аналізу є певна територія та процеси та об'єкти які відбуваються та знаходяться на ній [13].

Отже, геопросторовий аналіз – це процес пошуку просторових закономірностей в розподілі географічних даних і взаємозв'язків між об'єктами.

Геопросторовий аналіз можна також трактувати як підхід до застосування статистичний методу аналізу, що дозволяє побачити закономірності територіального (просторового) поширення того чи іншого процесу чи явища.

Геопросторовий аналіз дозволяє вирішити ряд завдань, основними серед яких є: аналіз місця розташування певного об'єкта; аналіз оточення об'єкта; аналіз розподілу певного показника (виділення де більше чи менше); картографування того чи іншого показника чи його аналізу; аналіз динамічних географічних чи статистичних даних.

Об'єктом геопросторового аналізу виступає поверхня Землі, її певний регіон, або конкретна оболонка нашої планети. Масштаб може бути як уся планета (наприклад, зміни клімату), до конкретного географічного об'єкта (підприємство, населений пункт, гірський схил, озеро тощо). Варто зазначити те, що геопросторовий аналіз працює як із просторовими даними так із динамічними [13].

До можливостей просторового аналізу відносять «оверлейні» операції; аналіз близькості; мережевий аналіз; пошук об'єктів; аналіз видимості-невидимості; прогнозування; картометричні функції; інтерполяція та інші геостатистичні методи; зонування; створення контурів; декомпозиція і об'єднання об'єктів; буферизація; перекласифікація.

Найважливішою функцією геопросторового аналізу є геопросторове моделювання, яке передбачає побудову і використання просторових об'єктів, визначення їх взаємозв'язків і динаміки процесів. В основу геомоделювання може бути покладений математико-статистичний аналіз просторових розміщень і часових рядів. Наприклад, для динаміки статистичних показників може використовуватися картограма чи картодіаграма, а для

геологічних чи геоморфологічних зрізів – міжшаровий кореляційний аналіз різновікових поверхонь.

Поняття «геопросторового аналізу» тісно пов'язане із визначенням поняттям «геопростір». Погоджуючись із думкою В. І Зацерковного, геопростір – це географічна оболонка Землі, яка підлягає вивченню, відображенню та моделюванню на обмеженій території, в певний період часу, в межах об'єктового складу, переліку й ступеня детальності його властивостей, зазначених споживачем геоінформації [13].

В основі геопросторового аналізу лежать геодані. В широкому розумінні це дані, які піддаються оцифровці та аналізу геоінформаційними системами. У вузькому розумінні, - це просторові і часові дані, що відбивають властивості об'єктів реального чи віртуального світу (навколишнього простору), процесів і явищ, що відбуваються на Землі та включають відомості про їх місце розташування і властивості.

Методи географічного аналізу та геопросторового моделювання включають виконання багатопараметричних класифікацій, побудову фізичних та абстрактних поверхонь (у тому числі геостатистичних), інтерполяції та екстраполяції даних, створення фізичних та експериментальних моделей процесів, моделей підтримки прийняття рішень та прогнозу[18].

Серед методів просторового аналізу виділяють такі методи:

- Класифікацію об'єктів шляхом угруповання значень їх ознаки для об'єднання у класи близьких величин або виявлення закономірностей у даних. У цьому способі межі класів визначають за характерними точками статистичного ряду їх розподілу, що представляється гістограмою - графіком, що відображає частоту значень атрибуту. Застосовують при автоматизації виділення інтервалів шкал географічних даних, при статистичному аналізі їх структури, при створенні тематичних шарів БД та карт, виборі графічного прийому відображення даних на карті – колірних шкал, символів або діаграм

- Класифікацію з урахуванням методів багатомірного статистичного аналізу. Вони призначені для вирішення головного завдання будь-якого дослідження та наукового аналізу – виявлення взаємозв'язків сукупності різних вихідних ознак, що відображають структуру географічних комплексів, та сприяють формуванню основних інтегральних характеристик (факторів, компонент) на основі лінійних комбінацій цих ознак, дозволяють описати основні тенденції досліджуваних комплексів меншою кількістю ознак із мінімальними втратами інформації.

- Дослідження взаємозв'язків об'єктів з використанням операцій оверлею шарів, вибору об'єктів за просторовими критеріями та побудови атрибутивних запитів. Просторові запити часто виконуються у поєднанні з побудовою буферних зон, наприклад, для зонування території за ступенем небезпеки, або вирішення проблем оцінки нерухомості.

Визначення розташування та оптимального розміщення – найбільш поширені завдання ГІС-аналізу при виконанні територіальних досліджень, для пов'язаного аналізу географічних факторів та вивчення їх просторових відносин. Ефективний спосіб знаходження оптимального розташування - створення додаткових шарів «придатності» або їх результуючої комбінації з використанням ГІС-технології свердління. Користувач інтерактивно керує процесом створення додаткових шарів, встановлюючи умови придатності.

- Аналіз мереж, який став затребуваним особливо останнім часом у зв'язку із створенням численних муніципальних ГІС та застосуванням навігаційних систем. Він дозволяє вирішувати різні завдання на просторових мережах зв'язкових лінійних об'єктів: дороги, мережі вулиць, річки, трубопроводи, мережі водопроводів, електричних та телефонних кабелів та ін. Мережа складається з ліній, які можуть перетинатися з іншими в точці, яка називається «вузол».

Серед методів та технологій геопросторового моделювання виділяють три головні напрями:

- моделювання структури геосистем;

- моделювання взаємозв'язків та моделювання динаміки;
- моделювання для забезпечення прийняття рішень.

В основі геопросторового аналізу лежать дані, як інформація, яка потребує обробки за допомогою геоінформаційною системою. Для геопросторового аналізу найчастіше використовують два типи даних: картографічні та просторові. Перші тип даних (картографічні) – це картографічна інформація, що зберігається у цифровій формі [16]/

Просторові дані – це ті дані, які характеризують певне місце розташування, та геометричний опис явища і характеризує його місце розташування до інших об'єктів чи явищ.

Характеристика даних також здійснюється через три характеристики: просторовості, тимчасовості та тематичності.

Отже, геопросторовий аналіз – це підхід до застосування методів статистичного аналізу та різних інформаційних технологій до даних географічного та геопросторового характеру. Такий аналіз передбачає використання спеціалізованого програмного забезпечення і застосування аналітичних методів дослідження.

1. 3. Принципи побудови та застосування геоінформаційних систем

Дані. Для того, щоб дані були використані у геоінформаційних системах їх переводять у цифровий формат. Цей процес називається оцифруванням. У сучасних ГІС цей процес може бути автоматизований. Для цього використовують сканер, а якщо інформація об'ємна – використовують дигітайзера.

ГІС-технологія володіє різноманітними способами маніпулювання просторовими даними та окреслення даних, які потрібні для конкретного завдання [29].

Управління проектами ГІС. Для кращого використання та аналізу значної кількості інформації, створюють банк даних. Це дозволяє не лише зберігати інформацію, але і її структурувати, управляти нею, застосовувати у

конкретних цілях тощо. Як правило, для цього використовують спеціальні комп'ютери, які в свою чергу призначені для роботи з інтегрованими наборами баз даних. У ГІС найзручніше використовувати реляційну структуру, при якій дані зберігаються в табличній формі. При цьому для скріплення таблиць застосовуються загальні поля. Цей простий підхід достатньо гнучкий і широко використовується в багатьох ГІС додатках [12].

Запит і аналіз. Географічна інформація за допомогою геоінформаційних систем дає відповідь на прості запитання. Наприклад, яка відстань між спорудами, параметри і площа земельної ділянки, хто є її власником тощо. Складніші питання потребують уже аналізу і інтерпретації даних, які розташовані на різних тематичних рівнях.

У простому випадку це операція відображення, але при ряді аналітичних операцій дані з різних шарів об'єднуються фізично. Накладення, або просторове об'єднання шарів, дозволяє, наприклад, інтегрувати дані про ґрунти, ухил, рослинність і землеволодіння із ставками земельного податку та іншими даними [7].

Візуалізація. Візуалізація - один із варіантів кінцевої роботи просторового аналізу. Вона, як правило, представлена у вигляді таблиць, графіків, карт тощо. Карта - це дуже ефективний і інформативний спосіб зберігання, уявлення і передачі географічної (що має просторову прив'язку) інформації. За допомогою картографічних матеріалів можна висвітлити інформацію про різні об'єкти та явища природи та суспільства, а також взаємозалежність між ними. Окрім того, карти можуть бути доповнені за допомогою звітів, аналітичних доповідей, таблиць, тривимірними і площинними графіками, таблицями, діаграмами, знімками тощо. Зв'язані технології. Геоінформаційна система тісно пов'язана з іншими видами інформаційних систем. Її головна відміна полягає в можливості маніпулювати та проводити аналіз просторових даних [16].

Дистанційне зондування Землі та GPS. Технологія дистанційного зондування — це область мистецтва і науки, яка використовує датчики

(наприклад, різні камери на літаках, приймачі системи глобального позиціонування або інше обладнання) для вимірювання поверхні землі. Ці датчики збирають дані у вигляді наборів координат або зображень (зараз переважно цифрових) і забезпечують спеціалізовані функції для обробки, аналізу та візуалізації отриманих даних. Через відсутність достатньо потужних засобів управління та аналізу даних відповідну систему в чистому вигляді, тобто без додаткових функцій, важко віднести до існуючої ГІС [25].

Важливою перевагою географічних інформаційних систем для пересічної людини є представлення просторової інформації та будь-якої іншої інформації (атрибутивної інформації), що стосується об'єктів, розташованих у просторі. Можна спільно використовувати дані, що постійно змінюється, наприклад соціально-економічні явища.

До способів представлення атрибутивної інформації відносимо числове значення з датчика про особливості об'єкту, його зображення, основні параметри, місце розташування та іншу інформацію. Тобто ГІС дозволяють отримати інформацію про різні об'єкти та явища, які знаходяться у межах простору. Якщо інформацію про просторовий об'єкт доповнити статистичними даними – виникає можливість проводити геопросторовий аналіз. Така методика дозволяє значно скоротити час і отримати більший прибуток компаніям, які працюють з таким видом інформації.

Геоінформаційна система дозволяє скоротити час отримання відповідей на запити клієнтів; виявляти території відповідні для необхідних заходів; виявляти взаємозв'язки між різними параметрами (наприклад, ґрунтами, кліматом і врожайністю сільськогосподарських культур); виявляти місця розривів електромереж.

Значна частина технічних підприємств і закладів котрі використовують ГІС, стверджують, що великою перевагою ГІС є те, що вона допомагає в управлінні компанією і ресурсами якими вона володіє, а також сумісно використовувати, аналізувати інформацію та узгоджувати рішення різними підрозділами. Це дозволяє підвищити ефективність роботи усієї

організації чи підприємства і в коротший термін отримати дохід. Таким прикладом можуть бути інженерні та будівельні компанії, агрохолдинги, тощо.

Варто зазначити, що ГІС – це не лише інструмент прийняття рішень, а й інструмент, який допомагає прискорити та підвищити ефективність процесу прийняття рішень. ГІС надає запити на аналіз просторових даних і функціональні відповіді, а також представляє результати аналізу у наочній і зрозумілій формі. ГІС допомагає вирішувати такі завдання, як надання різноманітної інформації на запити планувальних органів, вирішення територіальних конфліктів, вибір найкращих (з різних точок зору та різних стандартів) місць розташування об'єктів [26].

Реалізація геоінформаційного проекту, а саме створення продукту географічних інформаційних систем передбачає наступні етапи:

- передпроектну роботу, а саме дослідження і встановлення основних потреб користувача, техніко-економічне обґрунтування, оцінка засобів тощо;
- проектування системи ГІС, включаючи пілотні проекти Фаза, розробка ГІС;
- тестування або тестові майданчики, створення прототипів або створення прототипів чи прототипів на невеликій території;
- впровадження геоінформаційної системи;
- функціонування та використання у вузьких колах;
- масове впровадження.

Характеристиками ГІС є: відображення інформації у вигляді електронної карти; автоматична зміна зображення об'єкта відповідно до зміни характеристик об'єкта; збільшення та уточнення інформації карти.

Основними ознаками географічних інформаційних систем є: географічна (територіальна, просторова) прив'язка, генерування нової інформації на основі синтезу наявних даних; відображення просторово-тимчасових зв'язків об'єктів; забезпечення прийняття рішень; можливість оперативного оновлення баз даних за рахунок нової інформації.

Геоінформаційні технології мають широке використання та застосування. Вони використовуються у екології, природокористуванні, економіці, регіональному плануванні, демографії, маркетингу, військовій справі, навігації, соціології тощо. Відповідно до широкого застосування ГІС володіють широким спектром функцій, основними з яких є: інформаційно-довідкова, функція тематичного картографування, функція просторового планування, функція прийняття рішень.

На даний час ГІС стали головним інструментом у моделюванні природних, господарських та соціальних явищ та процесів, а також їх взаємодії та модулювання та прогнозування. Результати такого виду досліджень знаходять своє застосування у прийнятті рішень управлінського характеру.

