

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Інститут (факультет) Автоматизації і комп'ютерних систем
Кафедра Інформаційних систем**

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)
_____ Андрій Форсюк
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ____ » _____ 2022р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Сергій Чумаченко
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ____ » _____ 2022р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності _____ 122 «Комп'ютерні науки»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Комп'ютерний еколого-економічний моніторинг
на тему: Створення та дослідження інформаційної системи моніторингу екологічного стану та використання посівних площ сільськогосподарського підприємства «Перемога»

Виконав: здобувач 2 курсу, групи КМ-2-5М

Малиновська Олена Олександрівна
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник Загоровська Лариса Григорівна
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

_____ (підпис)

Консультанти _____

(ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Рецензент В'ячеслав Харченко
(ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) незарядженої допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____
(підпис)

Київ - 2022р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Інформаційних систем

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Комп'ютерний еколого-економічний
(назва)

моніторинг

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Інформаційних систем

Чумаченко С.М.

“11” листопада 2021 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Малиновській Олені Олександрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Створення та дослідження інформаційної системи моніторингу екологічного стану та використання посівних площ сільськогосподарського підприємства «Перемога»

керівник роботи Загоровська Лариса Григорівна, доцент, кандидат технічних наук,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом закладу вищої освіти від “11” листопада 2021 року №884-кс

2. Строк подання здобувачем роботи _____

3. Вихідні дані до роботи звіт з проходження виробничої та переддипломної практики на базі ПСП «Перемога»

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) системний аналіз сучасного стану системи моніторингу використання посівних площ та напрямки її удосконалення, функціональне моделювання бізнес-процесів ПСП «Перемога», агрохімічна характеристика ґрунтів, методи використання та способи покращення екологічного стану посівних площ, дослідження та моделювання задач моніторингу і прогнозування екологічного стану посівних площ, математичне моделювання хімічного забруднення ґрунтів, моделювання бази даних, аналітичні дослідження , очікуваний економічний ефект від впровадження розробки

5. Перелік графічного матеріалу

Функціональна модель діяльності ПСП «Перемога», модель бази даних, візуалізації статистичних даних підприємства, прогнозні графіки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Вступ			
I	Загоровська Л.Г., доцент		
II	Загоровська Л.Г., доцент		
III	Загоровська Л.Г., доцент		
Висновок			

7. Дата видачі завдання 11 листопада 2021р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Передпроектне дослідження та системний аналіз діяльності сільськогосподарських підприємств щодо регулювання впливу на навколишнє середовище	11.11.2021	Виконано
2	Розробка функціональної моделі діяльності ПСП «Перемога» щодо регулювання впливу на навколишнє середовище	21.11.2021	Виконано
3	Наукове дослідження та моделювання задач моніторингу і прогнозування екологічного стану посівних площ	15.12.2021	Виконано
4	Розробка моделей та створення бази даних	25.12.2021	Виконано
5	Виконання аналітичних розрахунків	12.01.2022	Виконано
6	Розрахунок техніко-економічного обґрунтування доцільності розробки	20.01.2022	Виконано
7	Оформлення пояснювальної записки	25.01.2022	Виконано
8	Розробка презентації	01.02.2022	Виконано

Здобувач

_____ (підпис)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Малиновська О.О.
(прізвище та ініціали)

Загоровська Л.Г.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» освітньо-професійної програми «Комп'ютерний еколого-економічний моніторинг» на тему «Створення та дослідження інформаційної системи моніторингу екологічного стану та використання посівних площ сільськогосподарського підприємства «Перемога»», розроблена Малиновською Оленою Олександрівною складається з 90 сторінок, трьох розділів, 42 рисунків, 4 таблиць та 28 літературних джерел.

В кваліфікаційній роботі досліджено методи моделювання та прогнозування екологічного стану на використання посівних площ сільськогосподарським підприємством.

За допомогою інструментів бізнес-аналізу вирішено завдання моніторингу та прогнозування екологічного стану і використання посівних площ.

Розроблено аналітичні візуалізації основних показників родючості ґрунтів та результатів господарської діяльності підприємства.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АНАЛІТИКА, ПРОГНОЗ, ВІЗУАЛІЗАЦІЯ, МОНІТОРИНГ СТАНУ ГРУНТІВ, MICROSOFT POWER BI, RAPIDMINER STUDIO, МОДЕЛЬ, БД, УРОЖАЙНІСТЬ, ПРИБУТОК.

ABSTRACT

Qualification work for the master's degree in the specialty 122 "Computer Science" educational and professional program "Computer Environmental and Economic Monitoring" on "Creation and study of information system for monitoring the environmental condition and use of sown agricultural enterprise "Peremoga", developed by Malynovska Olena Oleksandrivna consists of 90 pages, three chapters, 42 figures, 4 tables and 28 literary sources.

In the qualification work the methods of modeling and forecasting the ecological condition for the use of sown areas by agricultural enterprises are investigated.

With the help of business analysis tools, the task of monitoring and forecasting the ecological condition and use of sown areas has been solved.

Analytical visualizations of the main indicators of soil fertility and results of economic activity of the enterprise are developed.

KEY WORDS: ANALYTICS, FORECASTING, VISUALIZATION, SOIL CONDITION MONITORING, MICROSOFT POWER BI, RAPIDMINER STUDIO, MODEL, DB, YIELD, PROFIT.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ I. СУЧАСНИЙ СТАН СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ВИКОРИСТАННЯ ПОСІВНИХ ПЛОЩ ТА НАПРЯМКИ ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ	12
1.1 Загальні відомості про ПСП «Перемога».....	12
1.1.1 Організаційно-функціональна структура підприємства	12
1.1.2 Організація та управління діяльністю підприємства	13
1.2 Функціональне моделювання діяльності ПСП «Перемога».....	14
1.3 Агрохімічна характеристика ґрунтів сільськогосподарського підприємства «Перемога».....	16
1.3.1 Показники якості посівних площ	17
1.4 Методи використання та способи покращення екологічного стану посівних площ	18
1.4.1 Внесення органічних та мінеральних добрив	19
1.4.2 Застосування засобів захисту рослин.....	23
1.4.3 Сівозміна.....	26
1.4.4 Вирощування екологічно-чистої продукції	30
1.5 Огляд та загальна характеристика досліджень науковців щодо вирішення проблеми збереження родючості посівних площ	34
1.6 Мета досліджень та загальна постановка задачі	38
РОЗДІЛ II. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ МОНІТОРИНГУ І ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОСІВНИХ ПЛОЩ.....	39

2.1 Загальна характеристика задач моніторингу довкілля та методів їх розв'язання	39
2.1.1 Задача моніторингу екологічного стану посівних площ	43
2.2 Оцінювання та прогнозування майбутнього стану довкілля	45
2.3 Математичне моделювання хімічного забруднення ґрунтів	49
2.3.1 Моделювання одновимірної області забруднення	50
2.3.2 Моделювання динаміки забруднення ґрунтів пестицидами	51
2.3.3 Точкові моделі	52
2.4 Моделювання та прогнозування процесів забруднення у ґрунтах за МГУА	53
РОЗДІЛ III. АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТА ВИКОРИСТАННЯ ПОСІВНИХ ПЛОЩ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА «ПЕРЕМОГА»	56
3.1 Обґрунтування вибору програмних засобів для виконання досліджень	56
3.2 Моделювання бази даних	57
3.4 Реалізація аналітичних досліджень та отримані результати	59
3.4.1 Підключення до бази даних	59
3.4.2 Аналіз екологічного стану посівних площ	60
3.5 Очікуваний економічний ефект від впровадження розробки	71
ВИСНОВКИ	75
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	78
ДОДАТКИ	81
ДОДАТОК А	81
ДОДАТОК Б	83

ВСТУП

Сільське господарство є однією з провідних галузей економіки України. Це зумовлено сприятливими кліматичними умовами та демографічними причинами. Об'єми українського чорнозему складають 32 мільйони гектарів, що є третьою частиною всіх родючих земель на території Європи.

Проте, незалежно від розмірів сільськогосподарського підприємства, воно так чи інакше завдає шкоди довкіллю. Окремо слід відзначити шкоду, завдану землеробством: руйнування ґрунтових екосистем, втрати гумусу, руйнування структури і ущільнення ґрунту, водяна та вітрова ерозія ґрунтів.

Основа використання земельних ресурсів – це їх екологізація, охорона і захист землі як складової довкілля, примноження та відтворення її продуктивної сили як аграрного ресурсу. Одним із головних завдань сучасної державної політики у сфері землекористування є забезпечення раціонального використання та охорони земель.

Еколого-економічні проблеми використання земельних ресурсів охоплюють раціональне землекористування, яке забезпечує максимальне залучення до господарського обігу всіх земель. Водночас воно забезпечує їх ефективне використання за основним цільовим призначенням, створює найсприятливіші умови для високої продуктивності сільськогосподарських угідь.

Для раціонального використання земельних ресурсів та їх охорони необхідний моніторинг земель - це система спостереження за станом земельного фонду з метою своєчасного виявлення змін, їх оцінки, відтворення та ліквідації наслідків негативних процесів. Упровадження системи моніторингу забезпечує систематичне спостереження за станом земельного фонду.

Систематичний аналіз стану земельного фонду дасть можливість передбачити на перспективу заходи по кожному з регіонів щодо поліпшення стану земельних ресурсів і їх раціонального використання.

Об'єктом магістерських досліджень виступає ПСП «Перемога» та його діяльність щодо моніторингу екологічного стану посівних площ, який є важливим для їх подальшого використання. Дане підприємство підходить в якості об'єкту дослідження саме тому, що на його прикладі яскраво проілюстровано загальну ситуацію в плані екологічного моніторингу більшості аграрних компаній України.

Метою магістерських досліджень є поглиблення, закріплення та застосування отриманих під час навчання знань зі спеціальних дисциплін, пов'язаних з екологічним впливом виробничої діяльності підприємств на навколишнє середовище та шляхами регулювання цього впливу з використанням сучасних інформаційних технологій; визначення наукової задачі, що потребує розв'язання.

Актуальність теми. Біля третини орної території України еродовано, втрачено близько 20% органічної речовини, майже вся орна земля в підорному шарі ущільнена, помітно знижуються запаси поживних форм фосфору і особливо калію, численні негаразди спостерігаються на меліорованих землях. Головні загрози погіршення ґрунтового покриву ведуть до деградації ґрунтів, відсутність дієвих механізмів виконання законів про охорону ґрунтів, незбалансоване і науково необґрунтоване землекористування.

На жаль, проблемі моніторингу стану ґрунтів в Україні не приділяється належної уваги. Протягом 20 років екстенсивного ведення сільськогосподарського виробництва спостерігається масове порушення агрохімічного закону повернення поживних речовин, згідно з яким елементи живлення, відчужені з урожаями сільськогосподарських культур, мають бути повернені до ґрунту.

Для раціонального використання земельних ресурсів та їх охорони необхідний моніторинг земель - це система спостереження за станом земельного

фонду з метою своєчасного виявлення змін, їх оцінки, відтворення та ліквідації наслідків негативних процесів.

Систематичний аналіз стану земельного фонду з використанням сучасних аналітичних інструментів дасть можливість передбачити на перспективу заходи щодо поліпшення стану земельних ресурсів і їх раціонального використання.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалась згідно з планом та програмою наукових досліджень на кафедрі інформаційних систем Національного університету харчових технологій в області моделювання еколого-економічних процесів у 2021-2022 роках.

Мета й завдання дослідження. Аналіз сучасного стану посівних площ ПСП «Перемога» та пошуки шляхів їх ефективного використання з урахуванням екологічного аспекту.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених завдань використовувалися наступні методи наукових досліджень - аналіз, синтез, індукція, дедукція, моделювання, спостереження, методи узагальнення, функціональної класифікації, системний підхід до об'єкта дослідження та алгоритми інтелектуального аналізу даних середовища Microsoft Power BI та RapidMiner Studio.

Наукова новизна одержаних результатів. Наукова новизна кваліфікаційної магістерської роботи полягає у дослідженні ефективності методів аналітичної обробки даних за допомогою Microsoft Power BI та RapidMiner Studio для здійснення моніторингу екологічного стану посівних площ та його прогнозування.

Практичне значення одержаних результатів. Практичне значення роботи полягає у використанні методів аналітичної обробки даних у Microsoft Power BI та RapidMiner Studio для задач екологічного моніторингу на сільськогосподарських підприємствах.

Особистий внесок здобувача. Розробка бази даних для вирішення задачі, створення візуалізацій статистичних даних по використанню посівних площ, побудова прогнозів на майбутні періоди.

Апробація результатів магістерської роботи. Результати досліджень кваліфікаційної роботи були представлені у вигляді тез Малиновської О.О. та Загоровської Л.Г. «Особливості створення та дослідження інформаційної системи моніторингу екологічного стану та використання посівних площ сільськогосподарського підприємства «Перемога»» на VIII Міжнародній науково-технічній Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами», 26 листопада 2021.

РОЗДІЛ I. СУЧАСНИЙ СТАН СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ВИКОРИСТАННЯ ПОСІВНИХ ПЛОЩ ТА НАПРЯМКИ ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ

1.1 Загальні відомості про ПСП «Перемога»

ПСП «Перемога» - сільськогосподарське підприємство середнього розміру, яке розміщене в селі Соломія, Гайворонської територіальної громади, Голованівського району, Кіровоградської області. Воно було утворене 25 березня 2004 року, шляхом реорганізації СТОВ «Перемога».

Основним видом діяльності підприємства є 01.11 «Вирощування зернових та технічних культур». Також підприємство займається допоміжною діяльністю у рослинництві, післяурожайною діяльністю, оптовою торгівлею зерном, насінням і кормами для тварин, а також веде складське господарство.

1.1.1 Організаційно-функціональна структура підприємства

Організаційно-функціональна структура підприємства наведена нижче на Рис.1.

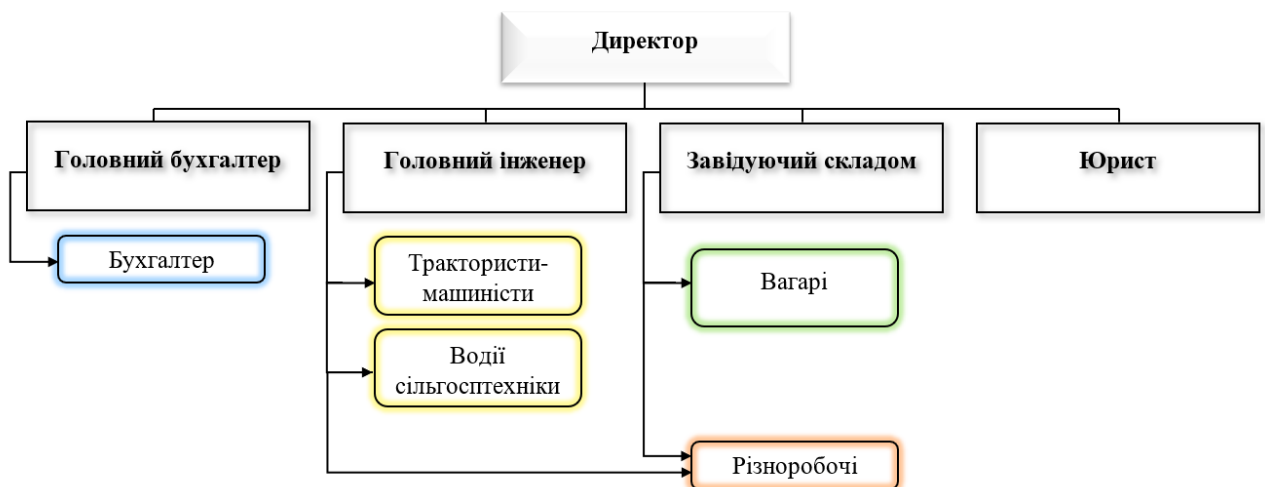


Рис.1 Організаційно-функціональна структура ПСП «Перемога»

Загалом в штаті підприємства на постійній основі перебуває 20 працівників. Додаткові спеціалісти та робітники залучаються при необхідності під час посіву або збору врожаю.

1.1.2 Організація та управління діяльністю підприємства

В обробітку господарства знаходиться 6 полів: I – 194,0 га, II – 116,5 га, III – 68,4 га, VI – 107,1 га, VII – 65,0 га, VIII – 85,0 га, що в сумі складає 636 га ріллі.

Основні культури, які вирощує підприємство – кукурудза, соняшник, пшениця, ячмінь і ріпак. Землі підприємство орендує у власників паїв, за які щороку виплачує орендну плату в грошовому, натуральному або відробітковому вигляді.

Для здійснення різних польових робіт у автопарку господарства перебувають трактори, комбайни, грузові автомобілі, оприскувач, навантажувач.

У 2014 році на території ПСП «Перемога» був введений в експлуатацію фермерський елеватор.

До складу підприємства входять такі об'єкти: адміністративне приміщення (включає офіс, лабораторію, їдальню та душову), сушарка, автопарк, котельня, відстійник, пасіка та склади зерна(4 шт.)(Рис.2).



Рис.2 Електронна карта плану розташування складових ПСП «Перемога»

Адміністративна будівля виконує декілька функцій. На першому поверсі знаходиться лабораторія, в якій здійснюється аналіз сировини за необхідності; кухня та їдальня, де харчуються працівники підприємства; духова кімната для робітників, які працюють в полі. *Сушарка* була збудована не так давно і основною її функцією є висушування зерна після збору з полів перед відправкою на склад. *Автопарк* є місцем розташування важкої сільськогосподарської техніки – тракторів, комбайнів, маніту та ін. Під час опалювального сезону працює *котельня*, яка обігриває адміністративне приміщення. *Відстійник* рідко використовується, проте іноді там тимчасово залишають органічні рослинні відходи. На окраїні території підприємства розташовується *насіка*. По всій території також розміщуються *склади зерна*, де воно зберігається до того, як буде продане або віддане в якості орендної плати пайовикам. Варто відмітити також і самі *поля*, які не позначені на карті, так як розташовуються у різних частинах місцевості.

1.2 Функціональне моделювання діяльності ПСП «Перемога»

Для виявлення усіх переваг та недоліків існуючої системи організації бізнес-процесів було вирішено розробити функціональну модель діяльності ПСП «Перемога» щодо регулювання впливу на навколишнє середовище AS-IS в нотації IDEF0 (див. ДОДАТОК А, Рис.А.1-4). Модель містить 2 рівні декомпозиції.

Вхідними даними для реалізації діяльності ПСП «Перемога» щодо регулювання впливу на навколишнє середовище є (див. ДОДАТОК А, Рис.А.1):

- Дані по впливу на ґрунти;
- Дані по впливу на повітря;
- Дані по впливу на ґрунтові води.

Дана діяльність виконується під управлінням:

- Закону України «Про оцінку впливу на довкілля»;
- Статут ПСП «Перемога»;

- Нормативно-правові акти.

Механізмами виконання зазначених функцій є:

- Зовнішній експерт-еколог;
- ПК.

Результатами діяльності є:

- Звіт з оцінки впливу на довкілля ПСП «Перемога»;
- Рекомендації щодо регулювання впливу на довкілля.

Декомпозиція діаграми першого рівня представлена послідовністю наступних основних функцій (див. ДОДАТОК А, Рис.А.2):

- Збір даних по впливу на навколишнє середовище;
- Аналіз значень показників впливу на навколишнє середовище;
- Формування звіту про вплив на навколишнє середовище;
- Надання рекомендацій щодо регулювання планової діяльності.

Процес Аналізу значень показників впливу на НС здійснюється під управлінням Нормативно-правових актів зовнішнім експертом-екологом з використанням ПК. Вхідними даними є систематизовані дані по впливу на НС, а на виході отримуємо Дані по відповідності фактичних показників нормі. Декомпозиція процесу Аналізу значень показників впливу на НС представлена послідовністю наступних функцій (див. ДОДАТОК А, Рис.А.3):

- Аналіз відповідності показників впливу на ґрунт нормі;
- Аналіз відповідності показників впливу на ґрунтові води нормі;
- Аналіз відповідності показників впливу на повітря нормі.

Процес Надання рекомендацій щодо регулювання планової діяльності здійснюється під управлінням Нормативно-правових актів зовнішнім експертом-екологом з використанням ПК. Вхідними даними є Звіт з оцінки впливу на довкілля ПСП «Перемога», а на виході отримуємо Рекомендації щодо регулювання впливу на довкілля. Декомпозиція процесу Надання рекомендацій

щодо регулювання планової діяльності представлена послідовністю наступних функцій(див. ДОДАТОК А, Рис.А.4):

- Пошук шляхів зменшення об'ємів забруднення ґрунтів;
- Пошук шляхів зменшення об'ємів забруднення повітря;
- Пошук шляхів зменшення об'ємів забруднення ґрунтових вод.

Дана модель показала недостатній контроль підприємства за показниками впливу на ґрунти, так як перевірки проводяться лише з залученням зовнішнього експерта-еколога на вимогу екологічної інспекції і не є постійною складовою частиною процесу планування господарської діяльності.

1.3 Агрохімічна характеристика ґрунтів сільськогосподарського підприємства «Перемога»

На території господарства переважають чорноземні ґрунти, які мають сприятливі фізико-хімічні та агрохімічні властивості для вирощування районованих сільськогосподарських культур.

В орному шарі ґрунту середньому по господарству міститься гумусу 3,10%, азоту, що легко гідралізується 10,5, рухомого фосфору 6,6 та обмінного калію 11,3 мг на 100г ґрунту; рухомих форм бору, марганцю та цинку відповідно 1,66, 2,4 і 0,53 мг на кілограм ґрунту. В основному чорноземам властива нейтральна та близька до нейтральної реакція ґрунтового розчину і вони не потребують хімічної меліорації. Проте у насичених цукровими буряками сівозмінах при рН сольовому 6,0 і нижче, гідролітичній кислотності більше 2,0 мг на 100 г ґрунту і ступені насичення основами менше 93% їх доцільно вапнувати. Таких ґрунтів у господарстві налічується 150,1 га.

Певну частину ріллі займають еродовані ґрунти. Для них характерний укорочений гумусовий горизонт, вони містять менше поживних речовин і мають значно гірші фізико-хімічні та водно-фізичні властивості. Досягти максимальної віддачі від таких земель можна лише в тому випадку, коли спосіб їх використання буде одночасно і процесом послаблення або припинення ерозії.

Цьому сприятиме впровадження у виробництво ґрунтозахисної системи обробітку ґрунту з контурно-меліоративною організацією території та застосування підвищених норм органічних і мінеральних добрив.

Забезпеченість ґрунтів поживними речовинами не є постійною величиною. Вона залежить від багатьох факторів і перш за все від рівня використання органічних і мінеральних добрив. Постійне скорочення об'ємів їх застосування негативно впливає на вміст елементів живлення у ґрунті. Щорічно з урожаєм, залежно від його величини, з ґрунту може виноситись 100-250кг/га поживних речовин. Якщо їх не повертати, то ґрунт поступово збіднюється і знижується врожайність сільськогосподарських культур, особливо в екстремальні роки. Для ведення продуктивного землеробства з одночасним відновленням родючості ґрунту відшкодування вносу азоту повинно бути в межах 90-100%.

1.3.1 Показники якості посівних площ

У Таблиці 1.3.1 наведена зведена агрохімічна характеристика ґрунтів за ключовими показниками: вміст гумусу(%), вміст рухомого фосфору (за Чиріковим – мг/100 грам ґрунту), вміст обмінного калію (за Чиріковим – мг/100 грам ґрунту), ступінь кислотності(рН сольове), вміст азоту, що легко гідралізується (за Корнфілдом – мг/100 грам ґрунту) станом на 1 грудня 2021р.

Таблиця 1.3.1 «Зведена агрохімічна характеристика ґрунтів за ключовими показниками»

№ поля	Площа, га	Середні показники вмісту					Розрах. урожай, ц/га	Бонітет, балів
		Гумус, %	Рухомий фосфор, мг/100гр	Обмінний калій, мг/100гр	рН сольове	Азот, мг/100гр		
I	194,0	3,155	7,1	12,9	6,15	10,8	28,1	57
II	116,5	3,3	5,9	11,3	5,86	10,9	26,83	54
III	68,4	3,36	10,4	11,1	5,7	9,8	34,9	70
VI	107,1	2,98	6,8	9,2	5,7	10,8	26,0	52
VII	65,0	3,14	7,0	13,2	5,6	10,5	31,1	62
VIII	85,0	2,6	2,4	8,7	5,4	9,4	18,3	37

У останній колонці таблиці наведено результат бонітування ґрунтів, що являє собою порівняльну оцінку якості ґрунтів за їх основними природними властивостями, які мають сталий характер та суттєво впливають на врожайність сільськогосподарських культур, вирощуваних у конкретних природно-кліматичних умовах. Бонітування ґрунтів проводиться за 100-бальною шкалою. Вищим балом оцінюються ґрунти з кращими властивостями, які мають найбільшу природну продуктивність.

Враховуючи те, що ґрунти господарства переважно середньозабезпечені рухомим фосфором, а це стримує одержання високих і сталих врожаїв, краще мати позитивний його баланс. Калію у ґрунті більше, ніж азоту і фосфору, до того ж обмінні його форми постійно поповнюються за рахунок необмінних, а тому в найближчі роки на чорноземах відшкодування виносу калію можна допустити в межах 50%.

Отже, невідкладним завданням господарства є збільшення об'ємів використання добрив і раціональна організація їх заготівлі, зберігання та застосування, а також впровадження технологій, що передбачають зменшення втрат поживних речовин з ґрунту.

1.4 Методи використання та способи покращення екологічного стану посівних площ

У сучасному сільськогосподарському виробництві проблеми деградації ґрунтів, стрімкого погіршення їх родючості та ігнорування закону збереження основних елементів живлення є особливо актуальним. Усунення їх можливе за рахунок різних факторів, головним з яких є внесення мінеральних і органічних добрив в оптимальних нормах і співвідношеннях. Однак, за нинішніх умов, необхідно дотримуватись заощадливої стратегії їх використання. Перш за все це стосується фосфатних добрив. При цьому необхідно заощаджувати розумно. Тому що надмірне обмеження рано чи пізно призводить до зниження врожаїв та

погіршення агроекологічних показників ґрунту, які в свою чергу знижують його родючість.

1.4.1 Внесення органічних та мінеральних добрив

Основною метою агрохімічного обґрунтування врожаю сільськогосподарських культур є визначення необхідних доз органічних та мінеральних добрив для одержання запрограмованого врожаю. Загальновідомо, що ефективність внесених добрив визначається коефіцієнтом (відсотком) їх використання культурою, а його залежність дуже багатофакторна і досить складна. Фактори, які впливають на ефективність використання внесених добрив, можна розділити на екологічні (природні) та організаційно-технологічні.

На підприємстві використовуються наступні добрива:

- органічні – поживні рештки після збору кукурудзи, пшениці, соняшника у подрібненому вигляді;
- мінеральні – аміачна селітра, карбамід, КАС, нітроаммофоска.

У Таблиці 1.4.1 наведено оптимальні дози мінеральних добрив для зони Лісостепу.

Таблиця 1.4.1. Орієнтовні оптимальні дози мінеральних добрив під сільськогосподарські культури для ґрунтів середнього рівня родючості Лісостепової ґрунтово-кліматичної зони України

Культури	Запланований урожай, т/га	Доза добрив, кг/га		
		N	P	K
Кукурудза	5,0	100	90	100
Соняшник	1,7	50	60	50
Пшениця озима	4,5	120	80	90
Ячмінь	4,0	80	70	60
Ріпак	3,0	100	90	90

Основою усіх методів розрахунку оптимальної дози внесення добрив є визначення необхідної кількості мінеральних добрив за прийнятої дози органічних[1]. Тому вихідним положенням для таких визначень повинно бути встановлення доз органічних добрив з урахуванням таких умов:

- доцільність самого внесення визначається сільгоспкультурою;
- доза органічних добрив може бути обмежена можливостями господарства;
- мінімальна доза гною за умови підтримання бездефіцитного балансу гумусу може бути визначена за формулою (1):

$$\min D_o = \frac{D_{но} * N}{n}, \text{ т/га}, \text{ де} \quad (1)$$

$\min D_o$ — мінімальна доза гною, що вноситься під ту чи іншу культуру щорічно, т/га;

$D_{но}$ — нормативна кількість гною, яку необхідно вносити щорічно на гектар ріллі, т/га;

N — загальна кількість полів у сівозміні;

n — кількість полів, на які вносяться органічні добрива.

- під час внесення інших органічних добрив, а не гною, необхідно визначитися із вмістом у них основних елементів живлення (N, P, K).

Вирахувавши дозу органічних добрив, приступають до встановлення доз мінеральних за допомогою одного з методів:

- 1) балансовий метод - суть його полягає у визначенні необхідної кількості того чи іншого елемента за умови його балансу. Тобто кількість елемента, яка виноситься урожаєм, повинна дорівнювати кількості цього елемента, що

може бути використана з ґрунту, органічних добрив і тих мінеральних, які планується внести.

Необхідна для формування прийнятого врожаю доза мінеральних добрив розраховується за наступною формулою (2):

$$D_m = \frac{100 * U * C - \Gamma * K_z - D_o * C_o * K_o}{K_d},$$

ц д. р./га

(2)

де D_m — необхідна (або та, що вноситься) доза мінеральних добрив, ц д. р./га;

U — урожай культури, що програмується, ц/га;

C — винос поживного елемента основною та відповідною кількістю побічної продукції, кг/ц;

Γ — вміст у ґрунті поживного елемента в доступній формі, кг/га. Для орного шару ґрунту 0–25 см = для переводу вмісту поживного елемента в мг/100 г ґрунту необхідно відповідне число помножити на коефіцієнт 34 — отримаємо результат у кг/га. А для шару 0–22 см — на коефіцієнт 30.

K_g — коефіцієнт використання елемента з ґрунту, %;

D_o — прийнята доза органічного добрива, т/га;

C_o — вміст цього елемента в органічному добриві, кг/т;

K_o — коефіцієнт використання елемента з органічного добрива, %;

K_d — коефіцієнт використання елемента з мінеральних добрив, %.

Визначають необхідну дозу кожного елемента живлення.

2) метод нормативної окупності - є модифікацією балансового і ґрунтується на врахуванні не коефіцієнта використання елементів живлення, а нормативної окупності добрив та балу бонітету ґрунту врожаєм сільськогосподарської культури, що значно спрощує практичні розрахунки.

У загальному випадку з деякими спрощеннями (без урахування післядії добрив) урожайність культури, яку можна одержати за рахунок всіх складових ресурсу живлення в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах, визначають за залежністю (3):

$$Y = B * C + D_m * O_m + D_o * O_o, \text{ ц/га}, \quad (3)$$

де Y — урожай, який програмується, ц/га;

B, C — бонітет поля та ціна 1 бала бонітету за врожайністю культури;

D_m — доза мінеральних добрив (збалансоване повне мінеральне живлення), ц д. р./га;

D_o — прийнята доза органічних добрив, т/га;

O_m — нормативна окупність мінеральних добрив (збалансованого повного мінерального живлення) у певних умовах, ц/ц д. р.;

O_o — нормативна окупність органічних добрив у певних умовах, ц/т.

Необхідна кількість мінеральних добрив під запрограмований урожай визначається як (4):

$$D_m = (Y - B * C - D_o * O_o) / O_m, \text{ ц д. р./га}. \quad (4)$$

Після цього одержану кількість поживних елементів розподіляють (балансують) відповідно до вмісту їх у ґрунті та хімічного складу врожаю. Але в окремих випадках (зонах) одержані таким чином дози фосфору та калію коригуються відповідно до їх вмісту у ґрунті.

Всі інші методи та способи розрахунку рівня мінерального живлення тією чи іншою мірою є похідними від вказаних і одержані для конкретних умов і конкретних культур із відповідними застереженнями й уточненнями. Використання того чи іншого способу розрахунку в кожній конкретній зоні чи області визначається рекомендаціями місцевих чи зональних науково-дослідних установ. Дози добрив, визначені тим чи іншим способом, вносять у ґрунт у строки і способами, які обумовлюються технологією вирощування культури в зоні та погодними умовами, що складаються.

1.4.2 Застосування засобів захисту рослин

Для отримання високих показників урожайності кожна сільськогосподарська культура потребує ретельного догляду. Мікроорганізми, шкідники та бур'яни істотно впливають на нормальну вегетацію культур, їх негативна життєдіяльність може призвести до втрати значних посівних площ. Тому попитом у сільському господарстві користуються засоби захисту рослин.

На сьогодні існує декілька класифікацій засобів захисту рослин, що забезпечують боротьбу з джерелом зараження. Так, всі препарати ділять на дві групи: хімічні і біологічні засоби захисту рослин. Перша ще має назву пестициди, і наразі використовується аграріями найбільш активно. Крім цього, вирізняють класифікацію за складом, характером дії, токсичністю та призначенням.

Хімічні захисні методи для культур передбачають застосування хімічно синтезованих пестицидів, які порушують розвиток різних шкідливих організмів або викликають їх загибель.

Класифікація за типом поєднує засоби для захисту рослин у групи відповідно шкідливих об'єктів, проти яких вони застосовуються.

Пестициди поділяються на:

- фунгіциди – борються з грибковими хворобами;

- бактерициди – ефективно захищають від розвитку бактеріальних захворювань;
- гербіциди – знищують бур'яни, інсектициди – засоби захисту рослин від комах;
- акарициди – знищують кліщі;
- інсектоакарициди – спільна дія проти комах та кліщів;
- нематоциди – проти шкідливої нематоди;
- родентициди – захист від гризунів;
- арборициди – проти дерев'янистої рослинності та чагарників.

Серед хімічних захисних засобів є також регулятор росту рослини, який стимулює або гальмує її розвиток. До їх переліку включено препарати для знищення листя – дефоліант, підсушування культур – десикант, відлякування – репелент, приваблення – атрактант, обмеження харчування комах – антифідант. [1]

На посівних площах ПСП «Перемога» застосовуються гербіциди, інсектициди, десиканти (за необхідності) та регулятори росту.

Найпоширенішим способом застосування пестицидів та агрохімікатів у сільському господарстві є обприскування рослин. Щоб уникнути ризиків нанесення шкоди здоров'ю населення при застосуванні агрохімікатів треба дотримуватись вимог державного санітарного та екологічного законодавства[3].

Основні документи, які регулюють транспортування, зберігання та застосування пестицидів та отрутохімікатів це:

- Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення»;
- Закон України «Про пестициди і агрохімікати»;
- ДСП 8.8.1.2.001-98 Державні санітарні правила транспортування, зберігання та застосування пестицидів у народному господарстві;

- ДСП 382-96 Державні санітарні правила авіаційного застосування пестицидів і агрохімікатів в народному господарстві України.

Дозволяється транспортування, зберігання і застосування пестицидів і агрохімікатів, які зареєстровані і дозволені до використання та входять до «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні».

Вимоги санітарного законодавства щодо застосування пестицидів і агрохімікатів:

- 1) Завчасно, але не менше, ніж за дві доби до початку проведення кожної хімічної обробки суб'єкти підприємницької діяльності повинні сповіщати голів сільських, селищних міських рад, ОТГ, власників суміжних сільськогосподарських угідь та об'єктів про місця, строки і методи застосування пестицидів та агрохімікатів.
- 2) Обробка рослин та інших об'єктів повинна здійснюватися суворо за показаннями з обов'язковим врахуванням економічної межі шкідливості, ступеню розвитку хвороб рослин і бур'янів, а також прогнозу погоди.
- 3) Всі роботи з пестицидами слід проводити в ранкові (до 10) і вечірні (18-22) години при мінімальних висхідних повітряних потоках. Як виняток, допускається проведення обробок у денні години у похмурі і прохолодні дні з температурою навколишнього повітря нижче +10 градусів С.
- 4) Обприскування вентиляторними і штанговими обприскувачами допускається при швидкості вітру до 3 м/с (дрібнокрапельне) і 4 м/с (крупнокрапельне). Застосування гербіцидів із поливною водою шляхом дощування (гербігація) допускається при швидкості вітру до 4 м/с.
- 5) У період проведення робіт у радіусі 200 м від меж ділянок, що обробляються, повинні бути встановлені попереджувальні написи.
- 6) Зона санітарного розриву від населених пунктів, тваринницьких комплексів, місць проведення ручних робіт по догляду за сільгоспкультурами, водойм і місць відпочинку при вентиляторному

обприскування повинна бути не менше 500 м, при штанговому і гербігації дощуванням - 300 м.

- 7) Проведення сільськогосподарських робіт на ділянках, де були застосовані пестициди, і допуск на них людей дозволяється тільки після закінчення строків, що гарантують їх безпеку.
- 8) Не допускається випас худоби та птиці, а також сінокіс на оброблених пестицидами ділянках на протязі періоду, визначеного "Переліком пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні".
- 9) Виконання авіаційних робіт по застосуванню пестицидів у сільському і лісовому господарстві повинно погоджуватися установами Держпродспоживслужби і Мінекобезпеки не пізніше, ніж за 10 діб до початку робіт.
- 10) Зберігання пестицидів допускається тільки в спеціально призначених для цього складах.

1.4.3 Сівозміна

Сівозміна передбачає використання різних культур протягом визначеного періоду. Така ротація забезпечує оптимальний склад та консистенцію ґрунту, що призводить до більшої продуктивності полів. Існують рекомендації стосовно періодів ротації культур, що спираються на досвід у різних географічних зонах. Якщо дотримуватись принципів чергування культур у сівозміні, можна запобігти спустошенню ґрунтів та отримати оптимальний результат. Даний метод ведення сільського господарства привертає все більше уваги з боку фермерів, адже він здатний підвищити продуктивність сільськогосподарських культур [4].

Цикл сівозміни може включати різну кількість років, від 3 до 7+, з висівом різних культур по черзі та/або паром. У випадку останнього ділянки можуть не використовувати або використовувати як зелені насадження для домашньої худоби.

Останній варіант навіть кращий, оскільки він постачає органічний гній великої рогатої худоби. Інша система сівозміни використовує підхід зміни видів для створення укриття і зелених добрив, які не тільки дають їжу для худоби, а й захищають землі від ерозії та насичують ґрунт залишками рослин.

Ключові принципи, якими варто керуватися при побудові сівозміни, включають коректний вибір попередників та оптимальне поєднання культур.

Необхідно брати до уваги оптимальну періодичність повернення певних культур на одне поле. На етапі вибору попередників можуть виникнути складнощі, пов'язані з кризою тваринництва, що спричиняє обмеженість вибору культур для вирощування. Тут важливо зазначити, що ідеальної схеми сівозміни культур не існує. Втім, знання елементарних правил підбору попередників допоможе зробити оптимальний вибір.

Основні правила проектування схем динамічних сівозмін:

- уникнення використання близьких за походженням культур підряд (напр., бобові після бобових);
- дотримання оптимальних періодів повернення культур на одне й те саме місце;
- урахування ґрунтово-екологічних (технологічних) груп та специфіки розташування ґрунтів;
- взяття до уваги супутніх чинників: наявність техніки, оцінку господарства, економічний стан.

У сівозміні необхідно обирати якомога кращих попередників, розставляючи пріоритети на користь добрих та допустимих попередників. Хоча умови іноді змушують використовувати умовно допустимі та недопустимі культури попередників.

Стосовно останніх, у сівозміні добрим вважається попередник, який може гарантувати стабільно високу врожайність. За допустимого попередника очікується висока врожайність за сприятливих умов, в іншому випадку

продуктивність може падати. Попередник, що вважається умовно допустимим, дещо погіршує умови для наступного врожаю. Недопустимий попередник спустошує ґрунт, створюючи не надто сприятливі умови для вирощування наступної культури.

Рекомендується розміщення сівозмін таким чином, щоб поля були ідентичні за розміром та розташовувалися в одній технологічній групі. Це забезпечує максимальну продуктивність сівозмін, а також дозволяє найбільш економічно використовувати ресурси. Тривалість сівозміни напряму залежить від культури, що має найдовший період повернення на поле.

Нижче в Таблиці 1.4.3 наведено науково-обґрунтовані сівозміни сільськогосподарських культур за попередниками у зонах українського Лісостепу. Умовні позначення: Х – найкращий попередник для розміщення; Д - допустимий; Н – недопустимий.

Таблиця 1.4.3. Наукові рекомендації з розміщення сільськогосподарських культур по попередниках у зоні Лісостепу

Культури	Строк повернення на попереднє поле	Попередники				
		Пшениця озима	Кукурудза на зерно	Соняшник	Ріпак	Ячмінь
Кукурудза	Можливі повторні посіви до 3-4 років з такою ж перервою після	Х	Д	Д	Д	Д
Соняшник	7-8	Х	Д	Н	Д	Х
Пшениця озима	2-3	Д	Д	Н	Н	Н
Ячмінь	1-2	Д	Х	Д	Х	Н
Ріпак	3-4	Х	Д	Н	Н	Д

Загалом, якщо господарство використовується з метою вирощування великої кількості культур, то доцільно застосовувати багатопільну сівозміну. Існують дієві плани восьмипільної та десятипільної сівозміни. Якщо ж планується використання від 2 до 4 культур, то, відповідно, обираються п'ятипільні або чотирипільні сівозміни з короткою ротацією.

У сучасних умовах найбільший попит існує саме на зерно та олійні культури. Згідно з дослідженнями у сфері сільського господарства, одним з найкращих варіантів може бути 4-пільна сівозміна з чергуванням наступних культур: багаторічні бобові трави, зернобобові чи кормові культури; пшениця озима; соняшник, зернобобові, кукурудза та інші, крім зернових стерньових культур; ячмінь ярий, пшениця яра, однорічні трави, однорічні трави з підсівом багаторічних трав.