Сучасні географічні інформаційні системи стали інтеграційним середовищем, яке об'єднує, систематизує, обробляє інформацію із різних джерел, а також створює новий продукт на основі цих даних. Результати такої обробки інформації використовуються на різних рівнях територіального управління.

РОЗДІЛ 2. РЕАЛІЗАЦІЯ ГЕОПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ ДИНАМІКИ УРОЖАЙНОСТІ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР УКРАЇНИ

2.1. Просторово-часова динаміка урожайності зернових культур

Динаміка урожайності сільськогосподарських культур – це результат сукупної дії агроекологічних, агроекономічних та агротехнологічних чинників. У сукупності агроекологічних чинників особливе місце відіграють глобальні кліматичні зміни. Це змушує українських аграріїв адаптуватися до цих змін шляхом розробки наукових підходів, вирощуванням інших сільськогосподарських культур, виведення нових сортів та гібридів [11].

Варто зазначити також, що на динаміку урожайності впливає якість ґрунтово-кліматичних умов.

Важливого значення у тенденціях урожайності відіграє група агропротехнічних факторів. Існує безпосередня залежність урожайності сільськогосподарської культури від своєчасного і ефективного агротехнологічного прийому, наприклад, своєчасна сівба чи збір урожаю. Важливою умовою досягнення високих урожаїв є насіннєвий чинник та норми внесення під сільськогосподарську культуру органічних і мінеральних добрив, вчасне використання гербіцидів та пестицидів [14].

Зерновий комплекс України є однією із основних галузей економіки, який формує великий сектор експорту нашої держави. Україна посідає 8 місце за експортом зернових культур і 2 місце у світі за посівними площами під цією групою сільськогосподарських культур.

Для геопросторового аналізу динаміки урожайності зернових культур було використано показники абсолютних та відносних величин, статистичні показники локального мінімуму та максимуму, діапазон коливання середньої врожайності, коефіцієнт варіації тощо.

Базу даних було сформовано на основі відкритих статистичних даних по урожайності зернових культур, по регіонах України з 2017 до 2021 рр. Ці

відомості містяться на офіційному сайті Державної служби статистики України [4].

Середній рівень та варіювання урожайності можуть бути по різному інтерпретовані як агроекологічні показники. Середній рівень врожайності є маркером екологічного потенціалу регіону для продукування біомаси тієї або іншої культури. Варіювання урожайності вказує на стійкість агроекологічних систем як суперпропозицію природних та агроекономічних чинників [18].

Згідно статистичних даних у 2021 році загальний показник урожайності зернових культур України становив 53,9 ц/га. Аналіз показників дозволив стверджувати, що для показника урожайності характерна позитивна динаміка за період з 2017-2021 рр. Темп приросту становив 115 %. (рис. 2.1.)

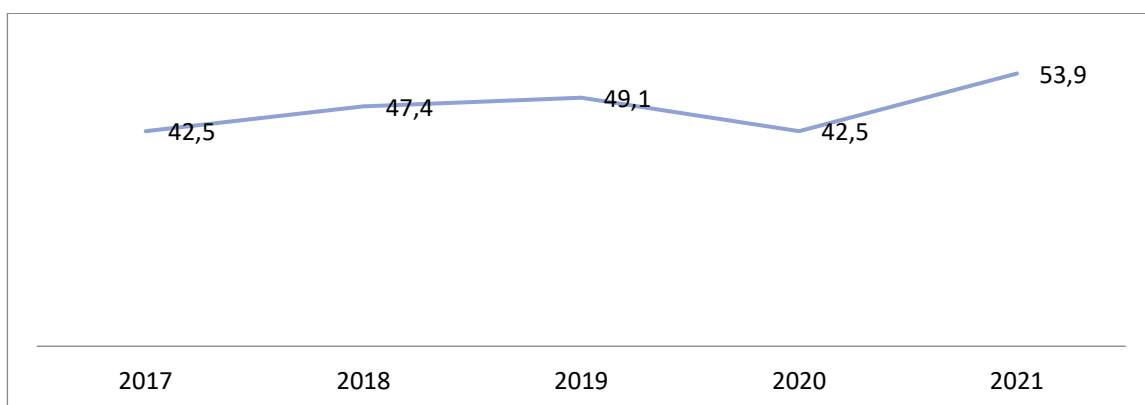


Рис. 2.1. Динаміка урожайності зернових культур в Україні, ц/га.

Аналіз одержаних результатів свідчить, про те, що урожайність зернових культур в регіонах України варіювала в межах 37,4 – 77,0 ц/га. Максимального значення показник урожайності був у Хмельницькій області (77,2 ц /га), а мінімальне значення сягало у Івано-Франківській (37,4±12,1 ц/га).

Коливання показника урожайності чітко прослідковується через показник варіації та темпи приросту. Аналіз статистичних даних показав результати, що представлені у таблиці 2.1.

**Урожайність зернових сільськогосподарських культур по областях
України, 2017-2021 рр.**

№	Область	Середнє значення, ц/га	Максимум, ц/га	Мінімум, ц/га	Темп приросту	Коефіцієнт варіації,%
1	Вінницька	62,7	73,4	45,4	28,0	38,1
2	Волинська	43,3	46,1	40,1	14,9	13,0
3	Дніпропетровська	35,2	43,0	31,1	34,7	27,6
4	Донецька	32,8	37,4	23,6	7,7	36,8
5	Житомирська	53,9	60,8	47,3	28,5	22,2
6	Закарпатська	44,1	47,1	43,0	0,9	8,7
7	Запорізька	31,2	37,9	23,4	23,8	38,2
8	Івано- Франківська	54,2	65,2	50,0	25,6	23,3
9	Київська	58,5	67,6	45,6	48,2	32,5
10	Кіровоградська	43,5	55,4	35,2	57,3	36,4
11	Луганська	33,3	35,5	28,5	7,9	19,7
12	Львівська	51,7	58,0	49,0	21,1	15,5
13	Миколаївська	32,9	41,3	26,8	34,9	35,1
14	Одеська	32,5	41,2	18,5	14,7	55,1
15	Полтавська	56,0	65,7	45,1	31,2	31,3
16	Рівненська	50,1	54,1	48,1	18,3	11,1
17	Сумська	64,6	69,1	59,0	0,9	14,6
18	Тернопільська	59,6	67,8	57,3	17,9	15,4
19	Харківська	42,6	47,7	37,7	18,9	20,9
20	Херсонська	36,2	43,4	31,9	25,7	26,4
21	Хмельницька	67,3	77,2	62,2	24,1	19,4
22	Черкаська	59,0	72,7	38,5	57,0	47,0
23	Чернівецька	51,2	60,5	48,7	24,4	19,5
24	Чернігівська	65,9	71,1	58,8	20,9	97,2

Географічно райони з високим рівнем урожайності зернових та зернобобових культур зосереджені у центральних областях України, зокрема у Хмельницькій, Вінницькій, Київській, Кіровоградській та Тернопільській областях.

Регіонами, що виступають із низькими показниками рівня урожайності зернових культур є Запорізька, Харківська, Херсонська області.

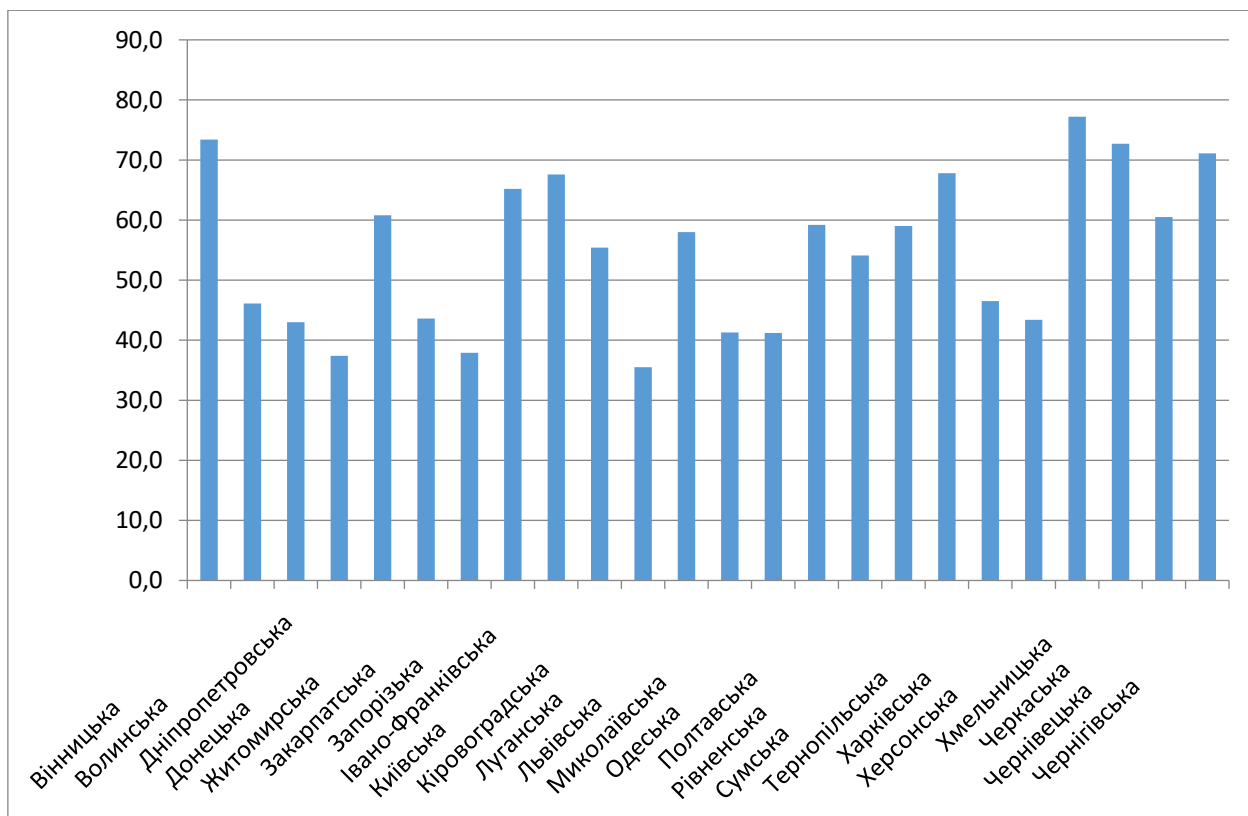


Рис. 2.2. Урожайність зернових культур по регіонах України, 2021 р., ц/га

Аналіз статистичних даних по урожайності зернових культур за період і 2017 до 2021 рр. чітко вказує на позитивну динаміку збільшення урожайності за даний період дослідження. Сприятливість агрокліматичних умов та дотримання технічних умов вирощування зернових сільськогосподарських культур (живлення рослин, захист від бур'янів та шкідників, дотримання вимог сівозміни тощо), забезпечили за цей період підвищення урожайності зернових та зернобобових культур. Показник темп приросту за період 2017-21 рр. показав, варіюється від 0,9 % до 98 %.

Із зернових культур в Україні вирощують озиму і яру пшеницю, жито, ярий і озимий ячмінь, тритикале, кукурудзу, просо, гречку, овес, рис, сорго та бобові (вика, соя, горох, люпин тощо). Урожайність цих культур залежить від зони у якій вони вирощуються, оскільки на цей показник впливають природні умови.

В Україні пшеницю вважають однією з головних продовольчих культур. Із неї виготовляють цінний та культовий продукт для українців –

хліб, тому народногосподарське значення зернової важко недооцінити. Якість хлібобулочних виробів визначає склад зернини. Серед інших зернових озима пшениця містить найвищий показник білка, який досягає до 15% залежно від технології виробництва та сорту. Крім того, зерно багате на вуглеводи та інші важливі мікроелементи.

Аналіз статистичних показників свідчить проте, що урожайності озимої пшениці становить $45,4 \pm 18$ ц/га. Для даного показника характерна позитивна тенденція. Темп приросту за період дослідження становить 1,1 рази (рис. 2.3.).

Одержані результати свідчать проте, що існують просторові відмінності у показнику урожайності озимої пшениці по території України. Найвищий показник урожайності даної сільськогосподарської культури притаманний для Вінницької області (55,9 ц/га).

Встановлено чіткий тренд збільшення урожайності озимої пшениці за період 2017 – 2021 рр. Темп приросту в усіх областях України позитивний. Просторовий аналіз даних показав, що найвищі показники по темпу приросту у центральному регіоні (Житомирська, Київська, Черкаська та Кіровоградська області).

Коефіцієнт варіативності доводить про швидкість зростання урожайності та позитивний тренд у майбутньому.

Додержання елементів технології вирощування озимої пшениці, зокрема захистку сільськогосподарської культури від бур'янів, хвороб та шкідників, внесення мінеральних і органічних добрив забезпечив високу урожайність озимої пшениці у всіх регіонах України у 2017 – 2021 рр.