Впровадження сівозмін на постійній основі має очевидні переваги для господарства, а саме:

- 1) Насичення азотом, що є ключовим хімічним елементом, необхідним для здорового розвитку рослин. Азот використовується для створення блоків білків і хлорофілу. Попри те, що в повітрі присутній азот, він не підходить для посіву. Якщо в ґрунті не вистачає азоту, його додають у добрива. Впровадження сівозміни ж передбачає використання посівів, що здатні збагатити землю азотом органічним способом.
- 2) Оптимізація економії витрат на хімікати. Зі схемою сівозміни немає потреби купувати азотні добрива (нітрати й нітрити), якщо цей елемент виділяється попередниками (зокрема, квасолею).
- 3) Охорона природи. Хімічна форма азоту забруднює ґрунт і воду. Крім того, рослини поглинають з добрив лише невелику частину азоту, а решта шкодить екології.

- 4) Затримка води. За застосування сівозміни альтернативні культури допомагають утримувати воду в глибоких шарах ґрунту. Таким чином, рослини зможуть використовувати її запаси в разі посухи.
- 5) Скорочення використання пестицидів. Деякі культури можуть знищуватися шкідниками, наприклад, колорадські жуки нападають на картоплю. Шкідників вбивають цільовими хімічними речовинами. Коли вони використовуються протягом багатьох років, надмірна їх кількість забруднює природу, завдаючи шкоди всім живим істотам. Цього можна уникнути шляхом застосування польової сівозміни. Наприклад, якщо ви посадите кукурудзу або пшеницю, шкідники залишатимуть поля, тому що вони просто це не їдять. У той самий час, цим комахам смакують помідори або баклажани, тож така зміна не розв'яже питання.
- 6) Захист від ерозії. Різне насіння має різну кореневу систему, дрібну або глибоку. Коріння проникає в ґрунт на різних рівнях, тим самим покращуючи його пористість. Крім того, зелене листя покриває землі та захищає їх від прямого впливу вітрів і дощів, що руйнують їхню поверхню. Деякі коренеплоди (арахіс, картопля, цукровий буряк), відомі низьким рівнем післяжнивних залишків, на відміну від кукурудзи або цукрового очерету. Перша група рослин потребує частого вирощування і тому викликає сильну ерозію, а інша – ні.
- 7) Підвищення врожайності. Альтернативне вивільнення необхідних поживних речовин підвищує продуктивність сільського господарства в умовах сівозміни.

1.4.4 Вирощування екологічно-чистої продукції

За даними Міжнародної федерації органічного сільськогосподарського руху (IFOAM) загальний обіг органічної продукції у світі досяг 60 млрд дол., загальна площа земель, що використовуються для органічного виробництва,

становить майже 37 млн га, а загальна кількість зайнятих — 1,8 млн фермерів [5].

Тенденції до збільшення сільськогосподарських посівів органічної продукції спостерігаються і в Україні, яка ввійшла до 20 країн, що мають найбільші площі сертифікованих земель. Зокрема, якщо у 2012 р. їх площа сягала 272,850 га, то в 2015 р. — 410,550 га. Збільшилась і кількість сертифікованих виробників органічної сільськогосподарської продукції. Так, коли в 2015 р. їх було 210, то наразі зареєстровано 454 операторів органічної продукції.

Органічне сільськогосподарське виробництва є досить перспективним напрямом аграрного господарювання в Україні, яка має чотири невеликі регіони, де ґрунти ще не забруднені до небезпечних меж, і де можливе вирощування екологічно чистої продукції на рівні найсуворіших світових стандартів. Це Північно-Полтавський регіон (охоплює більшу частину Полтавщини, північно-західні райони Харківщини, південно-західні райони Сумщини, південно-східні райони Чернігівщини та східні райони Київщини і Черкащини), Вінницько-Прикарпатський (тягнеться широкою смугою близько 100 км від м. Попільня Житомирської області та простягається до півночі Вінницької, Хмельницької та Тернопільської у напрямку до м. Львова), Південно-Подільський (включає невелику південно-східну частину Вінниччини, південно-західну частину Кіровоградщини, північ Миколаївщини і північну половину Одещини) та Північно-східно-Луганський (охоплює два райони Луганської області).

В Україні правові засади виробництва органічної сільськогосподарської продукції визначені Законом «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини» від 3 вересня 2013 року та виданими на його розвиток підзаконними нормативно-правовими актами. Зокрема, постановою Кабінету Міністрів України від 31 серпня 2016 року № 587 затверджені Детальні правила виробництва органічної продукції (сировини)

рослинного походження. Ці Правила визначають вимоги до виробництва органічної продукції (сировини) рослинного походження (далі — виробництво органічної продукції) та агротехнологічні особливості під час її виробництва.

Так, у Законі України «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини» передбачено, що до загальних правил виробництва органічної продукції (сировини) рослинного походження належать:

- 1) використання методів, що оптимізують біологічну активність ґрунтів, забезпечують збалансоване постачання поживних речовин рослинам, зберігаючи земельні та інші природні ресурси, необхідні для виробництва органічної продукції (сировини);
- 2) впровадження ґрунтоохоронних технологій вирощування сільськогосподарських культур, які запобігають виникненню у ґрунті ерозійних чи інших деградаційних процесів;
- 3) підтримання стійкості рослин профілактичними заходами шляхом вибору відповідних видів та сортів, стійких до шкідників і хвороб, відповідних сівозмін, механічних, фізичних та біологічних методів захисту;
- 4) збільшення популяції корисних комах, мікроорганізмів та природних паразитів як біологічного контролю шкідників та хвороб рослин;
- 5) використання як добрив матеріалів мікробіологічного, рослинного чи тваринного походження, що розщеплюються біологічно;
- 6) застосування лише сертифікованого органічного насіння та посадкового матеріалу;
- 7) добрива та поліпшувачі ґрунту можуть використовуватися, якщо їх було дозволено. При цьому забороняється користуватися мінеральними азотними добривами;
- 8) у разі встановлення загрози для рослин ЗЗР можуть застосовуватися у разі, якщо їх було дозволено;

9) продукти для очищення та дезінфекції при виробництві продукції рослинництва використовуються, лише якщо їх дозволено при органічному виробництві.

Відповідно до Детальних правил виробництва органічної продукції (сировини) рослинного походження, у процесі виробництва органічної продукції її виробник повинен забезпечити:

- провадження господарської діяльності, що не має шкідливого впливу на стан земель та родючість ґрунтів, сприяє підвищенню їх родючості та збереженню інших якісних показників, зменшує негативний вплив на ґрунти, запобігає незворотній втраті гумусу, поживних речовин тощо;
- мінімальне використання ресурсів, що не відновлюються, і продуктів несільськогосподарського походження;
- використання переваг біологізації землеробства шляхом розширення посівів багаторічних трав і впровадження бактеріальних препаратів, збільшення площ сільськогосподарських культур, що посіяні на зелене добриво;
- використання у виробництві процесів, що не завдають шкоди навколишньому природному середовищу та здоров'ю людей;
- утилізацію відходів і побічних продуктів рослинного походження у ході виробництва органічної продукції;
- урахування місцевого або регіонального екологічного балансу під час вибору продукції (сировини) для виробництва.

Суб'єкти господарювання, які здійснюють виробництво органічної продукції, повинні застосовувати багаторічні схеми чергування культур у сівозміні.

Для виробництва органічної продукції використовується насіння і садивний матеріал, отримані методом органічного виробництва, а саме

материнські та батьківські форми рослин, вирощені протягом одного покоління, і багаторічні культури, вирощені протягом двох вегетаційних періодів.

Заходи, які забезпечують захист рослин під час виробництва органічної продукції, здійснюються шляхом культивування сортів та гібридів, стійких до хвороб та шкідників та впровадження механічних, фізичних та біологічних методів захисту рослин.

Засоби, що використовуються для принади комах (крім розпилювачів феромонів), не повинні потрапляти в навколишнє природне середовище, контактувати з органічною продукцією.

1.5 Огляд та загальна характеристика досліджень науковців щодо вирішення проблеми збереження родючості посівних площ

Питанням забезпечення раціонального використання, збереження і відтворення земельних ресурсів в сучасних умовах присвячена значна кількість наукових праць провідних вітчизняних вчених таких як: Д.І. Бабміндра, С.Ю. Булигін, В.М. Волощук, В.В. Горлачук, М.Д. Гродзинський, Г.Д. Гуцуляк, Д.С. Добряк, А.Г. Мартин, Л.Я. Новаковський, С.О. Осипчук, А.Я. Сохнич, О.Г. Тараріко, В.М. Трегобчук, А.М. Третяк, А.Д. Юрченко та ряд інших.

Їх наукові напрацювання лягли в основу концепції раціонального використання земельних ресурсів та створення відповідної законодавчої бази, необхідної для врегулювання проблемних питань стосовно використання земельних угідь в цілому та сільськогосподарських підприємствах зокрема.

Проблематиці еколого-безпечного використання сільськогосподарських земель в Україні, які є основою виробничого потенціалу в сфері сільськогосподарської діяльності, присвячено наукові праці таких вчених, як Д. С. Добряк, О. П. Канаш, В. М. Кривов, Л. Я. Новаковський, В. М. Трегобчук, А. М. Третяк та ін. З позиції еколого-економічного оцінювання сільськогосподарського землекористування на ландшафтній основі О. Бриндзя

приходить до висновку, що визначальним для його здійснення є розуміння землі як природного ресурсу й основи екосистеми, що включає атмосферу, ліси, води, рослинність і тваринний світ, а також як соціальноекономічного ресурсу, що є основним засобом сільськогосподарського виробництва та охоплює фізичні результати людської діяльності[9].

Світовий і вітчизняний досвід захисту ґрунтів та їх раціонального використання доводить, що для вирішення проблеми збереження ґрунтів необхідно застосовувати системний підхід, а методи повинні ґрунтуватися на адаптованій розрахунковій основі.

Використання ріллі має супроводжуватися розширеним відтворенням родючості ґрунтів та забезпечення бездефіцитного балансу гумусу і поживних речовин. На землях, які знаходяться в інтенсивному обробітку, необхідно докорінно змінювати структуру посівних площ у сівозмінах так, щоб вирощування на них польових культур супроводжувалося покращенням родючості ґрунтів. З цією метою, доцільно розширяти посіви бобових, особливо багаторічних трав, переходити на біологічні методи підвищення родючості ґрунтів разом з використанням мінеральних і органічних добрив.

Охорона ґрунтів від ерозії охоплює такі завдання:

- зниження змиву та видування ґрунтів до рівня допустимого для даних типів ґрунту;
- припинення яружної ерозії;
- підвищення родючості еродованих ґрунтів та продуктивності ерозійно та дефляційно небезпечних сільськогосподарських угідь;
- покращення екологічно та агрономічно важливих властивостей ґрунтів у ерозійно і дефляційно небезпечних регіонах;
- попередження негативних впливів ерозії на природні та господарські об'єкти;

- покращення гідрологічних та мікрокліматичних умов у ерозійно і дефляційно небезпечних регіонах;
- покращення екологічного стану територіальних природних комплексів (ландшафтів) та досягнення їх відповідності естетичним вимогам суспільства.

Особливо важливе значення для підвищення ефективності використання земельних ресурсів відіграє меліорація, яка спрямована на формування екологічно збалансованої раціональної структури земельних угідь. Ефективність меліорації земель досягається за умови поєднання гідротехнічних, культуртехнічних, хімічних, агротехнічних, агролісотехнічних заходів.

Хімічна меліорація (вапнування кислих та гіпсування солонцевих ґрунтів) є однією з основних складових загальної системи управління родючістю і розглядається як першочерговий агрозахід із докорінного покращення фізико-хімічних та агрофізичних властивостей ґрунтів.

Багатофункціональний вплив вапнування на родючість ґрунту призводить до росту його ефективності. З фінансового погляду вапнування є одним із найдешевших способів хімічного впливу на родючість земельних ресурсів, оскільки норма вапна позитивно діє на ґрунт протягом тривалого періоду часу. Досягнення високого рівня ефективності вапнування є наслідком використання якісного асортименту мелюрантів із високим вмістом діючої речовини та забезпечення рівномірного розподілу мелюранта, що сприяє взаємодії його з ґрунтом. Застосування мінеральних та органічних добрив разом із вапном забезпечує найвищий рівень ефекту від вапнування.

Таким чином, основними напрямками підвищення продуктивності та економічної ефективності використання сільськогосподарських земель та їх охорони є:

- вилучення з обробітку надмірно еродованих, промислово і радіоактивно забруднених, підтоплених, засолених та заболочених земель з метою їх природної штучної реабілітації;
- розвиток агрохімічного комплексу, збільшення виробництва мінеральних, бактеріальних і грибкових добрив, хімічних меліорантів, створення системи агрохімічного обслуговування господарств, розширення масштабів хімічної меліорації земель, удобрювання ґрунтів та підвищення на цій основі їх родючості;
- будівництво в господарстві типових гноєсховищ, гноївкозбірників, розвиток вермикультури, створення своєрідних фабрик органічних добрив, збільшення виробництва біогумусу;
- розробка і впровадження комплексу протиерозійних заходів, розширення масштабів боротьби з водною та вітровою ерозією ґрунтів;
- подальший розвиток гідромеліоративного комплексу, реконструкція морально і фізично зношених меліоративних систем, розширення масштабів меліоративного поліпшення осушувальних і зрошувальних земель;
- розвиток лісомеліоративного комплексу, створення закінченої системи полезахисних насаджень, заліснення ярів, балок та інших неугідь і малопродуктивних земель;
- формування на основі конструювання екологічно стійких з оптимальним поєднанням різних видів угідь (лісових угідь, земель під водою, боліт, ріллі, сіножатей і пасовищ, багаторічних насаджень та інших) ландшафтів з метою зменшення залежності сільськогосподарського виробництва від стихійних сил природи;
- розробка та впровадження ландшафтних, зональних і внутрішньозональних, ресурсозберігаючих, екологічно стійких і високопродуктивних систем ведення сільськогосподарського виробництва.

1.6 Мета досліджень та загальна постановка задачі

Метою досліджень є аналіз екологічного стану посівних площ, що перебувають у користуванні сільськогосподарського підприємства «Перемога», а також пошук автоматизованого рішення для ефективного моніторингу стану ґрунтів та запобігання зниження родючості.

Відповідно до мети дослідження поставлено наступні задачі:

- розкрити теоретичні основи екологічного моніторингу безпеки ґрунтів;
- проаналізувати екологічний стан та екологічну безпеку посівних площ ПСП «Перемога»;
- провести агрохімічну оцінку ґрунтів та дослідити процес моніторингу стану посівних площ ПСП «Перемога»;
- розробити інформаційну систему для здійснення моніторингу екологічного стану та використання посівних площ ПСП «Перемога»;
- обґрунтувати ефективність впровадження інформаційної системи.

РОЗДІЛ II. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ МОНІТОРИНГУ І ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОСІВНИХ ПЛОЩ

2.1 Загальна характеристика задач моніторингу довкілля та методів їх розв'язання

За міжнародним стандартом (СТ ІСО 4225-80), моніторинг — це багаторазове вимірювання для спостереження за змінами будь-якого параметра в певному інтервалі часу; система довготривалих спостережень, оцінювання, контролювання і прогнозування стану і зміни об'єктів. Цей термін було запропоновано напередодні проведення Стокгольмської конференції ООН з навколишнього середовища у 1972 р. на противагу (або на доповнення) до терміну «контроль». Крім спостережень і отримання інформації, моніторинг передбачає і елементи активних дій, таких як оцінювання, прогнозування, розроблення природоохоронних рекомендацій[7].

Як галузь екологічної науки моніторинг довкілля ґрунтується на загальних екологічних законах і взаємодіє з природничими, географічними і технічними науками. Його завдання полягають у:

- постановці і виробленні теоретичних засад практичного розв'язання проблем організації спостережень;
- науковому обґрунтуванні складу, структури мережі й методів спостережень за природним фоном, природними явищами, планетарними процесами, рівнем забруднення середовищ, станом біоти (сукупності живих організмів, що населяють певний район у певний проміжок часу), фізичними параметрами біосфери;
- виборі методів, методик оцінювання і прогнозування стану довкілля;
- розробленні рекомендацій щодо управління станом складових біосфери.

Метою моніторингу довкілля є екологічне обґрунтування перспектив та удосконалення системи моніторингу навколишнього середовища, оцінювання фактичного і прогнозованого його стану; попередження про зниження біорізноманітності екосистем, порушення екологічної рівноваги у довкіллі, погіршення умов життєдіяльності людей.

Предметом моніторингу довкілля як науки є організація і функціонування системи моніторингу, оцінювання і прогнозування стану екологічних систем, їх елементів, біосфери, характеру впливу на них природних і антропогенних факторів.

Об'єктами моніторингу довкілля, залежно від рівня та мети досліджень, можуть бути навколишнє середовище, його елементи (атмосферне повітря, поверхневі й підземні води, ґрунтовий і рослинний покриви, екосистеми, їх абіотичні і біотичні складові, біосфера) і джерела впливу на довкілля.

Моніторинг довкілля як комплексна галузь знань послуговується загальнонауковими методами досліджень, такими як аналіз і синтез, сходження від конкретного до абстрактного, узагальнення, математичне і статистичне оброблення інформації. Разом з тим, моніторинг довкілля розробляє власні методи аналізу, прогнозування стану екологічних систем і процесів, що в них відбуваються.

На підставі дослідження зв'язків між процесами і складовими екосистем, впливу на них природних та антропогенних факторів моніторинг з'ясовує спільні закономірності функціонування, а також особливості стану екосистем, компонентів біосфери на різних просторово-територіальних рівнях. Ця наука забезпечує здобуття нових знань про навколишнє середовище з використанням методів оцінювання і прогнозування стану його елементів (атмосферного повітря, поверхневих і підземних вод, ґрунтового і рослинного покриву), розкриває їх взаємозв'язки і взаємовпливи.

При виконанні своїх функцій моніторинг довкілля використовує різноманітні методи отримання первинної і вторинної інформації.

Методи отримання первинної інформації реалізуються через безпосередні спостереження на відповідних станціях, постах, створах. Такими є метеорологічні, гідрологічні, океанічні, геофізичні, біологічні, фонові спостереження. Дані про стан довкілля отримують і за допомогою дистанційних засобів спостережень, зокрема внаслідок прямих спостережень із супутників Землі, вертикальних зондувань, фотографічних і геофізичних зйомок, а також геостаціонарних спостережень.

Методи отримання вторинної інформації полягають в упорядкуванні і опрацюванні бази даних, отриманих за допомогою первинної інформації. Результати фіксують у вигляді карт, таблиць, графіків. Для акумулювання й узагальнення інформації функціонують географічні інформаційні системи (ГІС) — комп'ютерні бази даних, поєднані з певними аналітичними засобами для роботи з просторовою інформацією.

Для оброблення бази даних, оцінювання і прогнозування стану довкілля застосовують метод аналогій (досліджуваний об'єкт оцінюється відповідно до його типової моделі), емпіричне узагальнення (вивчення зв'язків між явищами і процесами об'єкта дослідження), моделювання (побудова фізичних, математичних, цифрових моделей).

Нагромаджені у процесі моніторингу дані інформують про стан довкілля на певний час, основні процеси, тенденції, що відбуваються в ньому. Ці відомості допомагають спрогнозувати його розвиток, передбачити надзвичайні ситуації природного та техногенного походження, а також спланувати науково обґрунтовані природоохоронні заходи для створення безпечних умов життєдіяльності.

Особливо актуальним є відстеження антропогенних змін у природі. Необхідним є дослідження середовища у динаміці, тобто оцінювання минулого,

сучасного його станів, а також прогнозування змін його параметрів у майбутньому.

Моніторинг довкілля передбачає виконання таких загальних завдань:

- спостереження за факторами впливу на навколишнє природне середовище і за його станом;
- оцінювання фактичного стану довкілля;
- прогнозування стану навколишнього природного середовища і його оцінювання;
- дослідження стану біосфери, оцінювання й прогнозування її змін;
- визначення обсягу антропогенної дії на навколишнє природне середовище;
- встановлення факторів і джерел забруднення навколишнього природного середовища;
- виявлення критичних та екстремальних ситуацій, що порушують екологічну безпеку.

Необхідність виконання цих завдань зумовлює структуру моніторингу, яка формується з таких блоків: «Спостереження за довкіллям», «Оцінювання фактичного стану довкілля», «Прогнозування стану довкілля», «Оцінювання прогнозованого стану довкілля» (Рис.3).

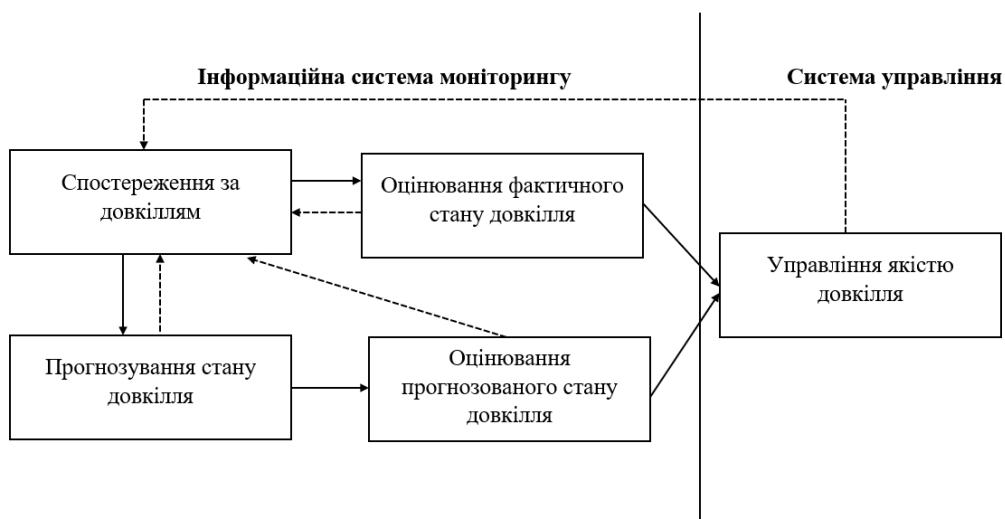


Рис. 3 Блок-схема системи моніторингу

Блоки «Спостереження...» і «Прогнозування ...» тісно пов'язані між собою, оскільки прогнозування змін довкілля можливе лише за наявності достатньої інформації про його фактичний стан (прямий зв'язок). Прогнозування передбачає знання закономірностей змін стану природного середовища, наявність схеми і можливостей їх прогнозованого розрахунку, а також спрямованість прогнозу, яка значною мірою визначає структуру спостережень (зворотний зв'язок). Отримані в результаті спостережень або прогнозу дані, які характеризують стан довкілля, оцінюють залежно від того, в якій сфері діяльності передбачається їх використання. Оцінювання передбачає з'ясування певних антропогенних впливів, вибір оптимальних умов для діяльності, визначення наявних екологічних резервів за умови знання допустимих навантажень на навколишнє середовище.

Система моніторингу може охоплювати локальні райони (локальний і регіональний моніторинг), окремі держави (національний моніторинг) і Землю загалом (глобальний моніторинг).

Моніторинг є важливою складовою системи управління якістю довкілля, оскільки передбачає належне інформування про конкретні особливості й наслідки взаємодії людства з навколишнім середовищем. Інформація про його стан і тенденції змін є основою розроблення заходів з охорони природи, враховується вона і при плануванні розвитку економіки. Результати оцінювання наявного і прогнозованого стану біосфери визначають комплекс вимог до підсистем спостережень.

2.1.1 Задача моніторингу екологічного стану посівних площ

У системі моніторингу земель проводиться збирання, оброблення, передавання, збереження та аналіз інформації про стан земель, прогнозування їх змін і розроблення наукового обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень щодо запобігання негативним змінам стану земель та дотримання вимог екологічної безпеки.

Моніторинг земель є складовою частиною державної системи моніторингу довкілля. Завданням моніторингу земель є періодичний контроль динаміки основних ґрунтових процесів у природних умовах і при антропогенних навантаженнях, прогноз еколого-економічних наслідків деградації земельних ділянок з метою запобігання або усунення дії негативних процесів. До завдань моніторингу земель відносяться [7] :

- довгострокові систематичні спостереження за станом земель;
- аналіз екологічного стану земель;
- своєчасне виявлення змін стану земель, оцінка цих змін, прогноз і вироблення рекомендацій про попередження і усунення наслідків негативних процесів, інформаційне забезпечення ведення державного земельного кадастру, землекористування, землеустрою, державного контролю за використанням і охороною земель, а також власників земельних ділянок.

Моніторинг земель є однією із функцій управління в сфері використання та охорони земель. Моніторинг земель складається із систематичних спостережень за станом земель (зйомки, обстеження і вишукування), виявлення змін, а також оцінки:

- стану використання угідь, полів, ділянок;
- процесів, пов'язаних із мінами родючості ґрунтів, заростанні сільськогосподарських угідь, забруднення земель токсичними речовинами;
- стану берегових ліній, річок, морів, озер, водосховищ, гідротехнічних споруд;
- процесів, пов'язаних з утриманням ярів, землетрусами та іншими явищами;

- стану земель населених пунктів, територій, зайнятих нафтогазовими об'єктами, очисними спорудами, а також іншими промисловими об'єктами[8].

2.2 Оцінювання та прогнозування майбутнього стану довкілля

Ефективне регулювання якості довкілля ґрунтується на адекватній інформації про рівень забруднення і зміни стану екосистем під його впливом. Найпоширенішим критерієм оцінювання якості складових природного середовища (атмосферного повітря, прісних і морських вод, ґрунтів) є гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин.

Гранично допустима концентрація (ГДК) забруднюючої речовини — максимальна концентрація речовини в навколишньому середовищі (НС), яка не впливає на організм людини і не зумовлює віддалених мутагенних і канцерогенних наслідків. Уперше рівні ГДК для забруднювачів основних компонентів біосфери були розроблені у 30-ті роки ХХ ст. Порівняно недавно розпочато встановлення ГДК токсичних речовин для ґрунтів. Загальною тенденцією є постійне розширення переліку ГДК шкідливих неорганічних та органічних речовин, сполук.

Відповідно до обґрунтованих значень ГДК оптимальна програма спостережень передбачає відстежування таких забруднюючих речовин:

- в атмосферному повітрі: діоксиду сірки, оксидів азоту, озону, діоксиду вуглецю, пилу, аерозолі, важких металів, пестицидів, бенз(а)пірену;
- в атмосферних опадах: важких металів, ДДТ, бен-з(а)пірену, азоту (загальний вміст), фосфору (загальний вміст), аніонів та катіонів (сульфатів, нітратів, хлоридів, йонів амонію, кальцію та ін.);
- у поверхневих водах: важких металів, пестицидів, бенз(а)пірену, рН, мінералізації, азоту (загальний вміст), фосфору (загальний вміст), нафтопродуктів, фенолів;

- у ґрунтах: важких металів, пестицидів, бенз(а)пірену, азоту (загальний вміст), фосфору (загальний вміст);
- у біоті: важких металів, пестицидів, бенз(а)пірену, азоту і фосфору (загальний вміст).

Одночасно спостерігають за гідрометеорологічними і геофізичними параметрами, необхідними для інтерпретації даних про забруднення природних середовищ, оцінювання біогеологічних циклів і циркуляцій забруднюючих речовин.

Оцінювання змін стану навколишнього природного середовища дає змогу визначити можливі збитки, спричинені природними й антропогенними діями, з'ясувати оптимальні умови людської діяльності, а також додаткові природні можливості, якими може скористатися людина.

Унаслідок антропогенних впливів довкілля може зазнати екологічних, економічних та естетичних збитків. Екологічні збитки визначають на основі аналізу відхилень від допустимого стану екосистеми, угруповання, популяції під впливом певної дії. Економічні збитки з'ясовують, встановлюючи кількість коштів, які необхідні для подолання наслідків негативного впливу. Естетичними збитками є погіршення зовнішнього виду рослин, будівель, пам'яток архітектури.

Допустиме екологічне навантаження не спричиняє негативних наслідків, змін у живих організмах і не погіршує якості природного середовища. На основі встановлення різниці між гранично допустимим і фактичним станом екосистеми, популяції, угруповання з'ясовують їх екологічний резерв.

Екосистемам, популяціям, угрупованням властива екологічна стійкість — здатність тривалий час протистояти впливу шкідливих антропогенних факторів. Завдяки цьому потенціалу вони не відразу піддаються деградації, руйнуванню, вимиранню тощо.

При оцінюванні стану навколишнього середовища використовують такі критерії:

- гранично допустимі концентрації забруднювачів. Цим критерієм послуговуються при оцінюванні допустимої кількості діючої речовини у середовищі;
- гранично допустимі дози (кількість шкідливої речовини, дія якої не викликає згубної дії на організм, екосистему). Аналіз ситуації за цими параметрами дає змогу з'ясувати допустимий ефект дії;
- гранично допустимі викиди речовин в атмосферу, гранично допустимі скиди шкідливих речовин у водні об'єкти. Їх встановлюють для кожного джерела забруднення атмосфери, водного об'єкта з метою оцінювання його інтенсивності;
- гранично допустиме антропогенне навантаження (зумовлене людською діяльністю навантаження на навколишнє природне середовище, тривалий вплив якого не призведе до зміни екосистем). За цим критерієм встановлюють допустиме екологічне навантаження на довкілля.

Прогнозування перспектив розвитку певного явища є однією з функцій системи моніторингу. Усі прогнози мають ймовірнісний характер і ґрунтуються на даних про стан навколишнього природного середовища на певний момент часу і в минулому. Отримують ці дані завдяки дослідженням, спрямованим на виявлення закономірностей природних процесів, поширення, міграції і перетворення у навколишньому середовищі забруднюючих речовин та їх впливу на різні організми.

За масштабом усі прогнози поділяють на глобальні (всесвітні), регіональні (для певних регіонів) та локальні (місцеві).

У системі моніторингу найчастіше використовують такі методи прогнозування:

- експертне оцінювання. Сутність його полягає в отриманні і спеціалізованому обробленні прогнозних оцінок об'єкта через опитування висококваліфікованих фахівців (експертів) у певній сфері науки, техніки, виробництва. Оцінки експертів суттєво підвищують надійність прогнозів, отриманих за допомогою інших методів прогнозування;
- екстраполяція (поширення висновків, отриманих унаслідок спостереження за однією частиною явища, на іншу частину) та інтерполяція (встановлення проміжних значень об'єкта на підставі деяких відомих його значень). Ці методи ефективні при короткостроковому прогнозуванні стосовно об'єкта, який тривалий час розвивався рівномірно без значних відхилень. Ґрунтуються вони на вивченні кількісних і якісних параметрів досліджуваного об'єкта за попередні роки з подальшим логічним продовженням, окресленням тенденцій його розвитку у прогнозованому періоді;
- моделювання. Метод полягає у побудові моделей, які розглядають з урахуванням імовірної або бажаної зміни прогнозованого явища на певний період, користуючись прямими або опосередкованими даними про масштаби та напрями змін. Методи моделювання використовують для складання глобальних, локальних та інших прогнозів. При побудові прогнозних моделей необхідно виявити фактори, від яких суттєво залежить прогноз; з'ясувати їх співвідношення з прогнозованим явищем; розробити алгоритм і програми моделювання змін довкілля під дією певних факторів.

Для прогнозування екологічних наслідків антропогенного забруднення довкілля найчастіше використовують такі моделі:

- модель перенесення і перетворення забруднюючих речовин у навколишньому середовищі (геофізична модель), яка забезпечує

прогнозування зміни стану довкілля з урахуванням процесів міграції, фізичної, хімічної, біологічної трансформації забруднюючих речовин;

- модель зміни стану екосистеми під впливом забруднення (екологічна модель), що сприяє отриманню інформації про стійкість, особливості розвитку екологічної системи, аналізу поведінки екологічних систем і передбаченню їхніх реакцій при внесенні в систему певних змін.

Особливість прогнозування стану довкілля полягає в тому, що в більшості випадків доводиться оперувати ймовірнісними та випадковими складовими розвитку процесів. Це зумовлює необхідність постійного вдосконалення його методології, уточнення інформаційної системи, оптимізації системи спостережень тощо[8].

2.3 Математичне моделювання хімічного забруднення ґрунтів

Основними джерелами хімічного забруднення ґрунтів є хімічні речовини, які використовуються в сільському господарстві (пестициди, отрутохімікати та ін.), атмосферні опади в радіусі дії промислових підприємств (особливо хімічних і металургійних); видобування корисних копалин; теплові і атомні електростанції; мінеральні добрива [10].

Значна частина джерел забруднення ґрунтів справляє локальну дію, але деякі з них діють у регіональному й навіть у глобальному масштабі, особливо в разі забруднення через атмосферні опади або внаслідок використання добрив на значних площах.

Хімічне забруднення ґрунтів відбувається переважно двома шляхами:

- поглинанням верхнім шаром ґрунту викидів промислових джерел в атмосферу;
- безпосереднім внесенням хімічних речовин у вигляді меліорантів, добрив, пестицидів, гербіцидів.

У першому випадку математична модель істотно залежить від структури перенесення забруднень повітряним шляхом, висоти, потужності джерела забруднень і відстані від нього.

2.3.1 Моделювання одновимірного поля забруднення

Припустимо, що взаємодія домішок з поверхнею ґрунту здійснюється за законом(1):

$$\frac{\partial U}{\partial z} = \alpha U + \beta, \quad (1)$$

де допускається можливість проникнення і відкидання домішок. Як вихідне рівняння моделі об'єкта було покладено(2):

$$L(x, y, z) = M_1 \delta(x) \delta(y) \delta(Z - H) + M_2 \delta(x) \delta(y) f(z), \quad (2)$$

де $L(x, y, z)$ — рівняння дифузії в тривимірному просторі; перший доданок характеризує джерело викидів на висоті H (домішки надходять через трубу); другий доданок — неорганізовані викиди заводу.

Функція $f(z)$ може мати різний вигляд. Так, при(3):

$$f(z) = \begin{cases} c & \text{при } 0 \leq z \leq h \\ 0 & \text{при } z > h \end{cases}, \quad (3)$$

припускається лінійність джерела з постійною потужністю викидів c на відрізок $[0; h]$ і нульовою потужністю при $z > h$.

Якщо(4):

$$f(z) = \begin{cases} a_0 z^2 + a_1 z + a_2 & \text{при } z \leq h \\ 0 & \text{при } z > h \end{cases}, \quad (4)$$

потужність джерела домішок (терикона, заводу) розподілена за параболою. Коефіцієнти рівнянь (1) і (2) — випадкові функції метеофакторів, тому, беручи суму цих рівнянь з певними ваговими коефіцієнтами M_i , вибраними пропорційно часу дії метеорологічних умов i -го типу, «усереднені» рівняння

також дістанемо у вигляді (1) або (2). При переході в рівнянні (1) до скінченної різницевої форми(5):

$$U_{z+1} = aU_z + b \quad (5)$$

маємо, що концентрація речовини, поглинена снігом, пропорційна наземній концентрації. Застосовуючи далі метод прямих до рівняння (2) для розрахунку забруднення за одновимірним профілем, дістанемо рівняння (6):

$$\frac{\partial}{\partial x} k_x \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial x} + \alpha U(x) + f(x) = 0. \quad (6)$$

Для оцінки сумарного впливу джерела з метою визначення кількості домішок, що випадають на землю або на водну поверхню, застосовуються планшети з липкою або водною поверхнею[10].

2.3.2 Моделювання динаміки забруднення ґрунтів пестицидами

Одним із найважливіших підходів до визначення та інтегральної оцінки впливу пестицидів на здоров'я населення є вивчення динаміки їх поширення і трансформації в різних середовищах, у тому числі в ґрунтах[10]. Теоретичною моделлю розчинення, перенесення, поглинання і розпаду пестицидів у ґрунтах у разі одновимірного руху розчину в пористому середовищі є рівняння дифузії(7):

$$m_0 \frac{\partial U}{\partial t} = D \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} - V \frac{\partial U}{\partial x} - \frac{\partial b}{\partial t} - \alpha U + f(x), \quad (7)$$

де $D = D_M + \lambda|V|$ — дифузійна складова; α — коефіцієнт швидкості розпаду пестициду; U — концентрація пестициду в розчині; V — швидкість фільтрації; $\frac{\partial b}{\partial t}$ — швидкість розчинення пестициду у воді; $f(x)$ — функція поглинання пестициду кореневою системою.

Для квазістаціонарного випадку, коли V не залежить від x і $m_0 = \text{const}$, швидкість фільтрації розраховується за формулою(8):

$$\frac{\partial V}{\partial x} = \mu \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} \quad (8)$$

Кінетику процесу розчинення і розпаду можна описати рівнянням першого порядку(9):

$$\frac{\partial b}{\partial t} = v(U_m - U) - kb, \quad (9)$$

де k_1, v — константи розпаду в твердій фазі (в сухих ґрунтах); U_m — концентрація насичення; b — концентрація пестициду в твердій фазі ґрунтів.

2.3.3 Точкові моделі

На сьогодні часто обмежуються розглядом «точкових» моделей, хоч таке спрощення може бути вкрай небезпечним: усереднюючи поведінку пестициду в просторі, тим самим не враховують можливість нагромадження його в окремих точках простору вище за норми гранично допустимих концентрацій (ГДК)[10]. Виходячи з механізму явищ, оснований на тому, що процес розпаду речовини в ґрунтах здійснюється пропорційно поточній концентрації цієї речовини, а весь комплекс факторів, що діє на зміну концентрації пестицидів і радіонуклідів у часі, виражається через усереднений коефіцієнт k , кінетику розпаду пестицидів можна описати рівнянням(10):

$$\frac{dU(t)}{dt} = -kU(t), \quad (10)$$

розв'язок якого має вигляд(11):

$$U(t) = U_0 e^{-kt} \quad (11)$$

де $U(t)$ — кількість пестициду на момент часу t ; U_0 — початкова концентрація пестициду; k — константа швидкості реакції розпаду пестициду; t — час. Основним параметром хімічної кінетики є швидкість її реакцій, що обчислюється як (12):

$$k = \frac{2,303}{t} \lg \frac{U_0}{U(t)}. \quad (12)$$

Час деструкції пестициду характеризується періодом напіврозпаду.

Означення 2.1. Період напіврозпаду $T_{1/2}$ — це проміжок часу, протягом якого початкова концентрація речовини зменшується вдвоє. Знаючи k , період напіврозпаду обчислюється за формулою(13):

$$T_{1/2} = 0,693/k \quad (13)$$

Означення 2.2. Час розпаду до безпечних концентрацій — це проміжок часу, протягом якого початкова концентрація речовини зменшується до рівня ГДК, тобто $U(t) = U(\text{ГДК})$. З рівняння (11) випливає, що час розпаду пестициду(14):

$$t_p = \frac{(\lg U_0 - \lg U(t)) \times 2,303}{k}. \quad (14)$$

2.4 Моделювання та прогнозування процесів забруднення у ґрунтах за МГУА

Як правило, поширеними є такі задачі моделювання та прогнозування процесів забруднення у ґрунтах[6]:

- моделювання хімічного забруднення ґрунтів важкими металами та іншими забруднюючими речовинами з промислових майданчиків та шламонагромаджувачів;
- моделювання хімічного забруднення ґрунтів органічними та неорганічними сполуками на полігонах з твердими побутовими відходами, у разі можливого пошкодження ізоляції цих полігонів. Додатковою

задачею є прогнозування ймовірності потрапляння цих забруднень у підземні та поверхневі води;

- поширення забруднюючих речовин у ґрунтах разом із потоком води (в цій задачі важливим є вологонасиченість ґрунтів: чим вона більша, тим інтенсивність проникнення забруднюючих речовин у ґрунт більша; існують окремі моделі для вологонасичених та вологоненасичених ґрунтів) — як правило, моделювання здійснюється на основі закону ламінарної фільтрації Дарсі: «Швидкість руху води у ґрунті прямо пропорційна гідравлічному градієнту»;
- моделювання та прогнозування перенесення і випадання на ґрунт забруднюючих речовин в атмосферному повітрі від стаціонарних та пересувних джерел викидів;
- моделювання забруднення ґрунтів пестицидами на полях сільськогосподарського призначення. Додатковою задачею є прогнозування ймовірності потрапляння цих забруднень у підземні та поверхневі води;
- моделювання поширення у ґрунті радіонуклідів. Моделювання та прогнозування стану довкілля;
- моделювання меліоративних процесів у ґрунтах — моделювання та оптимізації параметрів технологій поливу сільськогосподарських угідь дощуванням та ін.

Оскільки даних екологічного моніторингу стану ґрунтів в Україні, як правило, недостатньо для ідентифікації складних математичних моделей, найбільше поширення отримали моделі, побудовані за методом групового урахування аргументів (МГУА). У цьому методі для заданого набору експериментальних даних перебирається велика кількість різних математичних моделей, які могли б описати цей набір даних. Він є особливо ефективним, за

умови великої кількості параметрів, недостатності вивчення об'єкта і зв'язків між його параметрами та недостатності експериментальних даних для ідентифікації математичних моделей.