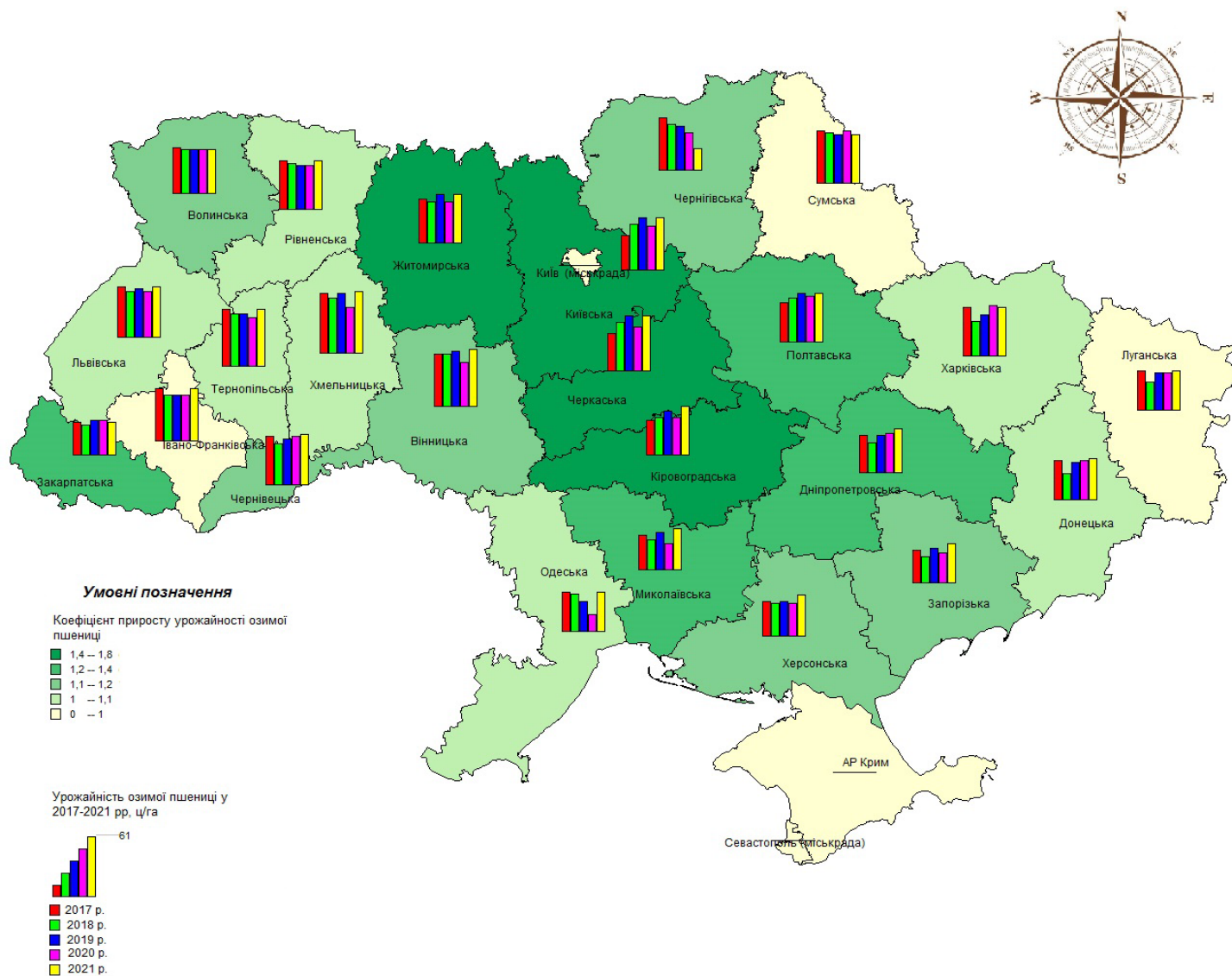


Рис. 2.3. Урожайність озимої пшениці по областях України.

Яра пшениця – це теплолюбива зернова культура, яку вирощують переважно у південних регіонах України. Має високі показники урожайності де посушливий клімат і переважають у ґрунтовому покриві чорноземи.

Аналіз динаміки урожайності ярої пшениці вказує на позитивну тенденцію збільшення врожайності за період дослідження

Опрацьовані статистичні дані свідчать проте, що показник урожайності ярої пшениці становить 41,7 ц/га і варіюється від 24,1 до 49,2 ц/га. Темп приросту становить, 1,9.

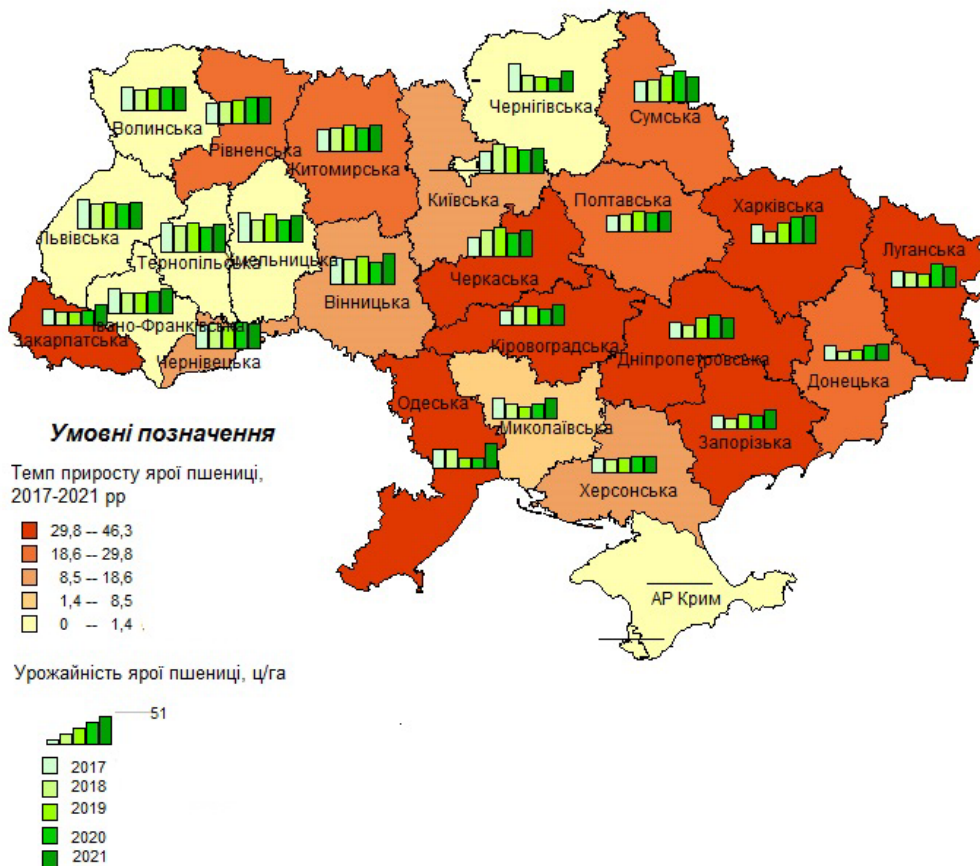


Рис. 2.4. Урожайність ярої пшениці, 2017-2021 рр.

Географічний аналіз показав, що найвищий показник урожайності озимої пшениці у Вінницькій області (50,1 ц/га), Харківській (45,5 ц/га),

Тернопільській (45,1 ц/га) та Житомирській (43,6 ц/га). Найменший показник урожайності ярої пшениці спостерігався у Чернівецькій області (31,4 ц/га) (рис. 2.4.).

Хлібною зерновою культурою в Україні є жито. Щоб показники урожайності жита були високими, культуру сіють у кислі ґрунти (наприклад деревопідзолисті) і вологий клімат. Для цієї культури підходять природні умови Полісся (зони, що розташована на півночі нашої держави). Урожайність жита залежить від багатьох чинників. Перш за все сорт культури залежить від природно-кліматичні умови. По-друге, жито вимогливе до правильного розрахунку мінерального живлення і органічних добрив.

Згідно статистичних даних урожайність жита становить $34,5 \pm 12$ ц/га. Для цього показника характерна позитивна і стійка тенденція до збільшення. Основними регіонами де вирощують жито і показник урожайності там високий є Волинська область (48,3 ц/га), Хмельницька (47 ц/га).

Аналіз даних свідчить, що негативна динаміка у показнику урожайності спостерігається у чотирьох областях: Дніпропетровській, Івано-Франківській, Луганській та Львівській (рис.2.5.)

Урожайність жита залежить від багатьох чинників. Перш за все сорт культури залежить від природно-кліматичні умови. По-друге, жито вимогливе до правильного розрахунку мінерального живлення і органічних добрив.

Гібридом жита і пшениці вважають тритикале. Дана культура набула широкого поширення в Україні через хлібні властивості (в'язкість жита і білкову місткість пшениці). Згідно опрацьованих даних середня урожайність по Україні цієї зернової культури становить 34,5 ц/га. Цей показник вищий за середньоукраїнській у Вінницькій (36,5 ц/га), Дніпропетровській (39,7 ц/га), Харківській (39,8) та Черкаській (56,6 ц/га) (рис.2.6.)

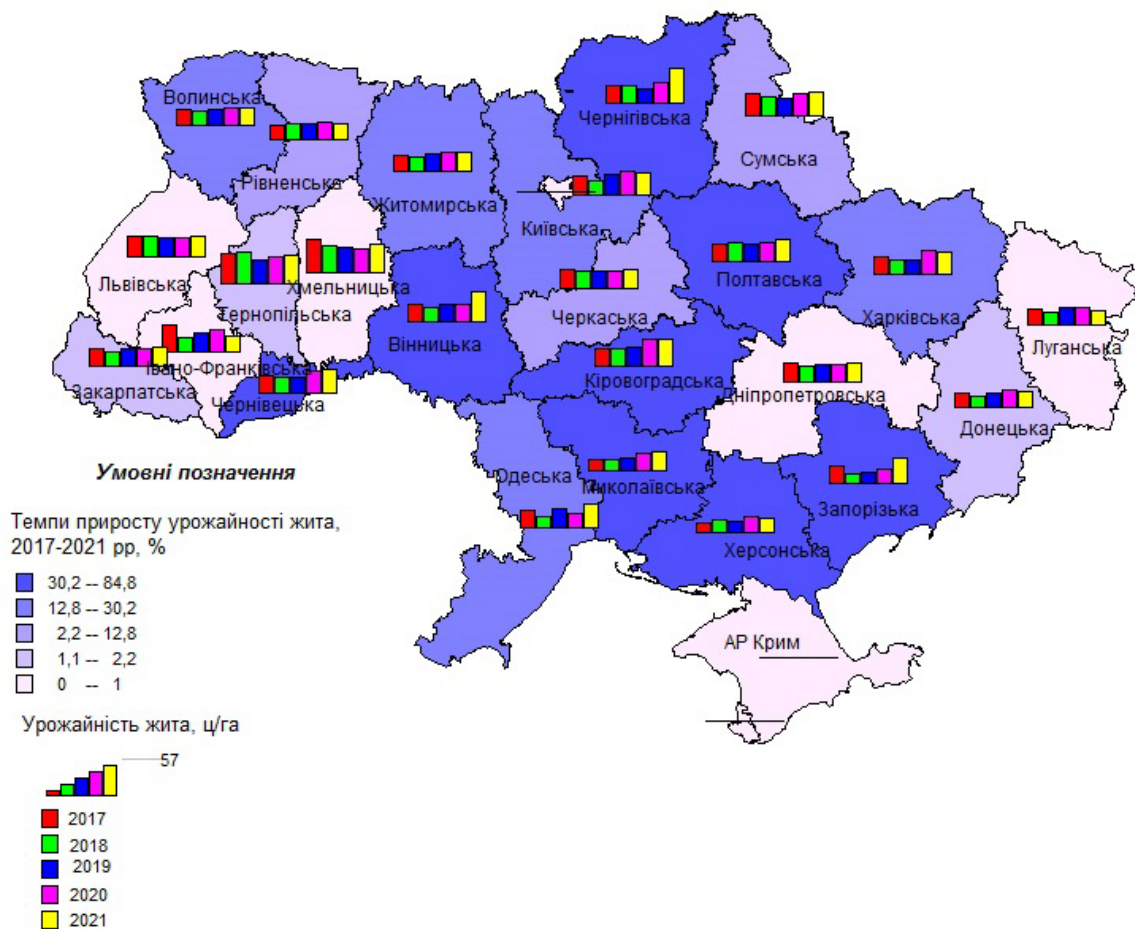


Рис. 2.5 Динаміка урожайності жита у регіонах України.

Ячмінь - фуражна зернова культура, яка буває однорічною та дворічною. Ячмінь є стійким до низької вологи та високих показників температури, тому його валові збори є високі у центральних та південних регіонах України.

Аналіз статистичних даних свідчить, що урожайність ячменю у 2021 році становила 34,5 ц/га, що на 12,3 ц/га більше ніж у 2017 р. Найвищі показники по урожайності ячменю У Кіровоградській (43,3 ц/га), Сумській (47,5 ц/га), Черкаській (56,6 ц/га), Миколаївській (59,1 ц/га).