За МГУА здійснюється рекурсивний селективний відбір моделей, на основі яких будуються складніші моделі. За рахунок ускладнення моделі на кожному наступному кроці рекурсії точність моделювання, тобто апроксимації заданих експериментальних даних, збільшується [7]. Через його ефективність саме за умов малої кількості експериментальних даних, МГУА отримав велике поширення в задачах моделювання та прогнозування саме стану забруднення ґрунтів (також, ще чимало є математичних моделей для розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері від стаціонарних та пересувних джерел викидів та ін.)[6].

У роботі наведено такі математичні моделі процесів хімічного забруднення ґрунтів важкими металами у поверхневому шарі (на глибину до 20 см) на відстані r (км) меншій 0,5 км від місця потрапляння забруднюючої речовини у ґрунт:

– для міді(15):

$$y_1 = 0,004r^2 + 2\frac{x_0r}{100} + x_0 - 0,8, \quad (15)$$

– для цинку(16):

$$y_2 = 0,01r^2 + 0,6r + 0,9x_0, \quad (16)$$

– для хрому(17):

$$y_3 = 0,02r^2 + 1,2r + 0,9x_0, \quad (17)$$

– для нікелю(18):

$$y_4 = 0,02r^2 + \frac{x_0r}{100} + 0,9x_0, \quad (18)$$

де x_0 – початкове значення концентрації відповідного хімічного елемента у ґрунті, мг/кг.

РОЗДІЛ III. АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТА ВИКОРИСТАННЯ ПОСІВНИХ ПЛОЩ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА «ПЕРЕМОГА»

3.1 Обґрунтування вибору програмних засобів для виконання досліджень

Для виконання усіх необхідних аналітичних досліджень було використано наступний комплекс програмних засобів:

- середовище функціонального моделювання – ERWin Process Modeler 7.3.3.1773;
- середовище проектування БД – MySQL Workbench 8.0 CE;
- СУБД – MySQL;
- аналітичні платформи – Microsoft Power BI та RapidMiner Studio Educational.

Використання перелічених технологій зумовлено їх доступністю та широким функціоналом, який покриває потреби необхідних досліджень.

Використовуючи середовище функціонального моделювання ERWin Process Modeler 7.3.3.1773 було розроблено функціональну модель діяльності ПСП «Перемога» щодо регулювання впливу на навколишнє середовище AS-IS, виявлено слабкі місця у процесі в цілому, які потребують доопрацювання.

Середовище проектування БД MySQL Workbench 8.0 CE було використано для проектування моделі бази даних Peremoga_monitoring, необхідної для зберігання статистичної інформації по використанню посівних площ підприємством починаючи з 2005-го року. Було сформовано таблиці, створено поля таблиць та задано їх типи, визначено зв'язки між таблицями, задано правила збереження цілісності даних.

На основі побудованої моделі БД було згенеровано безпосередньо базу даних Peremoga_monitoring, яка розміщена на MySQL- сервері. Дана база даних використовується як джерело даних для аналітичних додатків.

Середовища Microsoft Power BI та RapidMiner Studio Educational були використані для здійснення статистичного аналізу масиву даних, їх візуалізації, пошуку залежностей між даними та побудови прогнозу на майбутні періоди.

3.2 Моделювання бази даних

Структурна схема моделі бази даних Peremoga_monitoring представлена на Рис.4.

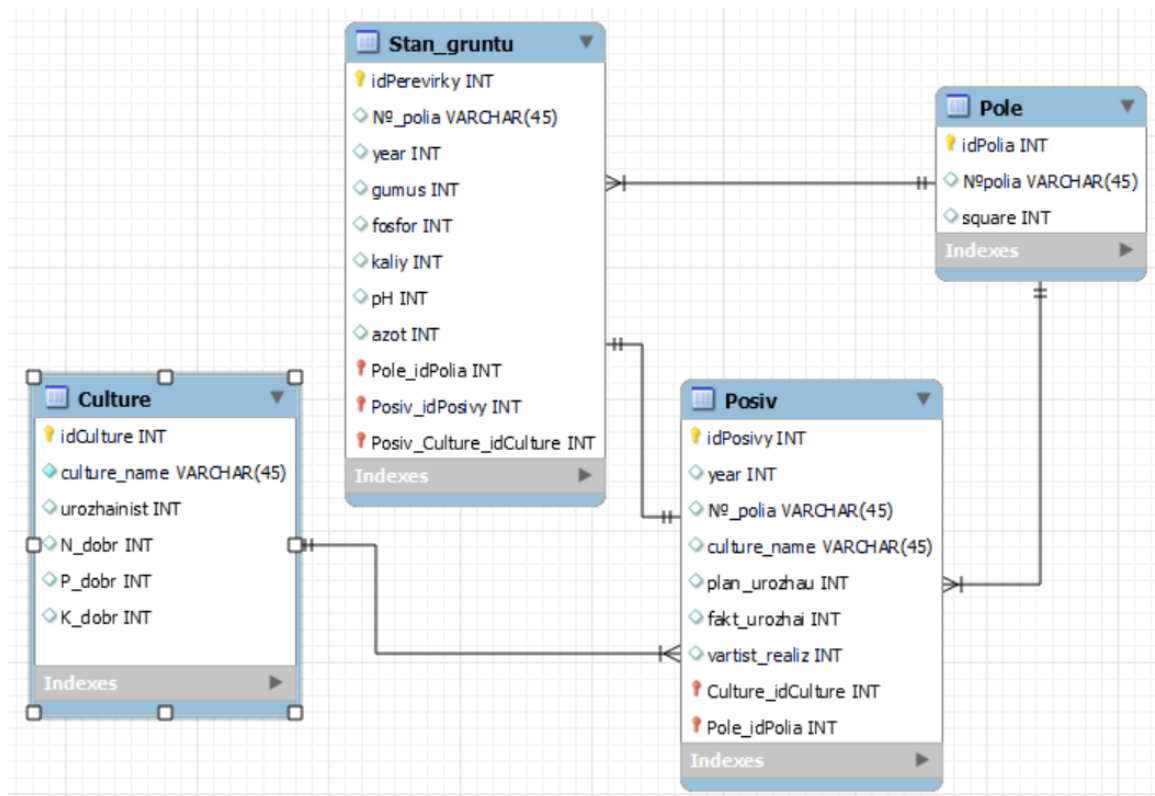


Рис. 4 Структурна схема моделі бази даних Peremoga_monitoring

БД складається з чотирьох таблиць:

- Culture – містить дані про культури, які вирощуються на посівних площах підприємства, їх планову урожайність та необхідну кількість добрив;
- Pole – містить дані про поля, які перебувають в обробітку підприємства та їх площі;
- Stan_gruntu – містить дані про щорічні перевірки ґрунтів за основними показниками родючості;

- Posiv – містить дані про те, які культури вирощувались на кожному полі впродовж останніх 17-ти років і які прибутки отримало підприємство від їх продажу.

Таблиця Culture містить наступні поля:

- idCulture(INT) – ключове поле;
- culture_name(VARCHAR(45)) – назва вирощуваної культури;
- urozhainist(INT) – прогнозована урожайність, т/га;
- N_dobr(INT) – необхідна кількість нітратних добрив, кг/га;
- P_dobr(INT) - необхідна кількість фосфатних добрив, кг/га;
- K_dobr(INT) - необхідна кількість калійних добрив, кг/га.

Таблиця Pole містить наступні поля:

- idPolia(INT) – ключове поле;
- №polia(VARCHAR(45)) – номер поля, відповідно до схеми розподілу полів на території Соломіївської громади;
- Square(INT) – площа поля, га.

Таблиця Stan_gruntu містить наступні поля:

- idPerevirky(INT) – ключове поле;
- №polia(VARCHAR(45)) - номер поля, відповідно до схеми розподілу полів на території Соломіївської громади;
- year(INT) – рік, в якому проводилась перевірка агрохімічного стану ґрунту;
- gumus(INT) – вміст гумусу, %;
- fosfor(INT) – вміст рухомого фосфору, мг/100гр ґрунту;
- kaliy(INT) – вміст обмінного калію, мг/100гр ґрунту;
- pH(INT) – рН сольове;
- azot(INT) – вміст азоту, мг/100гр ґрунту.

Таблиця Posiv містить наступні поля:

- idPosivy(INT) – ключове поле;
- year(INT) – рік посіву;
- №polia(VARCHAR(45)) – номер поля, відповідно до схеми розподілу полів на території Соломіївської громади;

- culture_name(VARCHAR(45)) – назва вирощуваної культури;
- plan_urozhau(INT) – розрахунковий урожай, т;
- fakt_urozhai(INT) – зібраний урожай, т;
- vartist_realiz(INT) – сума, яку отримало підприємство за продане зерно, грн.

3.4 Реалізація аналітичних досліджень та отримані результати

3.4.1 Підключення до бази даних

Вище описану модель бази даних було імпортовано на сервер MySQL (Рис.5) та використано для генерації бази даних (Рис.6).

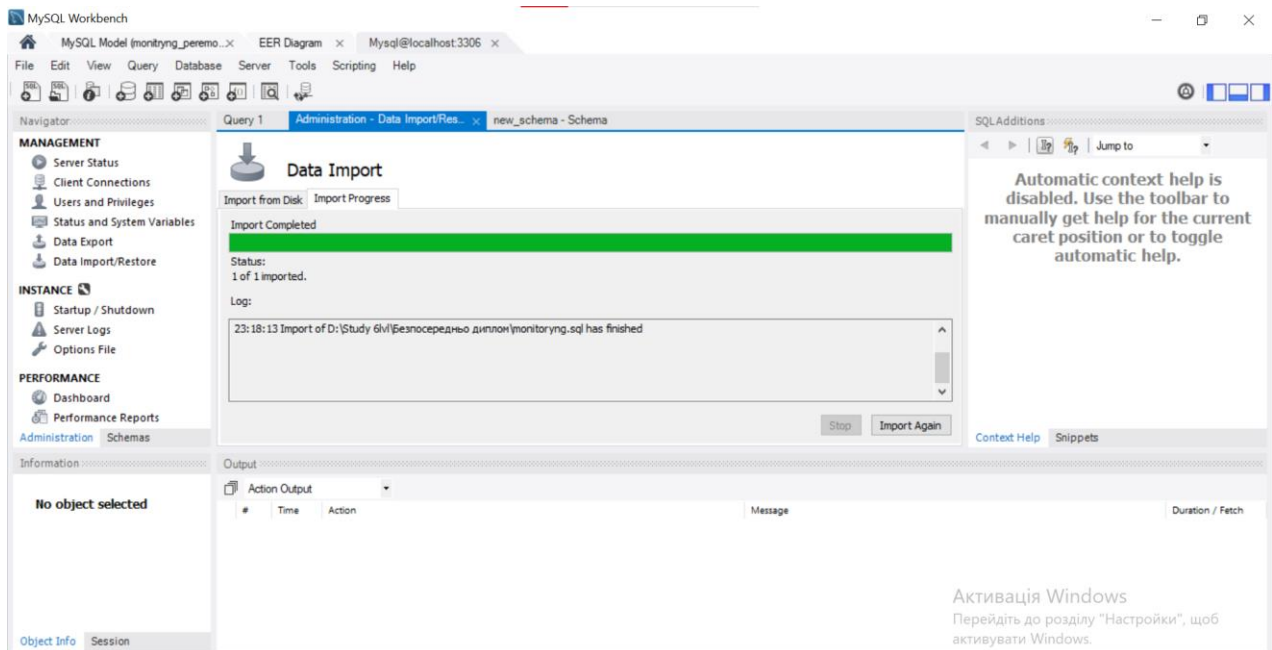


Рис. 5 Імпорт спроектованої моделі БД Pereмога_monitoring на сервер MySQL

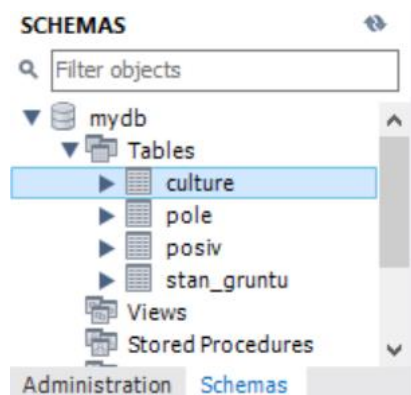


Рис. 6 Згенерована БД

Вміст таблиць БД відображено у ДОДАТКУ Б на рисунках Б.1-2.

Створена БД використовується як джерело даних для аналітичних додатків Microsoft Power BI та RapidMiner Studio Educational.

Результат підключення БД до аналітичної платформи Microsoft Power BI відображено на Рис.7.

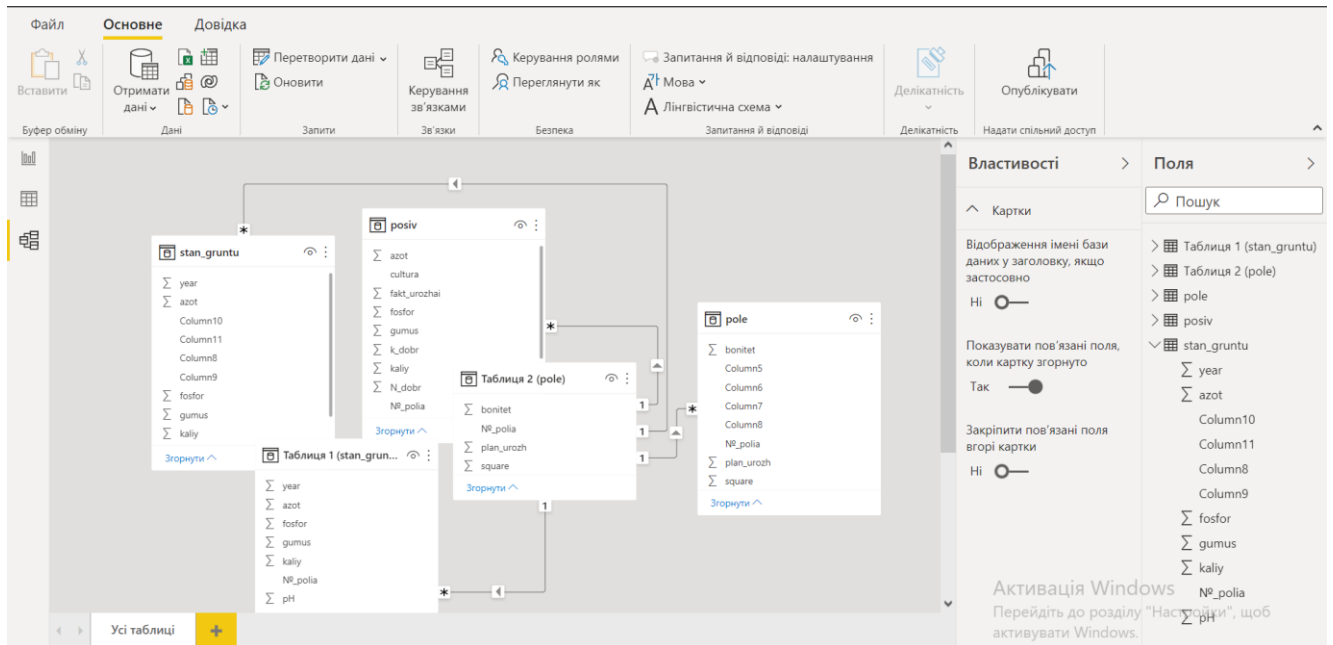


Рис. 7 Схема вивантажених даних з БД, що використовуватимуться для проведення аналітичних досліджень

Представлення вмісту завантаженої БД Peremoga_monitoring у середовищі RapidMiner Studio подано у ДОДАТКУ Б на рисунку Б.5.

3.4.2 Аналіз екологічного стану посівних площ

Засобами Microsoft Power BI було візуалізовано стан основних агрохімічних показників якості посівних площ - вміст гумусу, рухомого фосфору, обмінного калію, азоту та рН сольове з 2005 по 2021 роки (Рис.8).

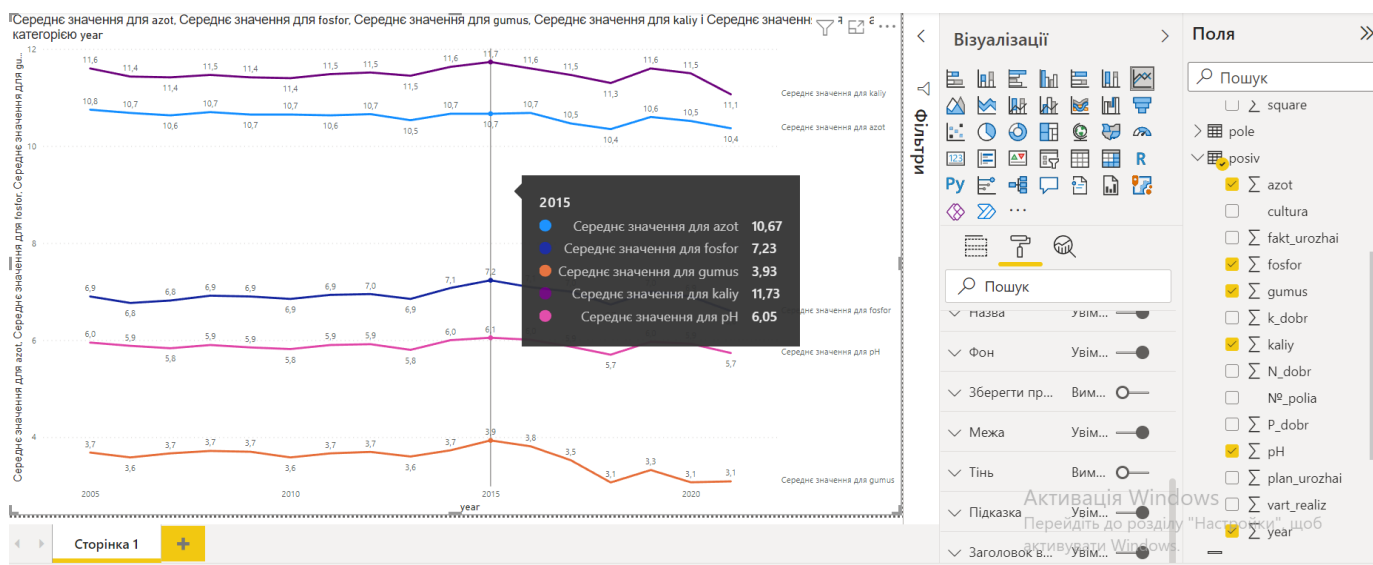


Рис.8 Середні значення агрохімічних показників якості ґрунтів за 17 років

Усі вони перебувають в межах норми, проте за останні два роки помітна тенденція до спаду, яка в подальшому може призвести до зниження родючості посівних площ.

Також можна відслідкувати, як змінюються ці показники, в залежності від вирощуваної культури. Дану візуалізацію було реалізовано засобами середовища RapidMiner Studio і представлено у ДОДАТКУ Б, на рисунках Б.6-15.

Оптимальний вміст гумусу для зони Лісостепу складає від 2,0 до 4,3%. Найвищий вміст гумусу на досліджених посівних площах було зафіксовано після вирощування кукурудзи у 2007 році – 4,5% (ДОДАТОК Б, Рис.Б.6); найнижчий – 2,6% після вирощування озимої пшениці у 2021 році (ДОДАТОК Б, Рис.Б.7). Вміст гумусу можна вважати достатнім.

Результати прогнозування середнього вмісту гумусу на наступну сівозміну (4 роки) показують прийнятні значення для ведення ефективного господарювання - 2,61-3,58% (Рис.9).

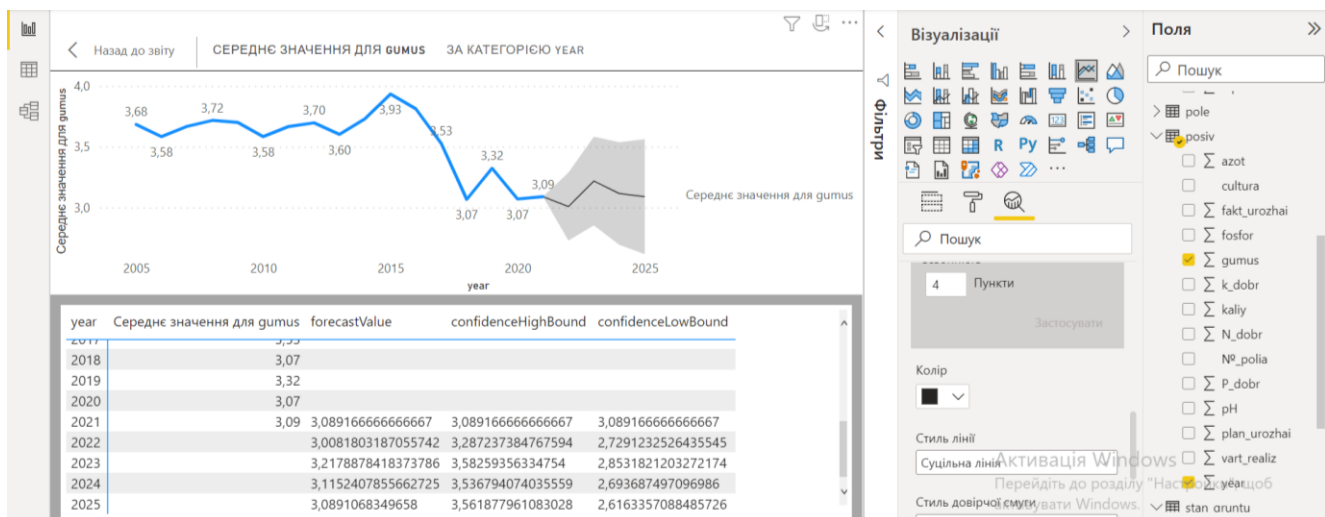


Рис. 9 Прогнозування середнього вмісту гумусу на 2022-2025 роки

Оптимальний вміст обмінного калію за Чириковим повинен бути не менше 4,1 мг/100 грам ґрунту. Найвищий вміст обмінного калію на досліджених посівних площах було зафіксовано після вирощування соняшнику у 2007 році – 13,8 мг/100 грам ґрунту (ДОДАТОК Б, Рис.Б.8); найнижчий – 8,7 мг/100 грам ґрунту після вирощування озимої пшениці у 2021 році (ДОДАТОК Б, Рис.Б.9). Дані значення свідчать про високий вміст обмінного калію в обох випадках.

Результати прогнозування середнього вмісту обмінного калію на наступну сівозміну (4 роки) показують прийнятні значення для ведення ефективного господарювання - 10,68-11,65 мг/100 грам ґрунту (Рис.10).

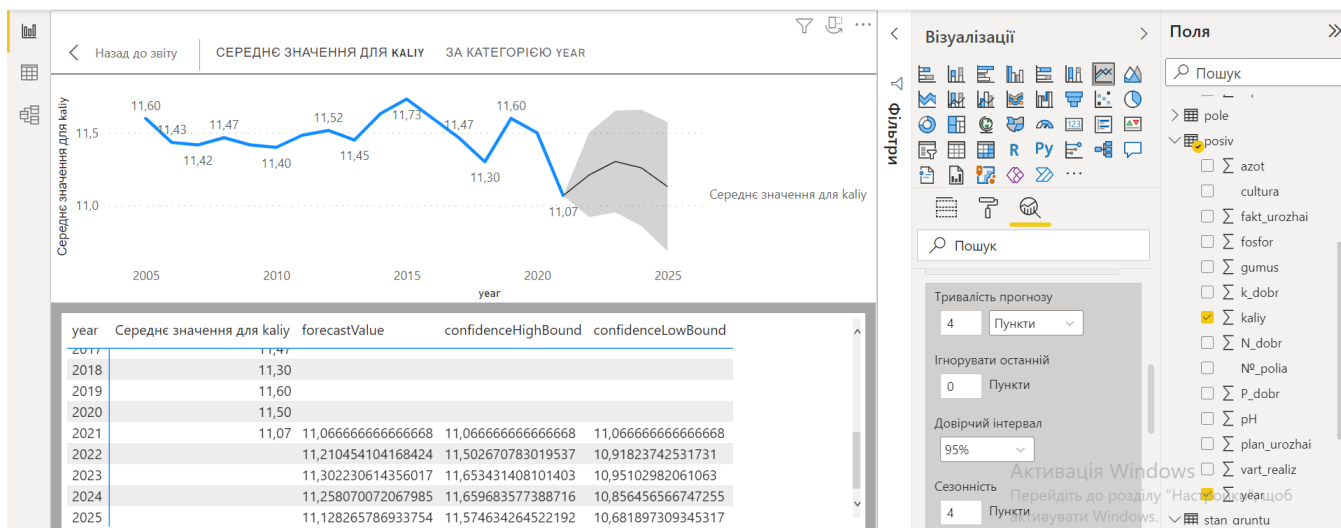


Рис. 10 Прогнозування середнього вмісту обмінного калію на 2022-2025 роки

Оптимальний вміст рН сольового варіюється від 5 до 8. Найвищий показник було зафіксовано після вирощування ріпаку у 2011 році – 6,5 (ДОДАТОК Б, Рис.Б.10); найнижчий - 5 після вирощування кукурудзи у 2018 році (ДОДАТОК Б, Рис.Б.11). Обидва значення свідчать про нейтральний рівень рН сольового.

Результати прогнозування середнього значення рН сольового на наступну сівзміну (4 роки) показують прийнятні показники для ведення ефективного господарювання - 5,63-6,1 (Рис.11).

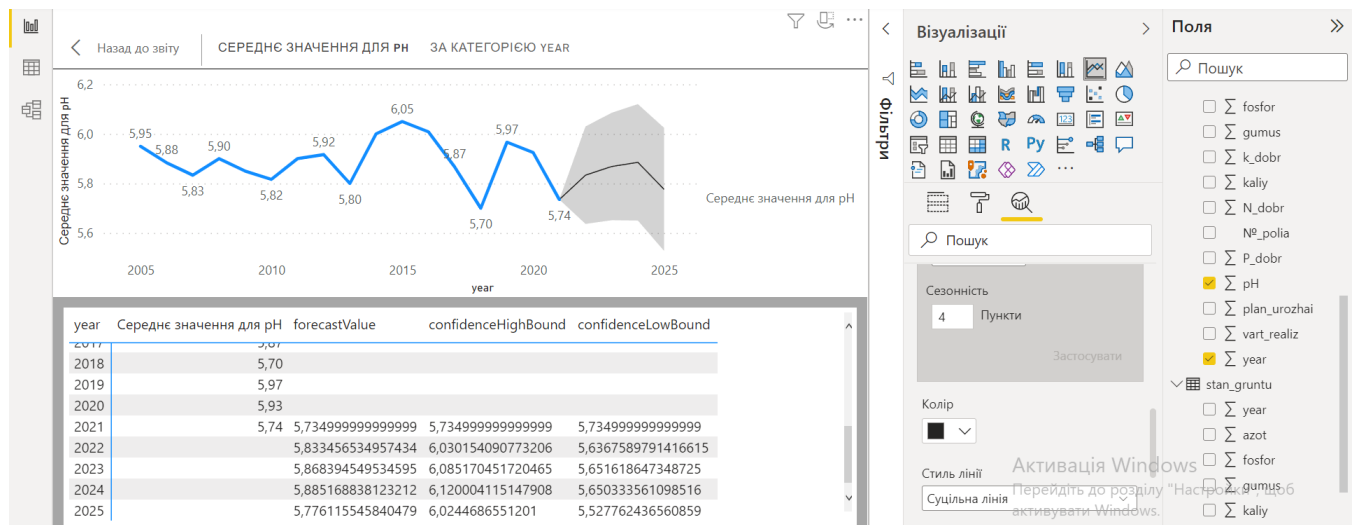


Рис. 11 Прогнозування середнього значення рН сольового на 2022-2025 роки

Оптимальний вміст азоту починається від 15 мг/100 грам ґрунту. Найвищий показник було зафіксовано після вирощування кукурудзи у 2005 році – 11,5 мг/100 грам ґрунту (ДОДАТОК Б, Рис.Б.12); найнижчий – 9,1 мг/100 грам ґрунту після вирощування кукурудзи у 2011 році (ДОДАТОК Б, Рис.Б.13). Дані показники свідчать про низький ступінь забезпеченості ґрунтів азотом.

Результати прогнозування середнього значення вмісту азоту на наступну сівзміну (4 роки) показують дещо низькі значення для ведення ефективного господарювання - 10,19-10,63 мг/100 грам ґрунту (Рис.12).

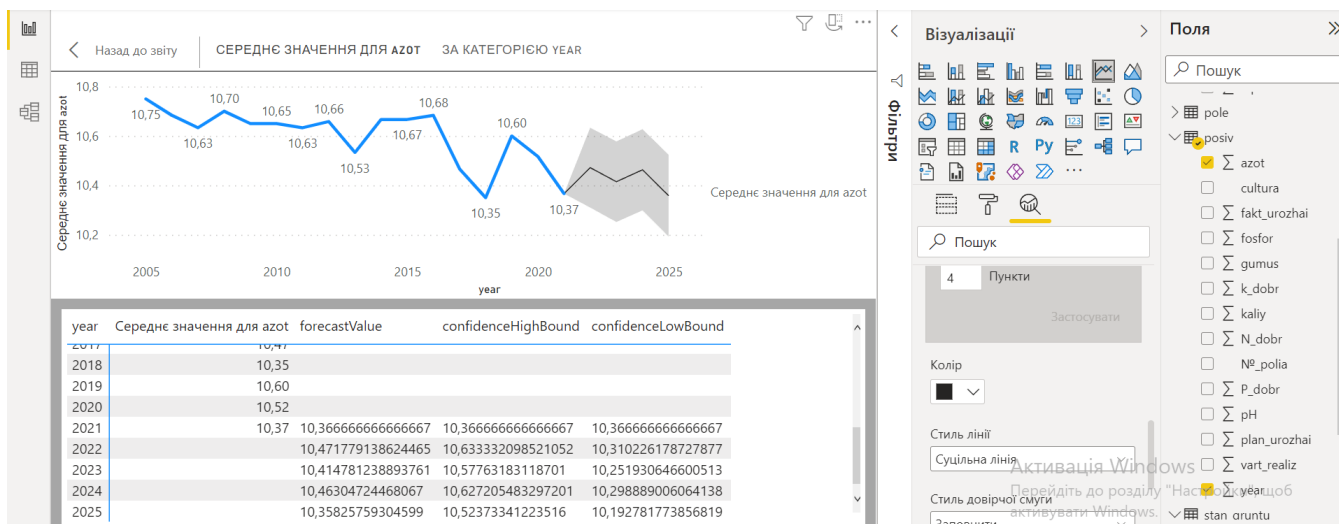


Рис. 12 Прогнозування середнього вмісту азоту на 2022-2025 роки

Оптимальний вміст рухомого фосфору варіюється від 5,1 до 10 мг/100 грам ґрунту. Найвищий показник було зафіксовано після вирощування ріпака у 2021 році – 10,4 мг/100 грам ґрунту (ДОДАТОК Б, Рис.Б.14); найнижчий – 2,4 мг/100 грам ґрунту після вирощування пшениці озимої у 2021 році (ДОДАТОК Б, Рис.Б.15). Другий показник є критичним та вказує на необхідність урегулювання вмісту рухомого фосфору.

Результати прогнозування середнього вмісту рухомого фосфору на наступну сівозміну (4 роки) показують нормальні значення для ведення ефективного господарювання - 6,23-7,11 мг/100 грам ґрунту (Рис.13).

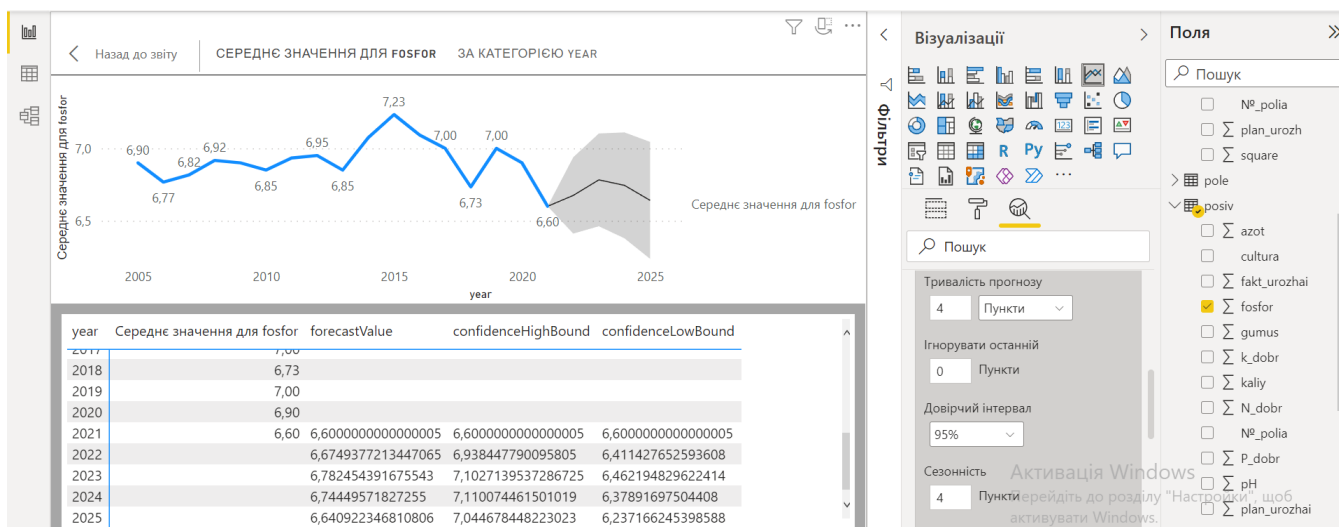


Рис. 13 Прогнозування середнього вмісту рухомого фосфору на 2022-2025 роки

Також було досліджено питання урожайності полів. Нижче наведено графік відношення запланованого урожаю у тонах до фактичного за останні 17 років (Рис.14).

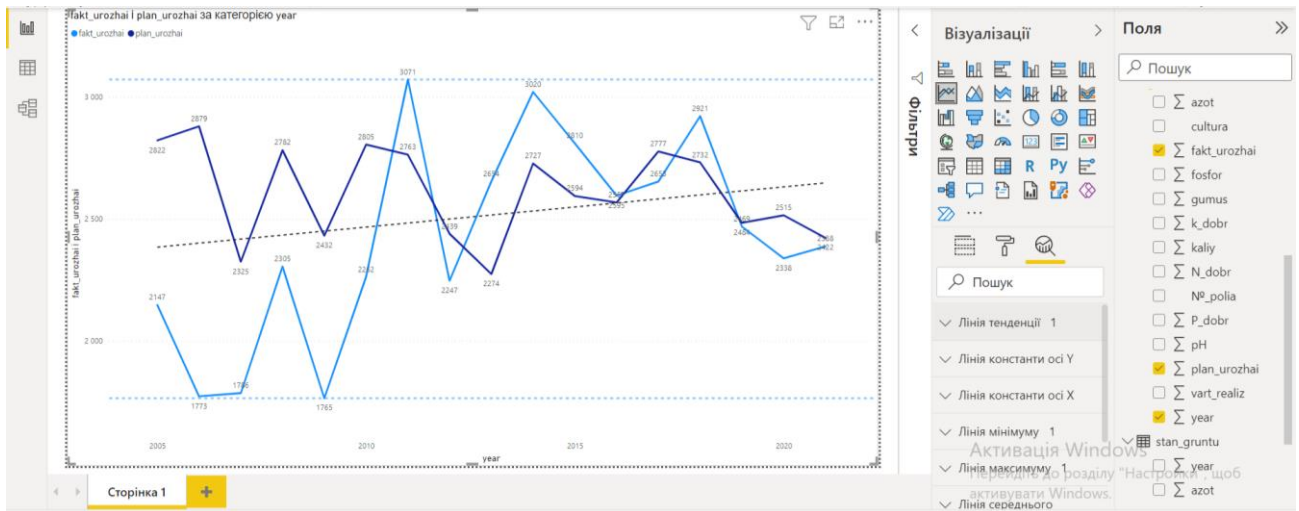


Рис. 14 Графік відношення запланованого та фактичного урожаю по роках
 Проаналізувавши дані ми бачимо високу розбіжність фактичного урожаю та планового - 4661 т недовиконання збору та лише 1414 т перевиконання, що вказує на недоотримання 3247 тон зерна в загальному:

- 2005 – розбіжність -675 тон;
- 2006 – розбіжність -1106 тон;
- 2007 – розбіжність -539 тон;
- 2008 – розбіжність -477 тон;
- 2009 – розбіжність -667 тон;
- 2010 – розбіжність -543 тон;
- 2011 – розбіжність +308 тон;
- 2012 – розбіжність -192 тон;
- 2013 – розбіжність +380 тон;
- 2014 – розбіжність +293 тон;
- 2015 – розбіжність +216 тон;
- 2016 – розбіжність +28 тон;

- 2017 – розбіжність -124 тон;
- 2018 – розбіжність +189 тон;
- 2019 – розбіжність -15 тон;
- 2020 – розбіжність -177 тон;
- 2021 – розбіжність -146 тон.

Фактично зібраний урожай на кожному з полів наведено на Рис.15. Для I поля він складає 12,7 тисяч тон, для II – 7,2 тисячі тон, для III – 4,9 тисяч тон, для VI – 7 тисяч тон, для VII – 4,1 тисячі тон і для VIII – 5,3 тисячі тон.

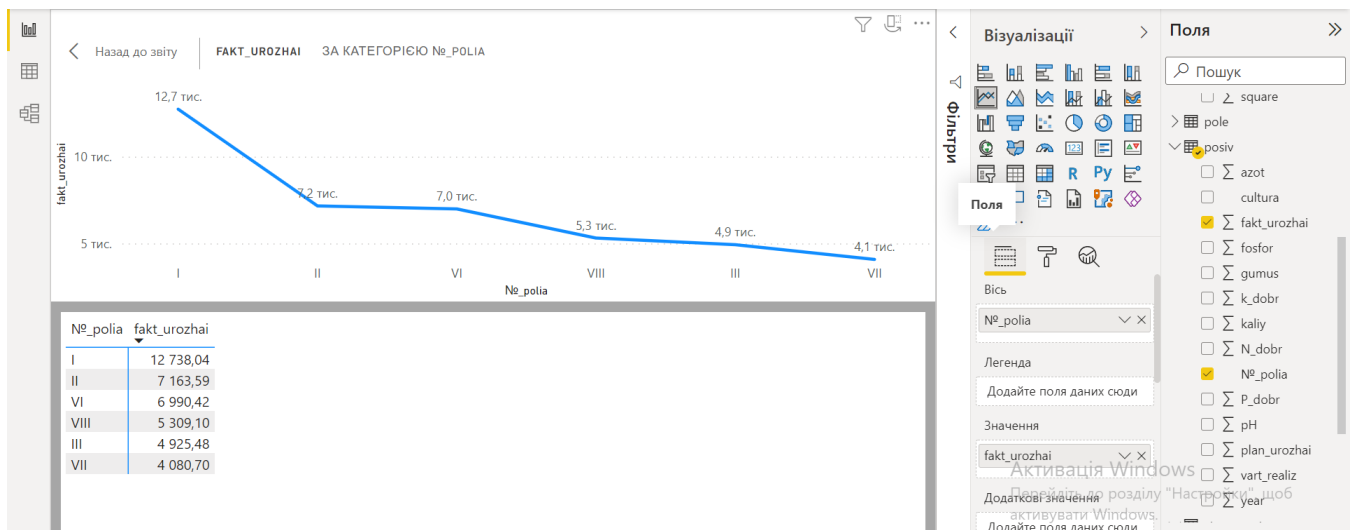


Рис. 15 Фактично зібраний урожай по полях

Далі досліджено середню урожайність кожної культури на полях, де вона вирощувалась.

Середня урожайність соняшника (Рис.16) досягає найбільших значень на III та VII полях – по 6,5 тон/га, а найменшого на I полі – 1,9 тон/га. Дані по врожайності соняшника на VI полі відсутні, так як на ньому культура жодного разу не вирощувалась.



Рис. 16 Середня урожайність соняшника по полях

Середня урожайність кукурудзи (Рис.17) досягає найбільшого значення на VII полі – 6,6 тон/га, а найменшого на I полі – 2,1 тон/га.



Рис.17 Середня урожайність кукурудзи по полях

Середня урожайність ячменю (Рис.18) досягає найбільшого значення на VII полі – 6,2 тон/га, а найменшого значення на I та II полі – по 3,7 тон/га.



Рис. 18 Середня урожайність ячменю по полях

Середня урожайність ріпаку (Рис.19) досягає найбільшого значення на III полі – 6,3 тон/га, а найменшого значення на I полі – 1,9 тон/га.