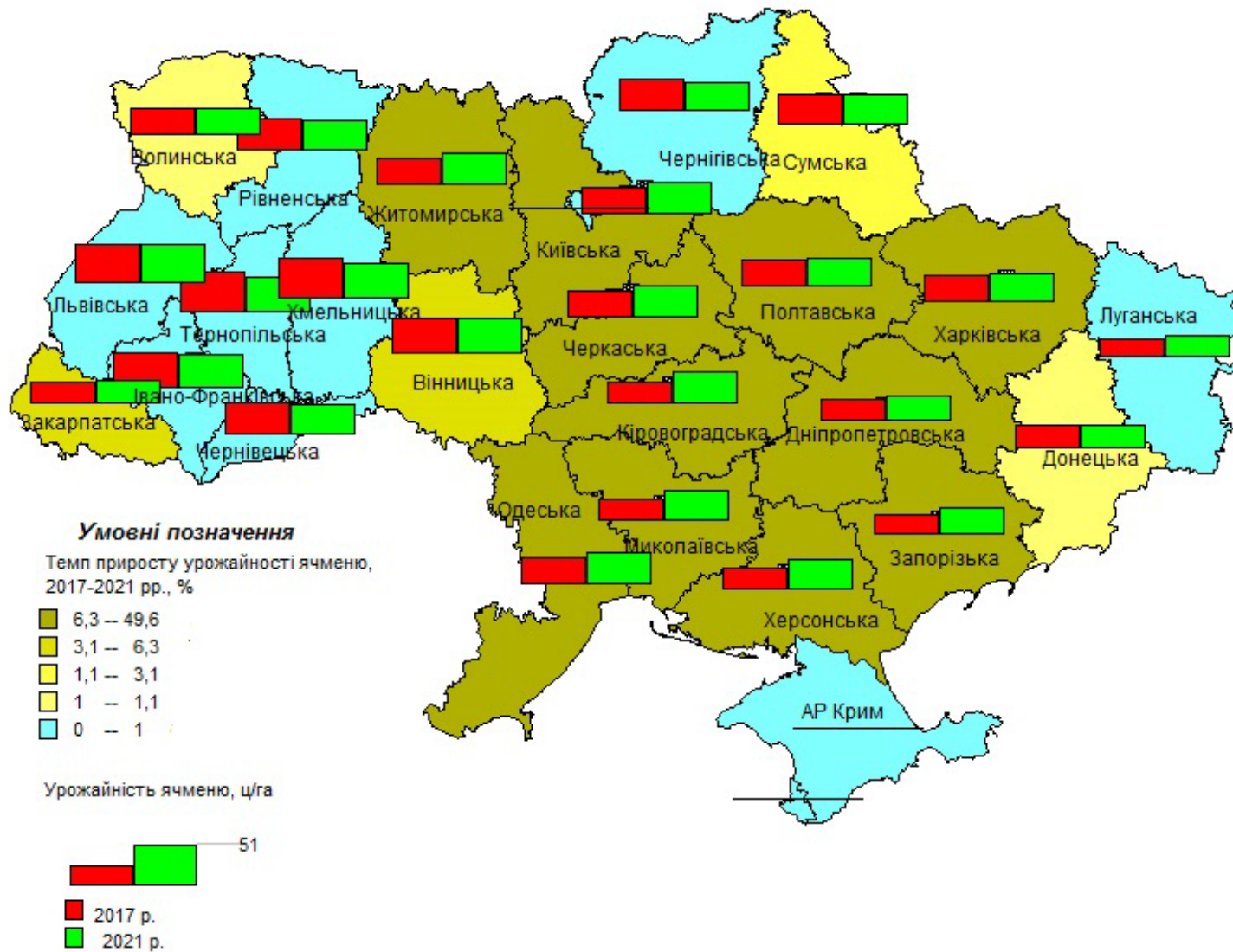


Рис. 2.6. Динаміка урожайності ячменю по областях України.

Овес – зернова культура, що відрізняється стійкістю до дії негативних чинників. Його зерна наділені високою поживною цінністю і багатим вітамінно-мінеральним складом.

Урожайність вівса в Україні становить $23,9 \pm 11,7$ ц/га. Даний показник у порівнянні із 2017 році зріс на 44%. Аналіз факторів довів, що основним регіоном вирощування вівса Лісостеп. Використання сучасних сортів вівса дозволяє ряду областей мати вищий показник за середньостатистичний по Україні (Кіровоградській (43,3 ц/га), Сумській (47,5 ц/га), Черкаській (56,6 ц/га), Миколаївській (59,1 ц/га)).

Найменший показник урожайності спостерігається у Рівненській області (13,6 ц/га) (рис. 2.7.).

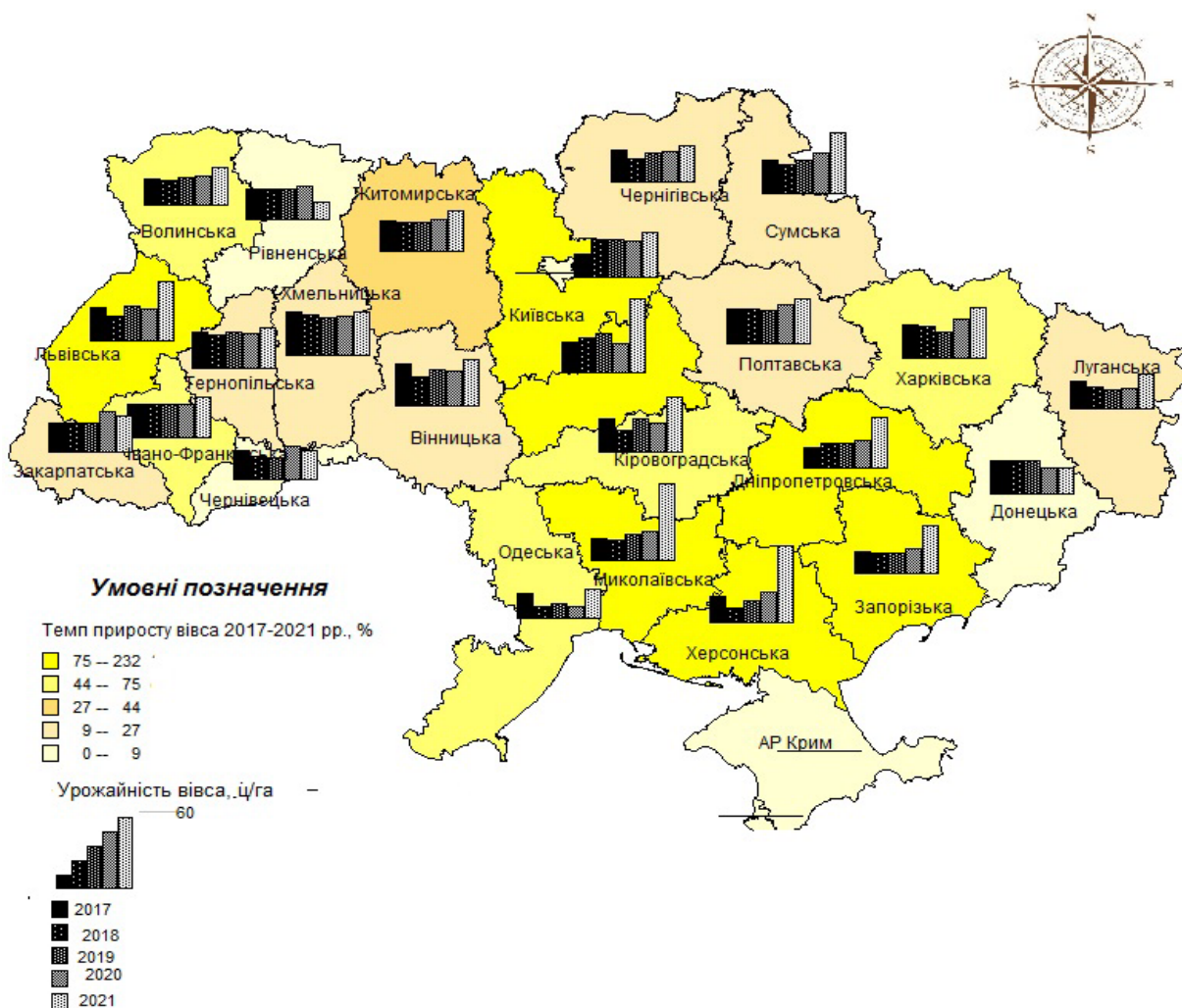


Рис. 2.7. Урожайність вівса в регіонах України.

Україна входить у 10 світових лідерів за валовим виробництвом кукурудзи. Якщо раніше кукурудза вирощувалася лише у південних регіонах України, то на даний час посіви під даною зерновою культурою спостерігаємо в усіх регіонах. На дану тенденцію вплинув чинник насінництва, зокрема виведення сортів, що стійкі до кислих ґрунтів та невисоких температур протягом вегетаційного періоду культури.

Показник урожайності кукурудзи в Україні протягом 2017-2021 рр. змінювався. Найвищий його показник був у 2018 р. (778.4 ц/га). Середній показник темпу урожайності становить 17,9 %. (рис. 2.8.).

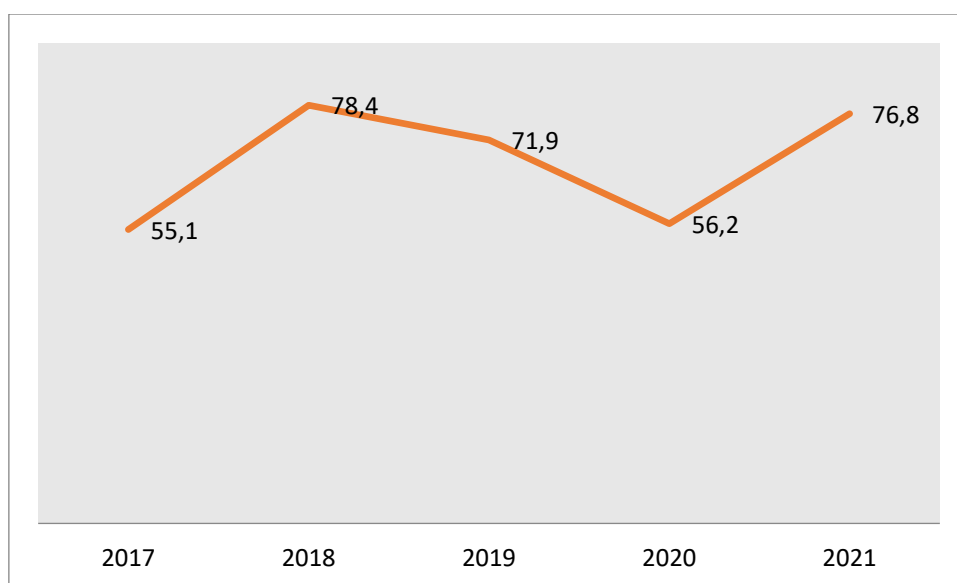


Рис. 2.8. Динаміка урожайності кукурудзи в Україні, ц/га.

Найвищий показник по урожайності зернових культур у Хмельницькій області. Він становить 102,8 ц/га. А найнижчий у Донецькій (42,5 ц/га) (рис. 2.9.)

Важливе місце у зерновому комплексі займають круп'яні культури: просо, гречка та рис.

Просо – цінна зернова культура, що багата на вітаміни та мікроелементи та формує споживчий кошик пересічного українця. Просо – теплолюбна рослина, яка є вимогливою до ґрунтів, тому її найбільше вирощують у Лісостеповій зоні України.

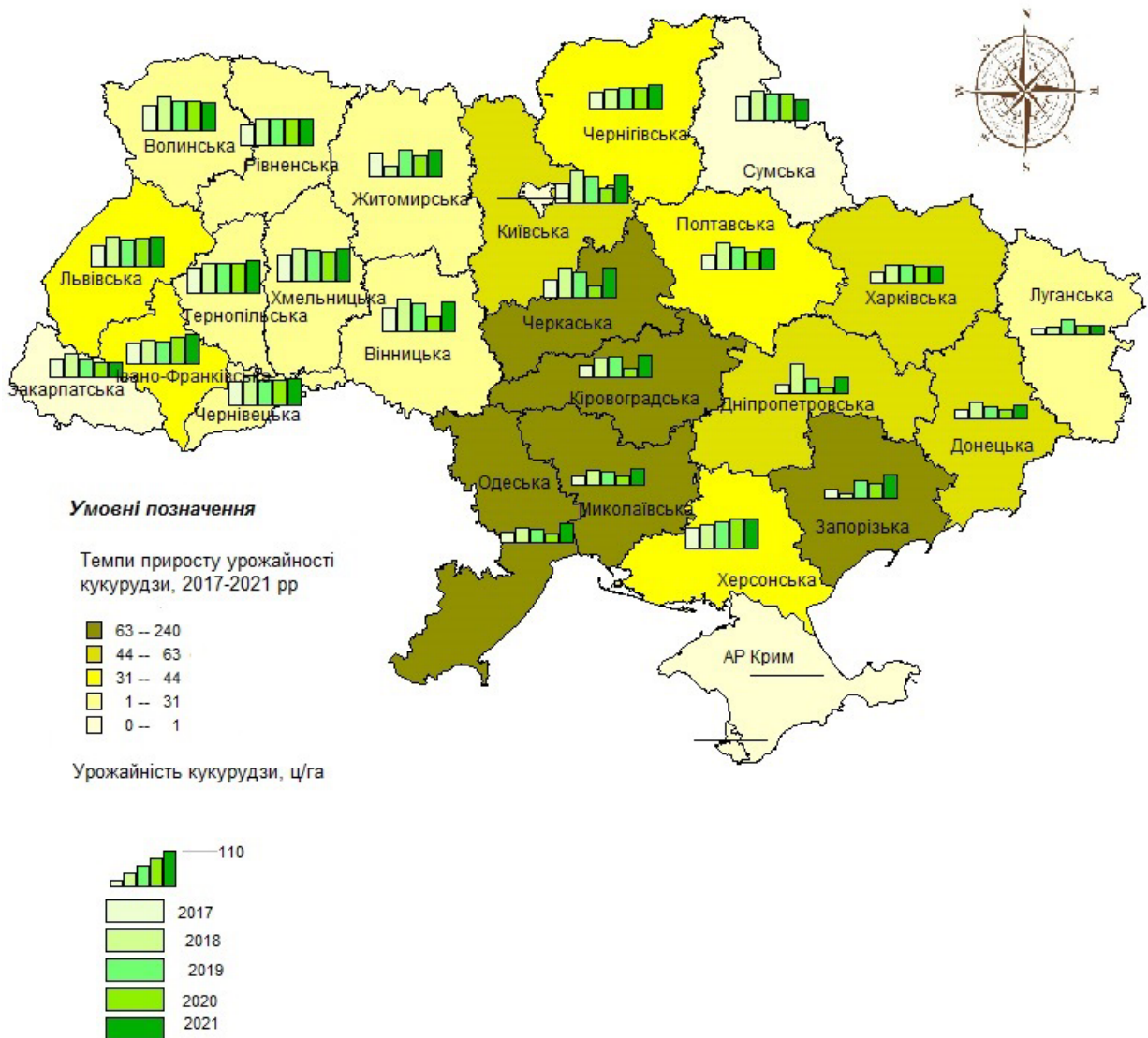


Рис.2.9. Урожайність кукурудзи у регіонах України.

Просо у порівнянні із іншими зерновими культурами має порівняно невисокі показники урожайності – 23,5 ц/га. Проте, за період дослідження зріс на 55 %.

Найвищі показники по урожайності проса спостерігаються у Вінницькій (31,1 ц/га), Хмельницькій (32,9 ц/га) областях. Найменшого значення показник урожайності проса у Луганській області (17,3 ц/га) (рис. 2. 10). Просо не вирощують у Закарпатській і Чернвецькій областях.

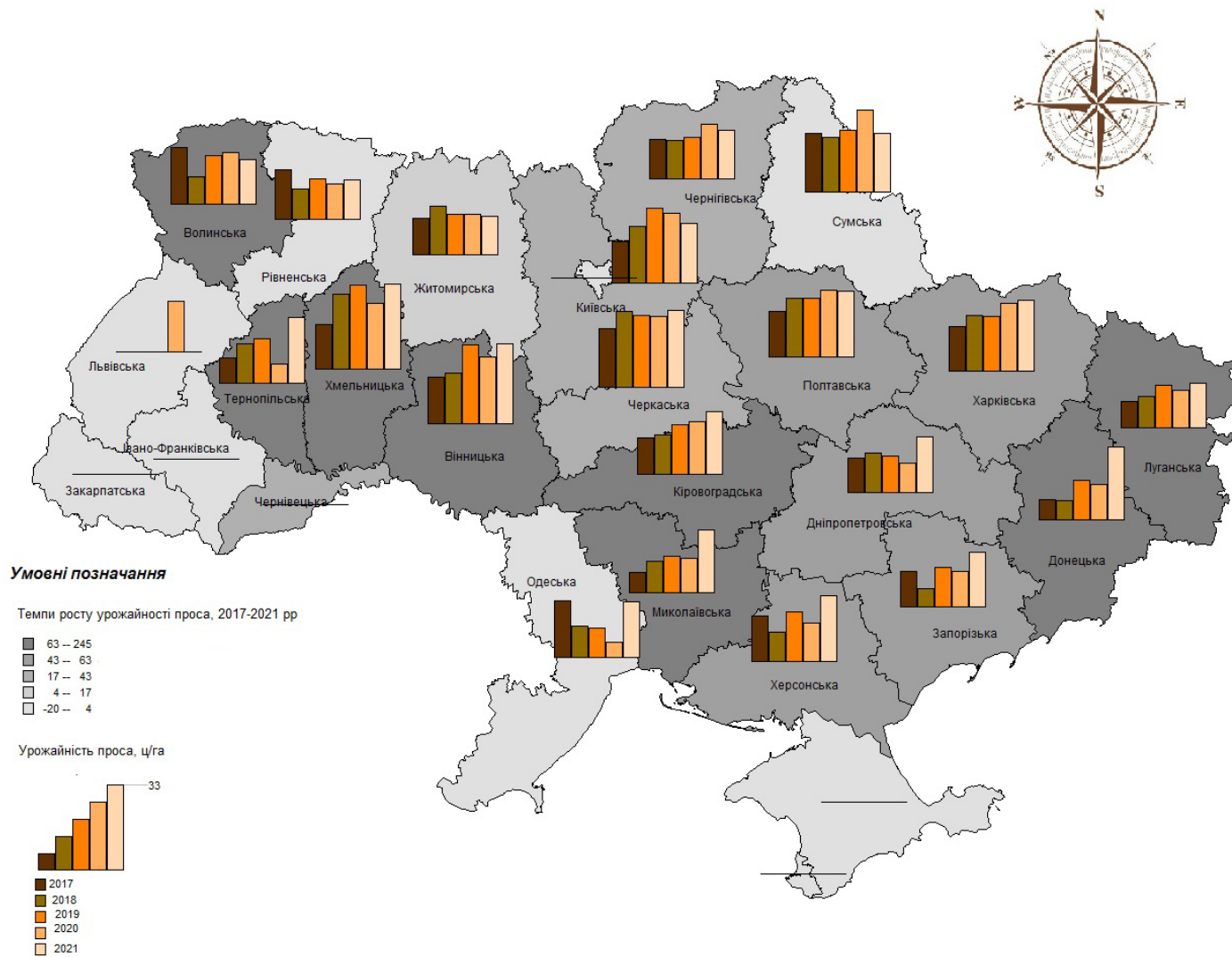


Рис. 2. 10 . Урожайність проса у регіонах України.

Гречка – це рослина невибаглива і може давати врожай на бідних землях, де жодна інша зернова культура зростати не буде. Вегетаційний період її короткий — 65-100 днів. Гречка відноситься до вологолюбних культур. Агротехнічне значення гречки полягає в тому, що вона в силу своєї невибагливості, а також вражаючої здатності самостійно витіснити бур'яни зі своєї землі зменшує забур'яненість полів. Вона є добрим попередником, оскільки засвоює важкодоступні сполуки фосфору і калію для власного живлення і залишає їх в ґрунті з рослинними рештками. Гречка є страховою культурою для пересівання загиблих озимих, її вирощують у післяукісних та післяжнивних посівах, а також на зелений корм та на зелене добриво. Середня урожайність гречки в Україні становить 11,5 ц/га. Найвищий показник урожайності гречки у Вінницькій, Житомирській та Київській областях (рис. 2.11.).

Рис – традиційна тропічна культура, але його вже понад сто років вирощують і в Україні. За цей час з'явилося чимало сортів, які найбільше пристосовані до українського клімату. Традиційними регіонами вирощування рису в Україні є Крим та південь. Після анексії півострова країна втратила близько половини посівних площ.

Урожайність рису в Україні становить 49,3 ц. га. Його вирощують лише у двох областях: Одеській та Миколаївській.

В 2021 р. українськими аграріями були вирощені зернобобові, які представлені горохом, сорго, люпином та викою. Середня урожайність зернобобових становила 21,9 ц/га. Для України характерна позитивна динаміка урожайності цієї групи зернових культур.

Підводячи підсумок сказаному, зауважимо, що в основу державної програми територіальної організації зернопродуктового підкомплексу слід покласти принцип досягнення самозабезпеченості України в зерні й продуктах його переробки, нарощування експортних можливостей.

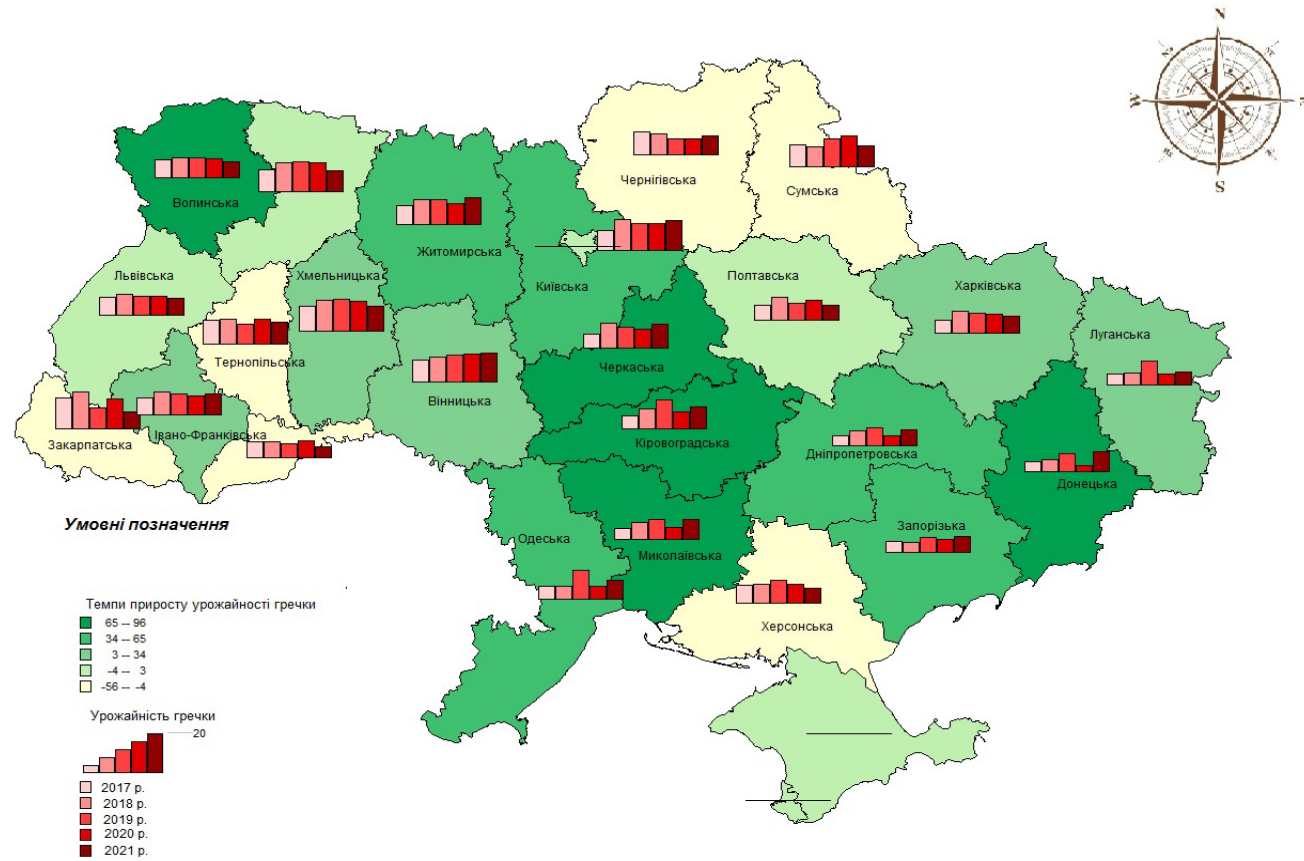


Рис. 2.11. Урожайність гречки в Україні

Основними напрямками підвищення адаптованості виробництва зернових культур в сучасних умовах є: розміщення посівів сільськогосподарських культур в сприятливих ґрунтово-кліматичних умовах, створення адаптованих сортів і гібридів до природних умов України, переведення зернової галузі на постіндустріальні моделі розвитку, забезпечення сировинної бази для розвитку біоенергетики, створення кормової бази для тваринництва, розвиток органічного виробництва, структуризація зернового ринку.

2.2. Перспективи використання ГІС-технологій (на прикладі галузі рослинництва)

На даний час ГІС стали головним інструментом у моделюванні природних, господарських та соціальних явищ та процесів, а також їх взаємодії та модулювання та прогнозування. Результати такого виду досліджень знаходять своє застосування у прийнятті рішень управлінського характеру.

Сучасні географічні інформаційні системи стали інтеграційним середовищем, яке об'єднує, систематизує, обробляє інформацію із різних джерел, а також створює новий продукт на основі цих даних. Результати такої обробки інформації використовуються на різних рівнях територіального управління [12].

Більшість вчених стверджує, що подальший розвиток геоінформаційних систем відбуватиметься у таких напрямках:

1. Інтеграція ГІС та ДЗЗ та доступність цієї інформації готовому споживачу через систему Інтернет. Така можливість дозволить сформувати банк даних цифрових знімків Землі, проводити зйомки та аналізувати отриману інформацію із застосуванням її у будь-якій галузі.