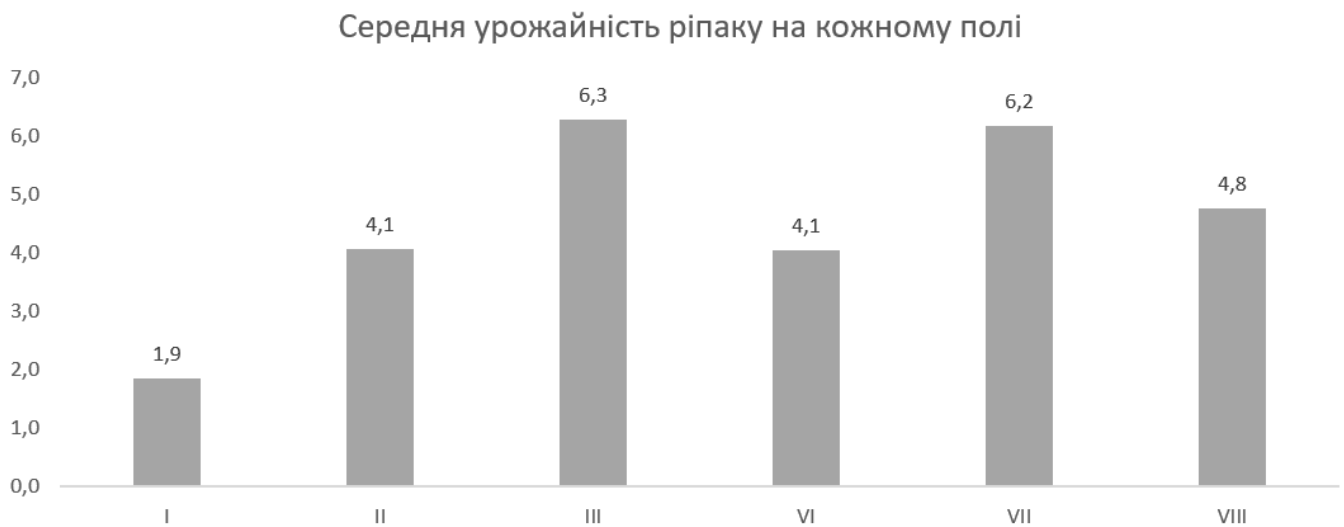


Рис. 19 Середня урожайність ріпаку по полях

Середня урожайність пшениці (Рис.20) досягає найбільшого значення на VII полі – 6,5 тон/га, а найменшого значення на I полі – 2,1 тон/га.



Рис. 20 Середня урожайність пшениці по полях

При побудові прогнозу урожайності на наступні 4 роки було отримано наступні значення(Рис.21):

- 2022 – 2612,86 тон;
- 2023 – 2709,42 тони;
- 2024 – 2438,16 тон;
- 2025 – 2345,72 тон.

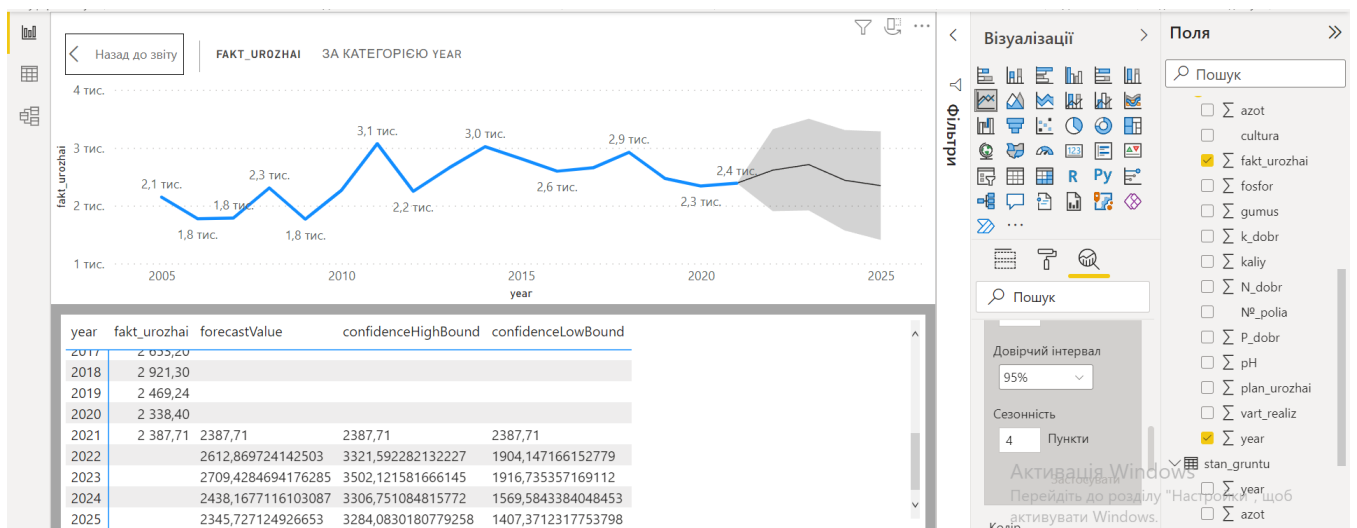


Рис.21 Прогноз урожайності на 2022-2025 роки

Прибуток від реалізації кожної з культур по роках наведений на Рис. 22.

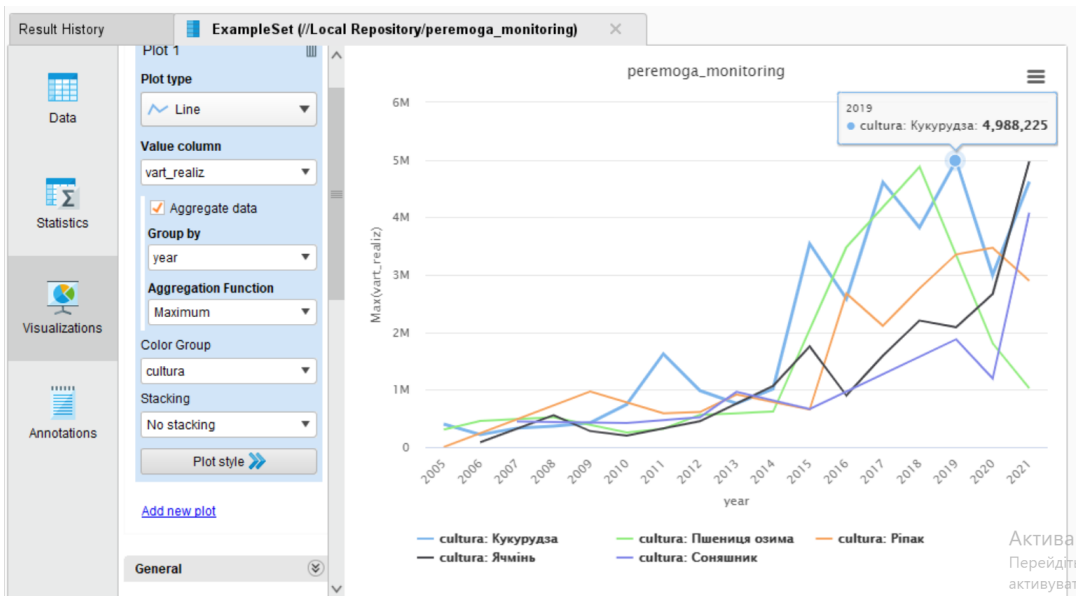


Рис. 22 Прибуток від реалізації зерна по роках

Відповідно до спрогнозованої урожайності, прибутки підприємства у наступні 4 роки становитимуть (Рис. 23):

- 2022 – 20167318,41 грн;
- 2023 – 23531872,25 грн;
- 2024 – 23435625,24 грн;
- 2025 – 23912874,20 грн.

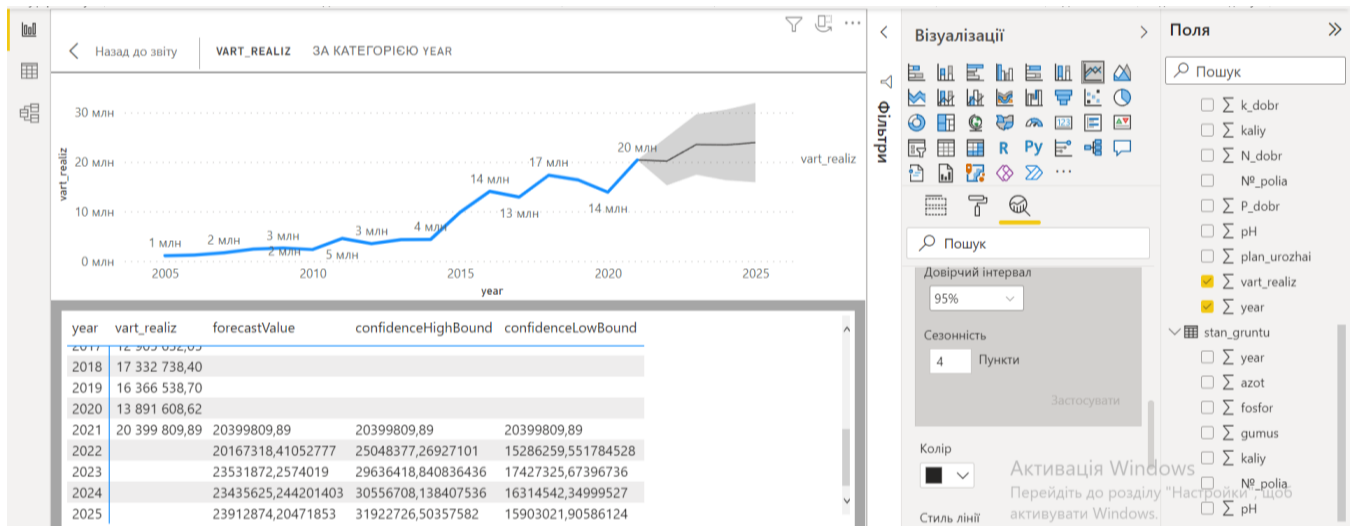


Рис. 23 Прогнозування прибутків від реалізації зерна на 2022-2025 роки

3.5 Очікуваний економічний ефект від впровадження розробки

Техніко-економічний ефект від впровадження інформаційної системи є співвідношенням витрат на розробку системи та прибутків від її впровадження.

Витрати на розробку системи складаються з таких компонентів, як витрати на розробку ПЗ, витрати на придбання і установку комп'ютерів, витрати на підготовку приміщення та витрати на навчання персоналу.

Джерелами прибутку від впровадження можуть виступати такі фактори, як зменшення кількості працюючих у відповідних підрозділах, можливість обробляти більшу кількість інформації, зменшення кількості браку (помилки) і т.д.

Спершу визначаємо розмір оплати праці. Для цього необхідно обрати категорію новизни розроблюваних задач:

А - Розробка комплексу задач, що передбачають використання принципово нових методів розробки, проведення науково-дослідних робіт;

Б - Розробка типових проектних рішень, оригінальних задач і систем, що не мають аналогів;

В - Розробка проекту з використанням типових проектних рішень за умови їх змін; розробка проектів, що мають аналогічні рішення;

Г - Прив'язка типових проектних рішень.

В даній дипломній роботі були застосована категорія В.

Наступним етапом йде визначення групи складності алгоритму:

1 - Алгоритми оптимізації і моделювання систем та об'єктів;

2 - Алгоритми обліку, звітності, статистики пошуку;

3 - Алгоритми, що реалізують стандартні методи рішень і не передбачають використання складних чисельних і логічних методів.

Для даної роботи була визначена складність 1 рівня.

Визначимо, скільки годин потрібно приділяти процесу в залежності від новизни розробки задач в Таблиці 4.

Таблиця 4. Визначення витрат часу

Ступінь новизни/Вид системи	Стадія розробки системи	
	Ескізний проект, Т1	Технічне завдання, Т2
Розробка комплексу задач, що передбачають проведення науково-дослідних робіт	В	В
Статистичні дослідження та аналітика	46	15

Оплата працівникам розраховується за такою формулою(19):

$$V = Ч*М*ЗП \quad (19)$$

Ч – число виконавців проекту;

М – кількість місяців розробки;

ЗП – місячна ЗП.

В такому випадку (20):

$$V = 1 * 2 * 8000 = 16\ 000 \text{ грн} \quad (20)$$

Розрахунок витрат, пов'язаних з розробкою програми на ПК

Дійсний річний фонд роботи ПК(21):

$$T(PC) = 2000 - (6*8+5*12) = 1892 \text{ год.} \quad (21)$$

Розрахунок витрат на придбання і установку ПК

Балансова вартість ПК розраховується за такою формулою (22):

$$Ц(PC) = Цр * (1 + K_{ун}) = 10\ 000 * (1 + 0.25) = 12\ 500 \text{ грн} \quad (22)$$

Цр – ринкова ціна ПК;

Кун – коефіцієнт витрат на установку і налагодження ПК.

Амортизаційні відрахування використання ПК обчислюються за такою формулою (23):

$$Z(A) = Ц(PC) / На = 12500 / 4 = 3125 \text{ грн}, \quad (23)$$

На – норма амортизаційних відрахувань.

Витрати на електроенергію (24):

$$Z(E) = P(PC) * T'(PC) * C(e) * A = 0.4 * 31 * 1.8 * 0.68 = 15 \text{ грн}, \quad (24)$$

P(PC) – потужність ПК;

C(e) – вартість 1 кВт електроенергії – 1.8 ₴/кВт;

A – коефіцієнт інтенсивного використання.

Витрати на поточний ремонт (25):

$$Z(R) = 12500 * 0.07 = 875 \text{ грн} \quad (25)$$

Непрямі витрати (26):

$$Z(M) = 12500 * 0.04 = 500 \text{ грн} \quad (26)$$

Таким чином поточні витрати на експлуатацію становлять (27):

$$V' = Z(O) + Z(A) + Z(E) + Z(R) + Z(M) = 7500 + 3125 + 15 + 875 + 500 = 12\ 015 \text{ грн} \quad (27)$$

Загальні витрати на розробку програмного забезпечення становлять (28):

$$V1 = V + V' = 16\ 000 + 12\ 015 = 28\ 015 \text{ грн} \quad (28)$$

В середньому навчання персоналу триватиме 2 тижні, тому витрати на навчання персоналу становлять (29):

$$V4 = 2800 \text{ грн} \quad (29)$$

Загальна вартість розробки і впровадження складає (30):

$$V(\text{SUMM}) = V1 + 0 + 0 + 2800 = 30\ 815 \text{ грн} \quad (30)$$

Оскільки норма амортизаційних витрат для комп'ютерних систем = 4, то для обрахування річного економічного ефекту розглянуто цю формулу (31):

$$V(Y) = V(\text{SUMM}) / 4 = 7\ 703,75 \text{ грн} \quad (31)$$

Річний прибуток $P(Y)$ складатиме 3 000 000 грн. Коефіцієнт економічної ефективності тоді (32):

$$K(E) = P(Y)/V(Y) = 389,42 \quad (32)$$

Тоді термін окупності розробки визначається за формулою (33):

$$T(O) = 1/K(E) = 0.002 \quad (33)$$

Тобто термін окупності складатиме 2 дні.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи було проаналізовано сучасний екологічний стан та використання посівних площ на сільськогосподарському підприємстві «Перемога».

Для досягнення поставленої мети були досліджені математичні методи моделювання задач моніторингу екологічного стану ґрунтів та прогнозування майбутнього стану посівних площ.

Спершу було досліджено організаційно-функціональну структуру підприємства та організацію діяльності в цілому, специфіку галузі.

За допомогою CASE-засобу All Fusion Process Modeler було розроблено функціональну модель діяльності ПСП «Перемога» щодо регулювання впливу на навколишнє середовище AS-IS в нотації IDEF0. Дана модель показала недостатній контроль підприємства за показниками впливу на ґрунти, так як перевірки проводяться лише з залученням зовнішнього експерта-еколога на вимогу екологічної інспекції і не є постійною складовою частиною процесу планування господарської діяльності.

Проаналізовано посівні площі за агрохімічними показниками, які напряду впливають на родючість ґрунтів. Розглянуто методи використання та способи покращення екологічного стану посівних площ – порядок та особливості внесення органічних і мінеральних добрив, застосування засобів захисту рослин, планування сівозміни та методології вирощування екологічно-чистої продукції.

Розглянуто дослідження вітчизняних та зарубіжних науковців щодо вирішення проблеми збереження родючості посівних площ. Всі вони вказують на те, що для вирішення проблеми збереження ґрунтів необхідно застосовувати системний підхід, а методи повинні ґрунтуватися на адаптованій розрахунковій основі.

Відповідно до цього було визначено мету досліджень та сформульовано загальну постановку задачі.

Далі було здійснено дослідження задач моніторингу і прогнозування екологічного стану посівних площ. Охарактеризовано задачі моніторингу довкілля та методи їх розв'язання, розглянуто особливості оцінювання та прогнозування майбутнього стану довкілля. Досліджено методи математичного моделювання хімічного забруднення ґрунтів – моделювання одновимірного поля забруднення, моделювання динаміки забруднення ґрунтів пестицидами, точкові моделі, моделювання та прогнозування процесів забруднення у ґрунтах за МГУА.

Виконані математичні дослідження лягли в основу аналізу екологічного стану та використання посівних площ сільськогосподарського підприємства «Перемога». Для проведення усіх необхідних аналітичних досліджень було використано середовище функціонального моделювання – ERWin Process Modeler 7.3.3.1773; середовище проектування БД – MySQL Workbench 8.0 CE; СУБД – MySQL; аналітичні платформи – Microsoft Power BI та RapidMiner Studio Educational. Була створена база даних Peremoga_monitoring, яка складається з чотирьох таблиць та містить дані про культури, які вирощуються на посівних площах підприємства, їх планову урожайність та необхідну кількість добрив; дані про поля, які перебувають в обробітку підприємства та їх площі; дані про результати щорічних перевірок ґрунтів за основними показниками родючості; дані про те, які культури вирощувались на кожному полі впродовж останніх 17-ти років і які прибутки отримало підприємство від їх продажу.

Платформи Microsoft Power BI та RapidMiner Studio Educational були використані для здійснення статистичного аналізу масиву даних, їх візуалізації, пошуку залежностей між даними та побудови прогнозу на майбутні періоди. Візуалізовано стан основних агрохімічних показників якості посівних площ - вміст гумусу, рухомого фосфору, обмінного калію, азоту та рН сольове з 2005 по

2021 роки та прогнозовано їх майбутні значення у наступні 4 роки. Досліджено питання урожайності полів, здійснено графічне відображення відношення запланованого урожаю у тонах до фактичного за останні 17 років, в результаті чого виявлено високу розбіжність фактичного урожаю та планового - 4661 тон недовиконання збору та лише 1414 т перевиконання, що вказує на недоотримання 3247 тон зерна в загальному.

Досліджено середню урожайність кожної культури на полях, де вона вирощувалась, виявлено найоптимальніші поля для кожної культури та спрогнозовано майбутній урожай по кожній з них. Відповідно до цього побудовано прогнозний графік прибутків на наступні 4 роки, який обіцяє скласти у 2022 році – 20167318,41 грн; у 2023 – 23531872,25 грн; у 2024 – 23435625,24 грн; у 2025 – 23912874,20 грн.

Розраховано техніко-економічний ефект від впровадження системи та терміни її окупності.

Отримані результати досліджень у майбутньому допоможуть ефективніше аналізувати господарську діяльність підприємства, робити обґрунтовані прогнози на майбутнє та відслідковувати екологічний стан посівних площ, запобігаючи їх деградації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Режим доступу до ресурсу - <http://agro-business.com.ua/aharni-kultury/item/15290-rozrakhunok-normy-dobryv-pid-zaplanovanyi-urozhai.html>
2. Режим доступу до ресурсу - <https://oceaninvest.ua/blog/news/plant-protection-products-types-characteristics>
3. Режим доступу до ресурсу - <https://nmykolaivskagromada.gov.ua/news/1617360786/>
4. Режим доступу до ресурсу - <https://eos.com/uk/blog/sivozmina/>
5. Режим доступу до ресурсу - <http://agro-business.com.ua/agro/u-pravovomu-poli/item/11002-vyrobnytstvo-orhanichnoi-produktsii-pravyla-i-normy.html>
6. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Лабораторний практикум. – Електронний навчальний посібник / Під ред. В.Б. Мокіна. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 84 с.
7. Сивухин Л. В. (1977). Общий курс физики. Том III. Электричество. Москва: Наука.
8. Клименко М.О. Моніторинг довкілля: Підручник / М.О. Клименко, А.М. Прищепа, Н.М. Вознюк. – К.: Видавничий центр «Академія», 2005. – 359 с.
9. Бриндзя О. Методичні положення еколого-економічного оцінювання сільськогосподарського землекористування на ландшафтній основі // Галицький економічний вісник — Тернопіль : ТНТУ, 2014. — Том 45. — № 2. — С. 5-9.
10. Жигайло О.Л. Моделювання антропогенного забруднення ґрунтово-рослинного покриву та методи його контролю: Конспект лекцій. – Одеса, 2005. – 107 с.