2. Спільне використання ГІС та GPS. Система GPS широко використовується у транспортній навігації, геодезії та у військовій справі. Поєднання її з ГІС дозволить отримати високоточні і актуальні дані, які можна буде використовувати практично скрізь

3. Третій напрям розвитку ГІС пов'язаний із розвитком міжнародної мережі Інтернет. Простий доступ до геопросторових даних через мережу Інтернет дозволить користувачу вирішити ряд бізнесових та побутових проблем.

Використання системи Інтернет поряд з геоінформаційними ресурсами дозволить створення і використання технологій різного призначення і стане у найближчій перспективі домінуючим у світовому просторі, через те, що ці технології:

- прості у використанні для пересічного користувача;
- володіють мінімальними вимогами до програмного забезпечення;
- мають можливість підтримки розподілених систем збереження інформації і різноспектрові методи збереження цієї інформації;
- мають можливість підтримки роботи з нескінченною різноманітністю даних;
- забезпечують простий з погляду технологічності метод адміністрування інформаційних систем на одному робочому місці;
- надають змогу редагувати та оновлювати інформацію віддалено.

У сучасному суспільстві широкого застосування набуває Web-картографія, яка являє собою сферу комп'ютерних технологій, які пов'язані з аналізом просторових даних через Інтернет мережу [19].

Швидкий розвиток інформаційних технологій в останні роки створив умови для поширення цих технологій також у сферу виробництва сільськогосподарської продукції. Застосування інформаційного підходу створює можливість обрати оптимальну технологію вирощування сільськогосподарських культур, адаптовану до відповідних агрокліматичних умов території.

Використання геоінформаційних систем гарантує координацію запланованих дій з урахуванням фактичної ситуації впродовж вегетаційного періоду, таких як дотримання технічних норм під час роботи у полі,

прогнозування урожаю, організація збору та підбивання підсумків за господарський рік [20].

Науково-технічний прогрес дозволяє широко використовувати у межах сільського господарства сучасні технології з планування і використання агротехнологій. Нині широкого використання бортові компютери GPS – приймачі, засоби дистанційного зондування, ГІС.

Один із головних напрямів геоінформаційної системи мають перспективу застосування. Це точне землеробство – система взаємоузгоджених заходів, які спрямовані на створення оптимальних і рівноцінних умов для розвитку рослин, шляхом використання відповідних матеріалів (насіння, хімічних чи органічних добрив, пестицидів тощо) в залежності до особливостей сільськогосподарської ділянки.

Точним землеробством передбачається:

- 1) скрупульозне картографування полів відповідно до основних агротехнічних параметрів;
- 2) координатна прив'язка машинно-тракторних агрегатів до поля;
- 3) максимальна точність у виконанні технологічних дій згідно з особливостями частин або ділянок поля [23].

ГІС у землеробстві виконує функцію збору та оброблення даних по агротехнічних параметрах ділянок поля.

Точне землеробство з використанням ГІС, включає в себе три етапи: збір інформації про господарство, сільськогосподарську культуру, агротехнічні умови та агрокліматичні ресурси; аналіз інформації та ухвалення рішень; проведення агротехнічних операцій.

Перший етап передбачає технічне і програмне забезпечення. Зарубіжний досвід свідчить про використання ґрунтових автоматичних пробовідбірники, оснащені GPS-та геоінформаційних систем для формування просторово-орієнтованих електронних карт поля або карт врожайності обмолочуваної культури, дистанційних методів зондування (ДДЗ), як приміром, аерофотозйомка і супутникова зйомка.

На другому етапі створюється низка програмних продуктів, які призначені для аналізування зібраних даних і винесення рішень виробничого характеру. Здебільшого ці програми розраховують дози добрив та мають елементи географічних інформаційних систем. зивається. Найбільш важливими аспектами тут є рідкі та тверді добрива і посівні роботи зернових. Внесення добрив з використанням методів точного землеробства здійснюється диференційовано, наприклад, вноситься стільки добрив на квадратний метр, скільки потрібно тут (у цій частині поля) [20, 23].

Усі вищезгадані тенденції, перспективи, напрями і шляхи розвитку призведуть до того, що геоінформаційні системи у подальшому матимуть широке застосування у різних сферах людської діяльності.

РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ГЕОПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ СТАТИСТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

3.1. Методичні особливості проведення геопросторового аналізу даних динамічних явищ

Геопросторовий аналіз включає п'ять основних етапів:

1. постановка проблеми та розуміння мети аналізу;
2. підготовка та оцінка вихідних даних;
3. вибір відповідних інструментів та методів;
4. обробка та аналіз даних;
5. оцінка та відображення даних [29].

На першому етапі геопросторового аналізу формується проблема та визначається мета самого дослідження. Специфіка проблеми найчастіше визначає вибір типу аналізу, метод, що найбільш ефективний в даному випадку і спосіб інтерпретації результатів.

У нашому дослідженні метою є геопросторовий аналіз динаміки урожайності зернових культур України. Дослідження повинне показати як змінюється показник урожайності по території України, показати його динаміку та окреслити фактори що впливають на просторові відміни.

На другому етапі здійснюється підготовка геоданих. Тип даних визначає особливості методу, який буде використовуватися і від якого буде залежити кінцевий результат. Щоб отримати відповідну інформацію потрібно забезпечити відповідний рівень первинних даних. Як правило, ці дані служать причиною появи нових атрибутів в таблиці даних та появи нових шарів карт.

На даному етапі, може виникнути необхідність підготовки даних для просторових операцій, у тому числі, зміни даних, перетворення одиниць виміру і системи координат, додавання даних, конвертації даних з одного формату в інший.

Оцінка вихідних даних – найважливіший етап аналітичного процесу. Саме в цей момент визначається можливість реалізації вибраних даних методів аналізу і здобуття результатів.

У нашому дослідженні даними є показники урожайності зернових культур. Для якісного опрацювання даного показника та його аналізу, спочатку встановлюємо підходи його визначення. Згідно наукової літератури поняття урожайності фіксує в собі економічні, біологічні та статистичні аспекти. Враховуючи їх можна стверджувати, що урожайність – це показник, що характеризує рівень розвитку сільського господарства через вплив природних та економічних факторів, рівень організаційно-господарської діяльності сільськогосподарських підприємств.

Показником урожайності у державній статистиці України прийнято вважати показник, що визначається з розрахунку на площу. Величину валового збору на 1 га сільськогосподарських угідь вважають узагальнюючим результатом – показником урожайності. У статистиці при аналізі урожайності використовують інформацію про її рівень та динаміку по категоріях підприємств, окремих адміністративних одиницях, зонах або країні в цілому.

Геоінформаційні системи володіють великими можливостями для глибокого аналізу урожайності. Цей аналіз дозволяє прослідкувати рівень ефективного використання землі, встановити зв'язок між показником урожайності та проведенням виробничо-економічних заходів землеробства, спрогнозувати розвиток галузі [12].

Третій етап геопросторового аналізу передбачає вибір методу аналізу геопросторового аналізу. Варто зазначити, що при виборі методу потрібно означити, той метод, який дозволить оперативно і точно провести геопросторовий аналіз. Оперативність аналізу виникає, коли потрібно швидко оцінити ситуацію в цілому й прийняти рішення. При цьому користуються простими, добре перевіреними методами, які не потребують істотних витрат на здобуття детальної і повної вихідної інформації про стан об'єкта. Отриманий результат матиме невисоку точність і відображатиме тільки загальні

характеристики процесу, який вивчається. Точність аналізу потрібна для здобуття достовірної і повної вхідної інформації. Точність аналізу вимагає збільшення витрат часу і зусиль на обробку даних.

У нашому дослідженні вихідними матеріалами служать статистичні дані. Показники урожайності характеризуються тимчасовістю і динамічністю. У статистиці такі дані називаються динамічним рядом. Для виявлення динаміки явищ, треба показники розглядати спільно, зіставляючи один із одним. У результаті такого аналізу виходять показники динамічного ряду. Основними з них є: абсолютний приріст, тем зростання, темп приросту, абсолютний розмір 1% приросту.

Темп зростання – показник ряду динаміки, який показує у скільки разів змінився поточний рівень показника, що аналізується, порівняно з рівнем попереднього або базового періоду й обчислюється за формулами:

$$T_1 = Y_i / Y_0 \quad (\text{базисний}) \quad (1.1)$$

$$T_2 = Y_i / Y_{(i-1)} \quad (\text{ланцюговий}) \quad (1.2)$$

де, T_1 і T_2 - темпи зростання, Y_i і Y_0 – кількісний показник за певний період.

Темпи приросту – це показник ряду динаміки, який показує на скільки відсотків змінився поточний рівень показника порівняно з попереднім або базовим роком.

$$T_3 = T_1 - 1 * 100\% \quad (\text{базисний}) \quad (1.3)$$

$$T_4 = T_2 - 1 * 100\% \quad (\text{ланцюговий}) \quad (1.4)$$

де, T_3 і T_4 – темпи приросту .

У нашому дослідженні використовувався метод *нормування показників*, з метою подолання різномасштабності та приведення до спільної основи з формулами:

для показників стимуляторів (чим більше значення, тим краще):

$$X_i = \frac{X_{\text{факт}} - X_{\text{мін}}}{X_{\text{макс}} - X_{\text{мін}}} \quad (1.5)$$

для показників де стимуляторів (чим більше значення, тим гірше):

$$X_i = \frac{X_{\text{макс}} - X_{\text{факт}}}{X_{\text{макс}} - X_{\text{мін}}} \quad (1.6)$$

де, x_i – нормоване значення i -го показника; $x_{\text{факт}}$ – фактичне значення i -го показника; $x_{\text{макс}}$ – максимальне значення i -го показника; $x_{\text{мін}}$ – мінімальне значення i -го показника.

Третій етап передбачає також вибір засобів обробки даних. Сучасні геоінформаційні системи володіють значною кількістю аналітичних засобів просторових і атрибутивних даних. Для виконання та розробки нашого дослідження було вибрано програмне забезпечення MapInfo Professional, завдяки його простоті у використанні та функціональним можливостям, які допомагають вирішати проблеми, пов'язані з побудовою тематичної карти.

Четвертий етап передбачає обробку даних за допомогою ГІС та створення геопросторової моделі у вигляді карт, таблиць, графіку тощо.

ГІС мають великий перелік методів та підходів до аналізу та моделювання. Оскільки, вихідні дані нашого дослідження мають просторове поширення (дані сформовані по областях) та виражені через часових зріз, то найкраща модель, що відобразить обробку даних – тематична карта [12].

ГІС MapInfo Professional дозволяє створювати географічні бази даних і на їх основі проводити просторовий аналіз. Індивідуальні комп'ютери складаються з векторної карти і таблиці та пов'язані таким чином, що кожному об'єкту на карті присвоюється відповідний запис у таблиці. Таким чином, карта представлена як просторово характеристика об'єкта, а таблиця містить всі описові атрибути [29].

У нашому дослідженні тематична карта подана через картограму та картодіаграму до яких є конкретні вимоги. Якщо об'єкти та явища що мають просторове поширення то їх найкраще зобразити якісним фоном. Якісним фоном показуються території, що відрізняються від інших територій за певною ознакою і мають суцільне поширення.

Способом картограми наносять на карту інтенсивність прояву відносних показників по окремих регіонах. Картограма обов'язково повинна мати шкалу

яка відображає як змінюється показник. Це здійснюється, як правило, через інтенсивність забарвлення або штриховки. У нашому дослідженні способом картограми буде представлено темп приросту урожайності зернової культури.

Для відображення абсолютних значень кількісних показників на окремих територіях використовуються картодіаграми. Картодіаграма – це поєднання географічної карти з певною діаграмою, розмір якої відповідає ступеню прояву показника на певній території.

На п'ятому етапі геопросторового аналізу відбувається оцінка результатів. На цьому етапі виконують інтерпритацію результатів визначають об'єктивність і правильність отриманої інформації. Якщо необхідно, то приймається рішення про повторення аналізу з іншими параметрами, або уточнення аналізу, або застосування іншого методу. ГІС дозволяє оперативно зробити необхідні зміни і отримати новий результат. можна також оперативно новий результат. Можна зробити необхідні зміни і отримати новий результат.

3.2. Обґрунтування вибору геоінформаційних систем для проведення просторового аналізу статистичних даних

На даному етапі розвитку комп'ютерних технологій є великий вибір програмного забезпечення ГІС.

У нашому дослідженні георосторовий аналіз здійснюється за допомогою MapInfo Professional. Дана геоінформаційна система дозволяє вирішити проблеми із побудовою просторової моделі (тематичної карти), завдяки своїм функціональним можливостям.

ГІС-пакет MapInfo Professional дозволяє створювати бази даних та здійснювати їх просторовий аналіз. Окремі індивідуальні колекції складають векторні карти та таблиці, котрі пов'язуються між собою так, що будь-якому об'єкту (точці, лінії або області) на карті присвоюють відповідний запис (рядок) таблиці. Як підсумок, карта має відображати просторові характеристики об'єктів (положення, форму, відстань), а таблиця всі описові атрибути. (рис. 2.1.).

Карти з будь-якою кількістю шарів можна відображати в одному вікні, незалежно від того, чи це векторні чи растрові шари MapInfo Professional надає змогу накладати декілька растрових шарів на векторні шари і векторні шари на растрові з оптичною прозорістю. Можливе накладання шарів.

Title	CodeGene	Title_R	Title_E	Поле5	Поле6	Поле7	Поле8	Поле9	Поле10	Поле11	Поле12	Поле13
<input type="checkbox"/> Вінницька	2,48	1455	831	18,1	19,9	30,7	26,2	31,1	71	1 022	1 467	
<input type="checkbox"/> Волинська	0,49	694	1455	22,2	10,7	19	20,2	17,2	77	891	1 066	
<input type="checkbox"/> Луганська	0,61	152	253	10,6	12,6	16,8	14,6	17,3	63	2 677	3 868	
<input type="checkbox"/> Дніпропетровська	1,64	7907	5522	13,3	15,7	14,5	11,9	21,5	61	5 524	6 116	
<input type="checkbox"/> Донецька	2,72	3935	2224	8,3	7,7	15,5	13,7	28,7	245	6 902	6 576	
<input type="checkbox"/> Житомирська	1,29	681	568	14,5	18,9	16,1	16,1	15,2	4	627	1 026	
<input type="checkbox"/> Закарпатська	1,08	1490	1471	0	0	0	0	0	0	401	490	
<input type="checkbox"/> Запорізька	2,39	3080	1529	14	7,2	15,5	13,7	21,4	52	2 847	2 691	
<input type="checkbox"/> Івано-Франківська	1,19	911	831	0	0	0	0	0	0	536	846	
<input type="checkbox"/> Київська	0,47	1948	4112	16,4	22,2	29,1	27,4	23,4	42	994	1 452	
<input type="checkbox"/> Київ (міськрада)	0,52	12481	25690	0	0	0	0	0	0	6 153	4 986	
<input type="checkbox"/> Кіровоградська	3,92	707	250	14,5	15,5	19,6	20,7	24,9	70	680	968	
<input type="checkbox"/> Севастополь (міськрада)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<input type="checkbox"/> АР Крим	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<input type="checkbox"/> Львівська	0,67	2202	3087	0	0	0	19,9	0	0	1 902	1 818	
<input type="checkbox"/> Миколаївська	2,85	2152	988	8,3	12,7	14,4	13,6	24,6	196	1 309	923	
<input type="checkbox"/> Одеська	0,62	1384	1881	22,3	12,4	11,7	6,1	21,9	-2	1 948	2 262	
<input type="checkbox"/> Полтавська	1,98	2102	1172	17,7	23,1	23,2	26,1	25,6	44	1 177	1 802	
<input type="checkbox"/> Рівненська	1,23	440	382	19,5	12,2	16,1	13,8	15,8	-20	674	637	
<input type="checkbox"/> Сумська	1,17	883	656	22,9	21,3	24,4	32,1	22,8	-1	1 358	1 230	
<input type="checkbox"/> Тернопільська	1,1	434	450	10	15,5	17,5	8	25,6	156	499	666	
<input type="checkbox"/> Харківська	0,82	1415	1745	17,5	21,8	21,2	26,3	27,6	57	2 786	2 253	
<input type="checkbox"/> Херсонська	0,86	268	407	17,8	11,7	19,6	15,4	25,5	43	1 079	728	
<input type="checkbox"/> Хмельницька	1,31	642	564	17,4	28,9	32,6	25,8	32,9	89	977	1 288	
<input type="checkbox"/> Черкаська	1,19	863	477	23,1	29,4	28,1	27,6	30,1	30	775	977	
<input type="checkbox"/> Чернівецька	2,6	807	419	15,8	15,2	16,4	21,1	19,2	30	266	559	
<input type="checkbox"/> Чернівецька	0,99	213	208	0	0	0	0	0	17	615	844	

Рис. 3.1. Таблиця даних у MapInfo Professional.

ПЗ MapInfo Professional зручне і доволі просте у використанні. Як основа для порівняння методів розробки систем розпізнавання для використання в земельних кадастрах, MapInfo є найбільш перспективним вибором. MapInfo - це набір програмних продуктів, що базуються на архітектурі Common Component Architecture (CCA), може використовуватися з програмою Visual Basic Non Application (VBA) і іншими розширеннями, що підтримуються форматом операційної системи. Таким чином, використання MapInfo як програмної платформи для систем розпізнавання образів має наступні переваги:

- перспектива ужитку вже готових зчитувачів вхідних даних, відображати, редагувати, конвертації конвертувати дані, тощо;
- змога використовувати інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувачем;
- перспектива окремої розробки критичних обчислювальних ресурсів програмних модулів у підходящому форматі ОС, а інших (приміром,

інтерфейсних) програмних модулів - вбудованою стандартизованою мовою VBA;

- широкий спектр можливостей експорту та імпорту даних графічного та атрибутивного характеру;

- привілеї з позиції комерційно-програмного продукту (у формі підтримки фірми розробника, достатньої технічної документації, мінімальної кількості помилок в межах програми);

- легкість процесу формування тематичної карти;

- засоби для проведення географічного аналізу даних (просторовий запит);

- наявність зручних та практичних методів класифікації даних, статистичних функцій.

Основними функціями Mapinfo є: створення, редагування та дизайн карт, створення тематичних карт, просторовий аналіз статистичної інформації, геокодування, виведення даних через графічний матеріал.

З-поміж великої кількості гео-інформаційних систем Mapinfo вирізняє детально продуманий інтерфейс, оптимізований набір користувацьких функцій та зручна і проста концепція обробки як картографічних, так і семантичних даних.

Mapinfo поєднує потужність обробки даних в межах бази даних з наочністю карт, діаграм і графіків. Mapinfo комбінує потужні та результативні інструменти для аналізу та презентації даних.

Завдяки вбудованій мові Mapbasic кожен користувач має можливість створити власну ГІС з меню, розробленим спеціально для цієї програми, котра орієнтована на розв'язання конкретних прикладних проблем.

Географічна інформаційна система Mapinfo володіє рядом переваг. Важливою її перевагою є:

- легкість у освоєнні програмного продукту. Пакет Mapinfo надає доволі зрозумілий та зручний інтерфейс, в якому трансформації карти максимально приховані;

- можливість проглядати дані у будь-якій кількості вікон трьох типів: карт, списків і графіків.

- технології синхронного презентування даних, котрі дозволяють відкрити кілька вікон водночас, котрі включають одні й ті ж самі дані, а зміна даних в межах одного з вікон супроводжує автоматична зміна відображення цих даних в інших вікнах.

- робота з растром. Цей пакет вирішує проблему завантаження растра і прив'язки його до заданої географічної проекції досить просто. Єдина вимога - користувач має обов'язково знати точні координати принаймні трьох точок. Наразі в самому пакеті неможна обертати або розтягувати растрове зображення, але існують програми, які чудово вирішують це питання.

- візуалізація даних. Цей режим дозволяє користувачам відображати табличні дані на карті різними способами. Приміром, це можуть бути масштабовані символи, діаграми, кольорові плоскі об'єкти і лінії. Відображення даних на карті дозволяє користувачам бачити контекст, що стоїть за даними, а не голі сухі цифри (рис. 3.2.).

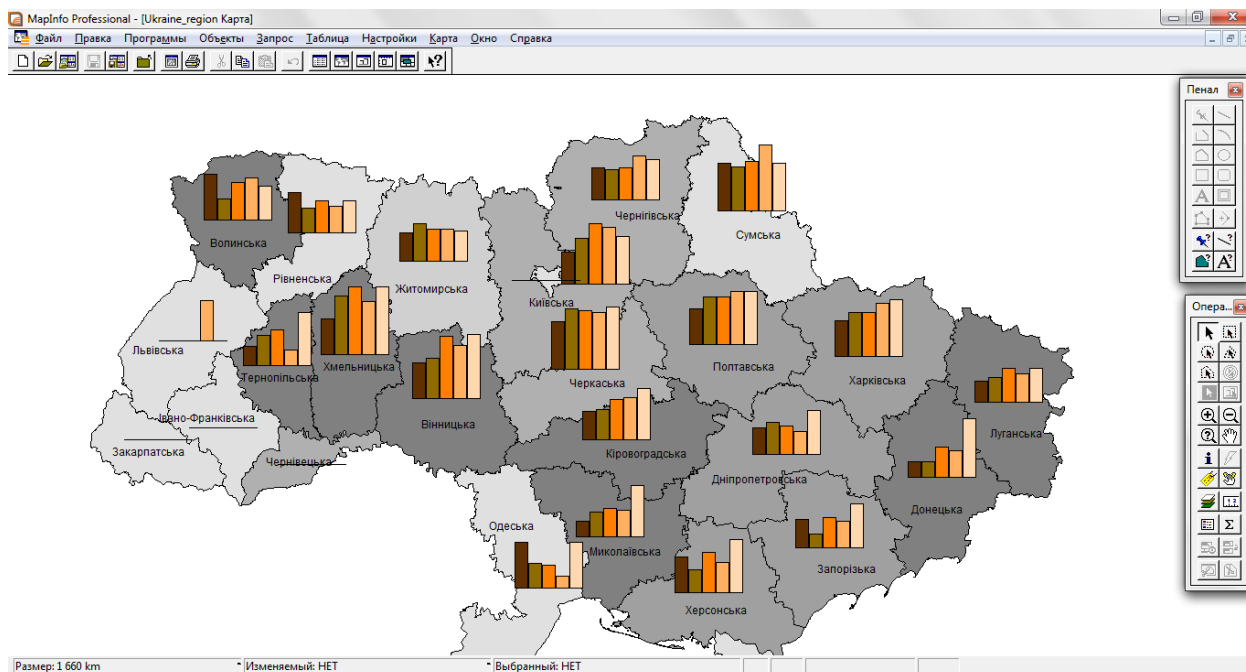


Рис. 3.2. Створення тематичної карти у MapInfo Professional.

- засоби геоінформаційного аналізу. Інструмент аналізу географічної інформації MapInfo підтримує графічний редактор для створення буферних зон, створення похідних об'єктів, створення та зміни об'єктів. Користувачами можуть утворюватися тематичні карти, тобто вони можуть розфарбовувати та взагалі оформляти кожен географічний об'єкт відповідно до параметрів, а також створювати та зберігати користувацькі шаблони для тематичних карт.

- засоби і процедури групування географічних об'єктів надають змогу з абсолютною оперативністю піддавати аналізу і робити прогнози відносно різних ситуацій.

- створення звітів. Безпосередньо з MapInfo ви можете створювати звіти з частинами мапи, таблицями, графіками і мітками, які можна роздрукувати практично на будь-якому типі і розмірі друкувального пристрою. Друк виконується за допомогою стандартних драйверів(рис. 3.3.).

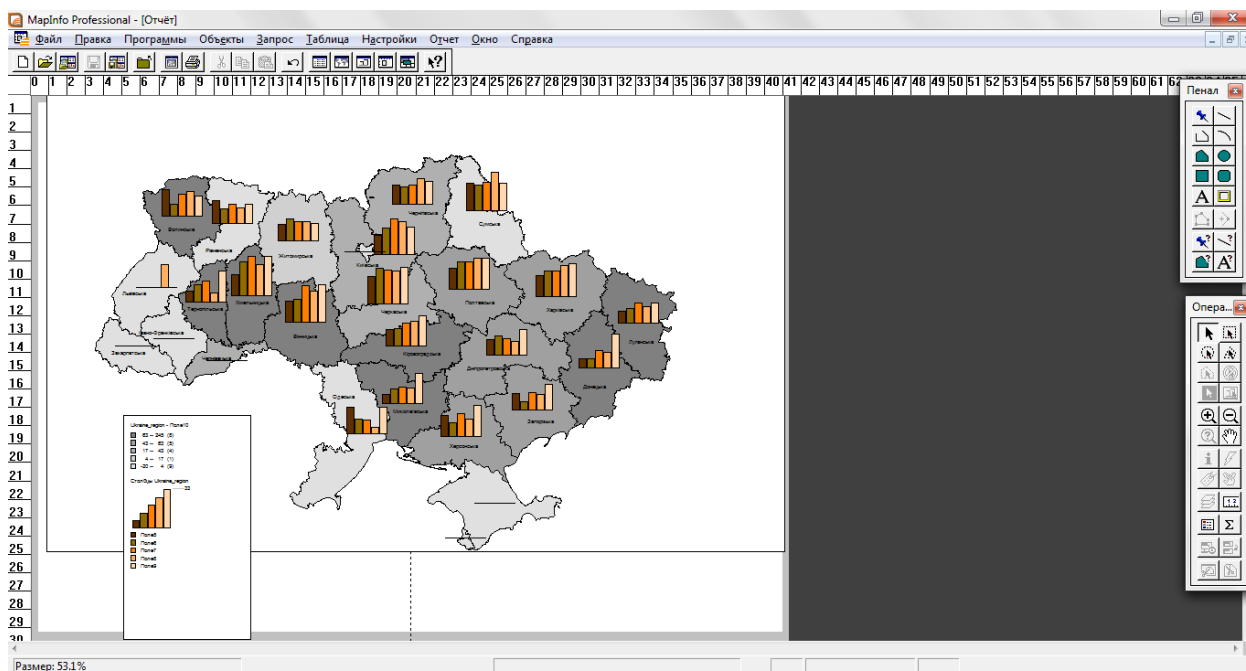


Рис. 3.3. Створення звіту у MapInfo Professional.

- вбудована реляційна база даних. Настільні картографічні системи використовуються для вибору, відображення та опрацювання географічних об'єктів. На практиці це база даних, котра має картографічний інтерфейс. Вбудована мова запитів SQL надає змогу оперувати даними на достатньо

професійному рівні; для роботи з географічними об'єктами Mapinfo використовує SQL з географічними розширеннями. Додано процедуру пошуку за адресою. Створені запити можна зберігати у зовнішній файл і завантажувати під час роботи за наявності такої необхідності.

- доступ до даних на видаленому сервері. Mapinfo розпоряджається доступом до видаленої бази даних завдяки приєднаним таблицям. Ви можете редагувати таблиці і зберігати зміни, навіть не покидаючи Mapinfo. Таблиці типу Access і Excel можна відкривати прямо через меню [31].

Отже, Mapinfo – це географічна інформаційна система, що надає користувачам широкі можливості із цифрової картографії, забезпечує збір і зберігання цих карт, опрацьовує бази даних з урахуванням їх просторових властивостей. ГІС MapInfo Professional дозволяє створювати географічні бази даних і на їх основі проводити просторовий аналіз. Індивідуальні компції складаються з векторної карти і таблиці та пов'язані таким чином, що кожному об'єкту на карті присвоюється відповідний запис у таблиці. Таким чином, карта представлена як просторово характеристика об'єкта, а таблиця містить всі описові атрибути

ВИСНОВКИ

Відповідно до мети та поставлених завдань, у ході написання дослідження були зроблені наступні висновки:

1. Теоретичні аспекти географічна інформаційних систем, стверджують, що це інтегрована комп'ютерна система, що знаходиться під управлінням спеціалістів-аналітиків, яка здійснює збір, зберігання, маніпулювання, аналіз, моделювання і відображення просторово співвіднесених даних. Геоінформаційні технології мають широке використання та застосування. Вони використовуються у екології, природокористуванні, економіці, регіональному плануванні, демографії, маркетингу, військовій справі, навігації, соціології тощо. Відповідно до широкого застосування ГІС володіють широким спектром функцій, основними з яких є: інформаційно-довідкова, функція тематичного картографування, функція просторового планування, функція прийняття рішень.

2. Згідно наукових джерел, геопросторовий аналіз - це підхід до застосування методів статистичного аналізу за допомогою різних інформаційних технологій до даних географічного або просторового характеру. Найважливішою функцією геопросторового аналізу є геопросторове моделювання, яке передбачає побудову і використання просторових об'єктів, визначення їх взаємозв'язків і динаміки процесів. В основу геомоделювання може бути покладений математико-статистичний аналіз просторових розміщень і часових рядів. Наприклад, для динаміки статистичних показників може використовуватися картограма чи картодіаграма, а для геологічних чи геоморфологічних зрізів – міжшаровий кореляційний аналіз різновікових поверхонь.

3. Інструменти та методи просторового аналізу ГІС постійно розвиваються і дозволяють обробляти дані більш швидше та точніше. Геопросторовий аналіз включає п'ять основних етапів: постановка проблеми та розуміння мети аналізу; підготовка та оцінка вихідних даних; вибір

відповідних інструментів та методів; обробка та аналіз даних; оцінка та відображення даних. Динаміка урожайності сільськогосподарських культур – це результат сукупної дії агроекологічних, агроекономічних та агротехнологічних чинників. У сукупності агроекологічних чинників особливе місце відіграють глобальні кліматичні зміни. Це змушує українських аграріїв адаптуватися до цих змін шляхом розробки наукових підходів, вирощуванням інших сільськогосподарських культур, виведення нових сортів та гібридів. Варто зазначити також, що на динаміку урожайності впливає якість ґрунтово-кліматичних умов. Базу даних було сформовано на основі відкритих статистичних даних по урожайності зернових культур, по регіонах України з 2017 до 2021 рр. Ці відомості містяться на офіційному сайті Державної служби статистики України

4. У нашому дослідженні георосторовий аналіз здійснюється за допомогою MapInfo Professional. Дана геоінформаційна система дозволяє вирішити проблеми із побудовою просторової моделі (тематичної карти), завдяки своїм функціональним можливостям. ГІС-пакет MapInfo Professional дозволяє створювати бази даних та здійснювати їх просторовий аналіз. Окремі індивідуальні колекції складають векторні карти та таблиці, котрі пов'язуються між собою так, що будь-якому об'єкту (точці, лінії або області) на карті присвоюють відповідний запис (рядок) таблиці. Як підсумок, карта має відображати просторові характеристики об'єктів (положення, форму, відстань), а таблиця всі описові атрибути.

5. Проведений геопросторовий аналіз динаміки зернових культур дозволив стверджувати, що для показника урожайності характерна позитивна динаміка за період з 2017-2021 рр. Темп приросту становив 115 %. Аналіз одержаних результатів свідчить, про те, що урожайність зернових культур в регіонах України варіювала в межах 37,4 – 77,0 ц/га. Максимального значення показник урожайності був у Хмельницькій області (77,2 ц /га), а мінімальне значення сягало у Івано-Франківській (37,4±12,1 ц/га). Аналіз статистичних даних по урожайності зернових культур за період і 2017 до 2021 рр. чітко

вказує на позитивну динаміку збільшення урожайності за даний період дослідження. Сприятливість агрокліматичних умов та дотримання технічних умов вирощування зернових сільськогосподарських культур (живлення рослин, захист від бур'янів та шкідників, дотримання вимог сівозміни тощо), забезпечили за цей період підвищення урожайності зернових та зернобобових культур. Показник темп приросту за період 2017-21 рр. показав, варіюється від 0,9 % до 98 %.

6. На даний час ГІС стали головним інструментом у моделюванні природних, господарських та соціальних явищ та процесів, а також їх взаємодії та модулювання та прогнозування. Результати такого виду досліджень знаходять своє застосування у прийнятті рішень управлінського характеру. Сучасні географічні інформаційні системи стали інтеграційним середовищем, яке об'єднує, систематизує, обробляє інформацію із різних джерел, а також створює новий продукт на основі цих даних. Результати такої обробки інформації використовуються на різних рівнях територіального управління. Один із головних напрямів геоінформаційної системи мають перспективу застосування. Це точне землеробство – система взаємоузгоджених заходів, які спрямовані на створення оптимальних і рівноцінних умов для розвитку рослин, шляхом використання відповідних матеріалів (насіння, хімічних чи органічних добрив, пестицидів тощо) в залежності до особливостей сільськогосподарської ділянки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабич В. А. Планирование орошения с помощью информационно-вычислительных систем: автореф. дис. ... к. т. н.: спец. 06.01.02 /В.А. Бабич.; Укр. НИИ гидротехники и мелиорации. – К., 1992. – 21с.
2. Богадьорова Л. М., Мельниченко С. Г., Маркелюк А. В. Просторово-часова динаміка якісних змін ефективності виробництва сільськогосподарських культур на підприємствах України у 2015 та 2019 роках. *Європейський науковий журнал економіки та фінансових інновацій*, 2020. №6. С. 205-216.
3. Витлинский В. В. Полигармоническое прогнозирование как метод минимизации инвестиционных рисков в зернопроизводстве / В.В. Витлинский, П.М. Грицюк // Тр. Межд. научн. конф. «Моделирование и анализ безопасности и риска». – СПб.: ГУАП, 2008. – С. 231–236.
4. Волгін, П. Н. Єрмолаєв В. І. Аналіз ситуацій за допомогою інтелектуальних геоінформаційних систем. *Автоматизація процесів управління*, м. Ульяновск: ФНПЦ ВАТ «НВО« Марс », 2008. № 2 (12). С. 86-90.
5. Гринчук Т. Підходи до аналізу сучасного стану зерновиробництва у сільськогосподарських підприємствах регіону та факторів, які впливають на його розвиток. *Науковий вісник Одеського національного економічного університету*, 2015. №9. С. 48-60.
6. Держана служба статистики України. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 17.04.2023р.).
7. Диченко О. Ю., Писаренко П. В., Кунах О. М., Жуков О. В. Просторова агроекологія як основа прогнозу чисельності шкідників. Навчальний посібник. Дніпропетровськ, 2015. 139 с.
8. Дронін А. В. Сучасний стан зернового ринку в Україні. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*, 2014. Вип. 21. С. 270-276.

9. Дядін Д. В. Хандогіна О. В. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Геопросторовий аналіз екологічної безпеки. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. С.24.
10. Жуков О. В. Аналіз просторових даних в екології та сільському господарстві. Дніпропетровськ: ДНУ, 2015. 124 с.
11. Жуков О. В. Пономаренко С. В. Просторово-часова динаміка урожайності зернових та зернобобових культур у Полтавській області. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 2018. №1. С.55-62.
12. Зацерковний В. І., Бурачок В. Г., Железняк О. О. Терещенко А. О. Геоінформаційні системи і бази даних: монографія. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя. 492с
13. Зацерковний В. І., Тішаєв І. В., Віршило І. В. Геоінформаційні системи в науках про Землю: Монографія. Київ: КНУ ім. Т.Шевченка, 2016. 510 с.
14. Зимароєва А. А. Особливості просторово-часового тренду врожайності зернових та зернобобових культур у Поліській та Лісостепових зонах України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 2018. №3. С.66-73.
15. Іщук О. О. Коржнев О. Е. Просторовий аналіз і моделювання в ГІС : Навч. посібник. К. : Вид.-поліграфічний центр "Київський університет", 2003. 200 с.
16. Іщук О. О., М. М. Коржнев, Кошляков О.Є. Просторовий аналіз в ГІС : навчальний посібник. К. : ВПЦ "Київський університет", 2003. 195 с.
17. Кобець А. С., Харитонов М.М., Грицан Ю. Г., Жуков О. В. Агроекологічні перспективи розвитку природного агровиробництва. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*, 2015. №4(38). С. 6-10.
18. Лупенко, Ю. О., Саблук, В. Я., Месель-Веселяк, В. Я., Федоров, М. М. Результати і проблеми реформування сільського господарства України. *Економіка АПК*, 2014. №7, С. 26 –38.

19. Митчелл Энди. Руководство по ГИС Аналізу. Часть 1 : Пространственные модели и взаимосвязи. К.: ЗАО ЕСОММ Со. Стилос, 2000. 198 с.
20. Морозов В. В., Лисогоров К. С. Геоінформаційні технології в агросфері. Херсон : ХДУ, 2007. – 223 с.
21. Орленко О. В. Дослідження динаміки врожайності круп'яних культур з використанням кореляційно-регресійного моделювання. *Глобальні та національні проблеми економіки*, 2015. Вип. 7. С. 574-576.
22. Пітак І. В., Негайдайлов Ю. Г., Масікевич Ю. Г., Пляцук Л. Д., Шапотере В. П., Моїсєєв В. Ф. Геоінформаційні технології в екології : навч. посібник . Чернівці, 2012. 273 с.
23. Подліпаєв В. О. Дослідження можливостей сучасного програмного забезпечення щодо створення геоінформаційних систем трансдисциплінарного використання слабо структурних даних. *Системи управління, навігації та зв'язку*. 2020. Випуск 3 (61). С. 4-12.
24. Попович В., Ванурін С., Кох С., Кузьонний В. Інтелектуальна географічна інформаційна система навігаційної безпеки. *Системи*, 2011 р. Том. 25, № 8. С. 29-31.
25. Світличний О. О., Плотницький С. В. Основи геоінформатики: Навчальний посібник . Суми : ВТД «Університетська книга», 2006. 295 с.
26. Сорокін Р. Інтелектуальні геоінформаційні системи для моделювання. *Матеріали: Міжнародний семінар з моделювання та моделювання портових, морських та мультимодальних логістичних послуг*. Рига. 2003. С. 395-398.
27. Сорокін Р. Інтелектуальні геоінформаційні системи для моделювання . *Матеріали: Міжнародний семінар з моделювання та моделювання портових, морських та мультимодальних логістичних послуг*. Рига. 2003. С. 395-398.

28. Терентєва Н. В. Перспективи використання інформаційних систем в аграрній сфері. *Підприємництво в аграрній сфері: глобальні виклики та ефективний менеджмент: Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції (12-13 лютого 2020 р.): у 2 ч. Запоріжжя. ЗНУ, 2020. Ч.1. С. 533-535.*
29. Шипулін В. Д. Основи ГІС-аналізу: навчальний посібник. Х.: ХНУМГ, 2014. 330с.
30. ArcGIS for Desktop. Офіційний сайт. Режим доступу: <http://desktop.arcgis.com/ru/desktop/latest/analyze/commonly-used-tools/surfacecreation-and-analysis.htm> (дата звернення 1.04.2023 р.)
31. MapInfo Professional. Каталог програмного забезпечення Режим доступу: <http://www.geoguide.com.ua/software/software.php?part=pitney&art=mapinfo> (дата звернення 1.04. 2023 р.).