11. Папушин Ю. Л., Білецький В.С.; Основи автоматизації агровиробництва. — Донецьк: Східний видавничий дім, 2007
12. Богатирчук-Кривко С.К. Удосконалення еколого-економічного механізму управління земельними ресурсами у сільському господарстві // Збалансоване природокористування, № 1 2016, с. 120-127.
13. Булигін С.Ю. Економічне стимулювання охорони земель / С.Ю. Булигін // Вісник аграрної науки. - 2003. - № 10. - С. 59- 61.
14. Вайда В. Економічний механізм регулювання раціонального землекористування / В. Вайда, І. Любезна // Розвиток аграрного бізнесу в умовах глобалізації : матеріали Міжнар. наук.-практ.конф. за участю іноз. студ. [м. Тернопіль, 15-17 квіт. 2016 р.]. - Тернопіль : Астон, 2016. - С. 41-42.
15. Вплив сучасного аграрного землекористування на стан ґрунтів: негативні чинники та їх просторова диференціація // Науково-аналітична доповідна записка, 2010.
16. Головіна О.Л. Еколого-економічний аналіз використання земель сільськогосподарського призначення в Україні/ О.Л. Головіна // Збалансоване природокористування. – 2013. – № 4. – С. 62–67.
17. Гудзь В.П., Примак І.Д., Рошко В.Г. та ін. Раціональні сівозміни в сучасному землеробстві. — Б.Церква, 2003. — 384 с.
18. Дацько Л.В. Екологічні та економічні аспекти сталого землекористування для відтворення родючості ґрунтів / Л.В. Дацько, М.І. Майстренко // Охорона родючості ґрунтів. – 2012. - № 8. – С. 24-40.
19. Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України /Б.С.Носко, Б.С.Прістер, М.В.Лобода та ін.; За ред. Б.С.Носка, Б.С.Прістера, М.В.Лободи. —К.: Урожай, 1994. —336с.
20. Екологічний стан ґрунтів України / С.А. Балюк, В.В. Медведєв, М.М. Мірошніченко, Є.В. Скрильник, Д.О. Тимченко, А.І. Фатєєв, А.О.

- Христенко, Ю.Л. Цапко // Український географічний журнал - 2012. – т. 2. – С. 38 – 42.
21. Економіка землекористування: Навчальний посібник для самостійного вивчення дисципліни. / Павлов В.І., Гарнага О.М., Веремеєнко Т.С., Фесіна Ю.Г. – Рівне: НУВГП, 2012. – 188 с.
22. Закон України «Про охорону земель» Відомості Верховної Ради, 2003, №39.
23. Ільків Л.А. Еколого-економічні проблеми землекористування у сільському господарстві Науковий вісник НУБіП України. – 2011. – Режим доступу: <http://elibrary.nubip.edu.ua/12742/1/111la.pdf>
24. Кононенко Ж.А. Наукові основи економіко-екологічного землекористування / Ж.А. Кононенко // Наукові праці Полтавської державної аграрної академії. – 2012. – Випуск 5. Том 1. – С. 124-128.
25. Лазеба Є. С. Підвищення ефективності використання земель сільськогосподарського призначення в Україні / Є. С. Лазеба. – Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=3062>
26. Методичні рекомендації щодо оптимального співвідношення сільськогосподарських культур у сівозмінах різних ґрунтово-кліматичних зон України / Затверджено наказом Мінагрополітики та УААН від 18 липня 2008 р. № 440/71. – К, 2008. – 70 с.
27. Одарюк О. Еколого-правове регулювання раціонального використання земельних ресурсів / О. Одарюк // Вісник Полтавської державної аграрної академії, 2013. – т. 2. – С. 180-183.
28. Паленичак О.В. Раціональне землекористування в умовах збалансованого розвитку агропромислового виробництва / О. В. Паленичак // Економіка АПК. – 2012. – т. 2. – С. 32–37.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

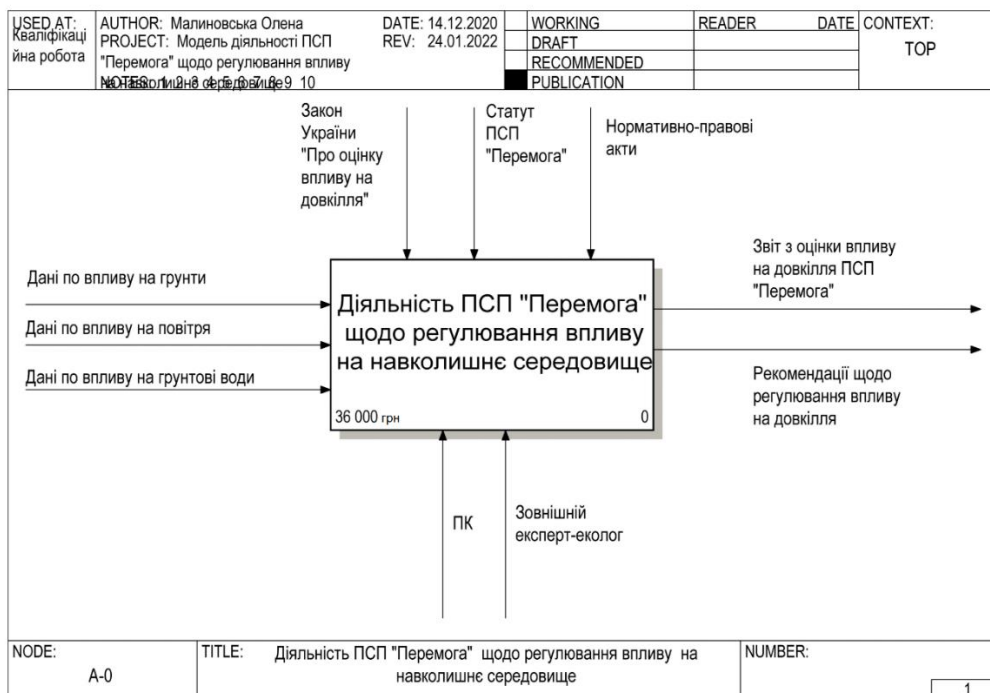


Рис.А.1 Модель діяльності ПСП «Перемога» щодо регулювання впливу на НС

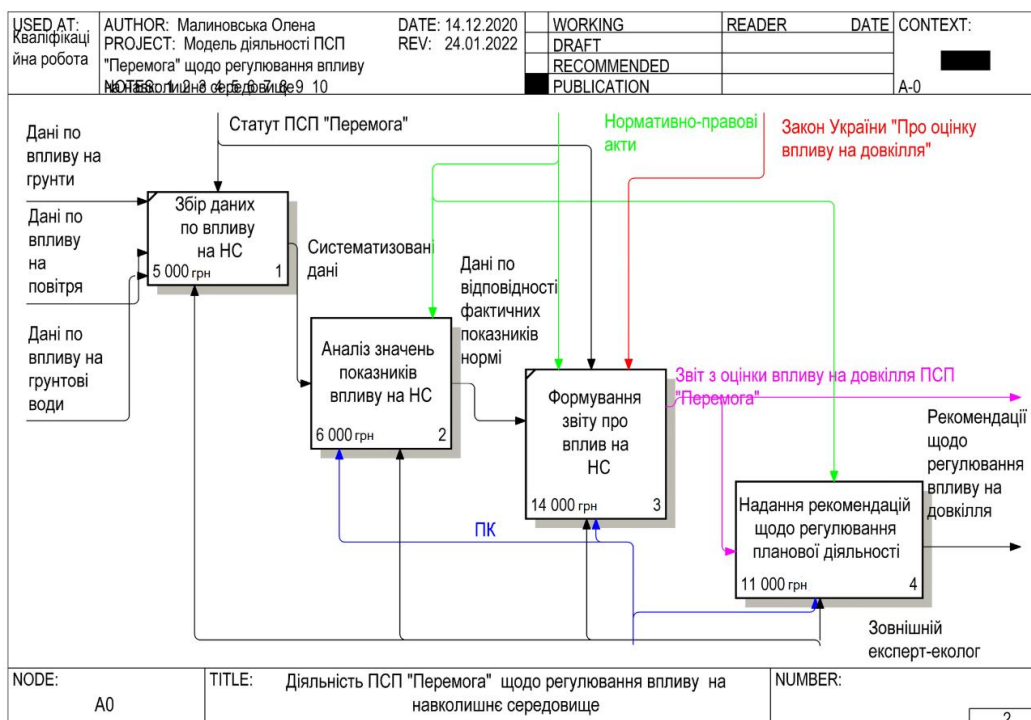


Рис. А.2 Перший рівень декомпозиції Моделі діяльності ПСП «Перемога» щодо регулювання впливу на НС

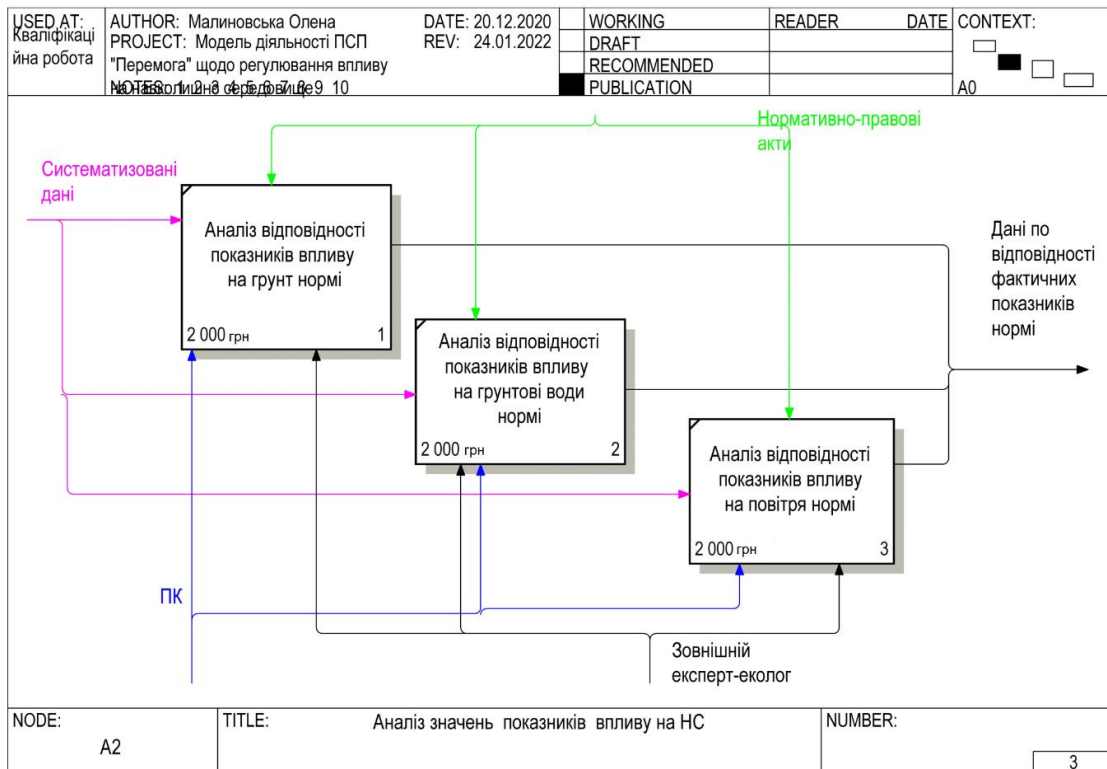


Рис. А.3 Декомпозиція процесу Аналізу значень показників впливу на НС

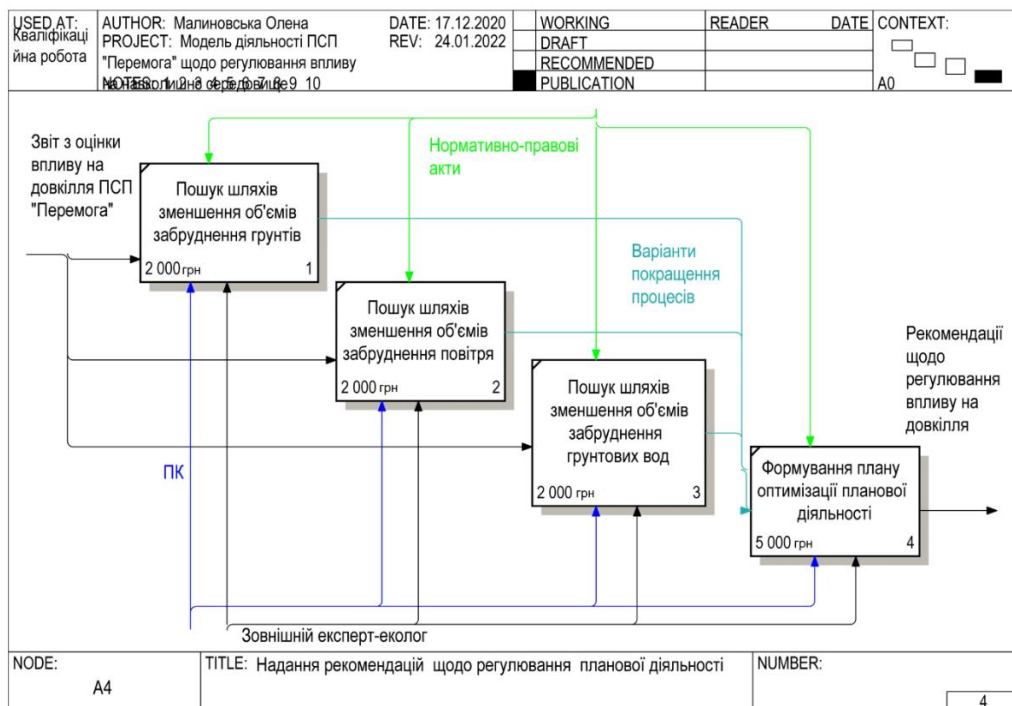
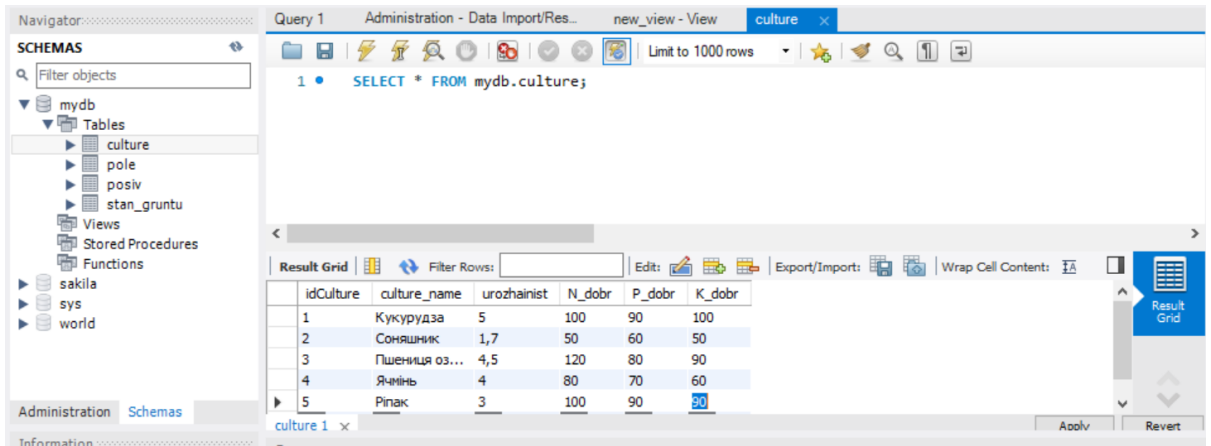


Рис. А.4 Декомпозиція процесу Надання рекомендацій щодо регулювання планової діяльності

ДОДАТОК Б

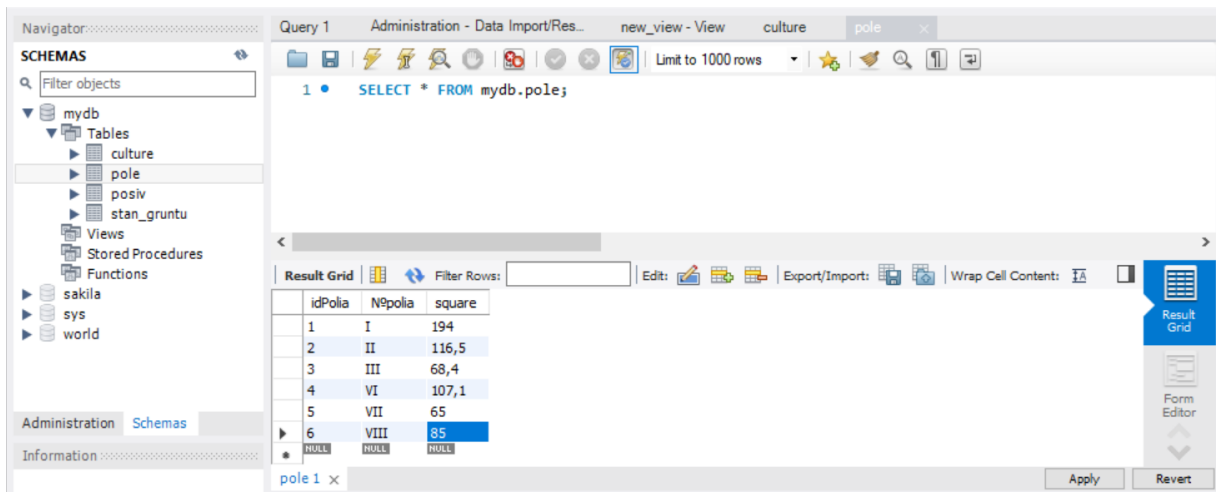


Query 1 Administration - Data Import/Res... new_view - View culture

```
1 • SELECT * FROM mydb.culture;
```

idCulture	culture_name	urozhainist	N_dobr	P_dobr	K_dobr
1	Кукурудза	5	100	90	100
2	Соняшник	1,7	50	60	50
3	Пшениця оз...	4,5	120	80	90
4	Ячмінь	4	80	70	60
5	Ріпак	3	100	90	80

Рис.Б.1 Вміст таблиці culture на сервері



Query 1 Administration - Data Import/Res... new_view - View culture pole

```
1 • SELECT * FROM mydb.pole;
```

idPola	NPola	square
1	I	194
2	II	116,5
3	III	68,4
4	VI	107,1
5	VII	65
6	VIII	85
*	NULL	NULL

Рис. Б.2 Вміст таблиці pole на MySQL-сервері

year	№_polia	cultura	N_dobr	P_dobr	k_dobr	plan_urozhai	fakt_urozhai	wart_realiz
2005	I	Кукурудза	100	90	100	970	838,08	402278,4
2005	II	Пшениця озима	120	80	90	524,25	332,025	305463
2005	III	Кукурудза	100	90	100	342	295,488	141834,24
2005	VI	Кукурудза	100	90	100	535,5	462,672	222082,56
2005	VII	Ріпак	100	90	90	195	94,9	1077,115
2005	VIII	Ріпак	100	90	90	255	124,1	1408,535
2006	I	Пшениця озима	120	80	90	873	490,82	456462,6
2006	II	Кукурудза	100	90	100	582,5	442,7	221350
2006	III	Кукурудза	100	90	100	342	259,92	129960
2006	VI	Пшениця озима	120	80	90	481,95	270,963	251995,59
2006	VII	Ячмінь	80	70	60	260	133,9	66950
2006	VIII	Ячмінь	80	70	60	340	175,1	87550
2007	I	Соняшник	50	60	50	329,8	236,68	449549,992
2007	II	Кукурудза	100	90	100	582,5	454,35	331675,5
2007	III	Кукурудза	100	90	100	342	266,76	194734,8
2007	VI	Кукурудза	100	90	100	535,5	417,69	304913,7
2007	VII	Соняшник	50	60	50	110,5	79,3	150622,42
2007	VIII	Кукурудза	100	90	100	425	331,5	241995
2008	I	Ячмінь	80	70	60	776	587,82	558429
2008	II	Ячмінь	80	70	60	466	352,995	335345,25
2008	III	Пшениця озима	120	80	90	307,8	251,028	331859,016

Таблиця: posiv (рядків: 102)

Рис. Б.3 Вміст таблиці posiv, завантаженої у додаток Microsoft Power BI

year	№_polia	gumus	fosfor	kaliy	pH	azot
2005	I	3,2	6,6	12,9	6	11,5
2005	II	4,2	7,2	13,4	6,4	11,3
2005	III	3,9	10	11,3	5,2	9,6
2005	VI	3,9	7,3	9,2	6,3	11,3
2005	VII	3,9	7,4	13,7	5,8	10,9
2005	VIII	3	2,9	9,1	6	9,9
2006	I	3,1	6,5	12,7	5,9	11,3
2006	II	4	6,9	13	6,1	11,1
2006	III	3,8	9,8	11,1	5,4	9,8
2006	VI	3,7	7,1	9	6,1	11,1
2006	VII	3,8	7,3	13,6	5,7	10,8
2006	VIII	3,1	3	9,2	6,1	10
2007	I	3,3	6,5	12,6	5,7	11,1
2007	II	4,5	7,3	13,2	6,3	11,2
2007	III	3,7	9,7	11	5,3	9,7
2007	VI	3,6	7	8,9	6	11
2007	VII	4	7,6	13,8	5,8	10,9
2007	VIII	2,9	2,8	9	5,9	9,9
2008	I	3,5	6,8	12,8	5,8	11,2
2008	II	4,1	7,1	13,1	6,2	11,2
2008	III	4	10	11,2	5,5	9,8

Таблиця: stan_gruntu (рядків: 102)

Рис. Б.4 Вміст таблиці stan_gruntu, завантаженої у додаток Microsoft Power BI

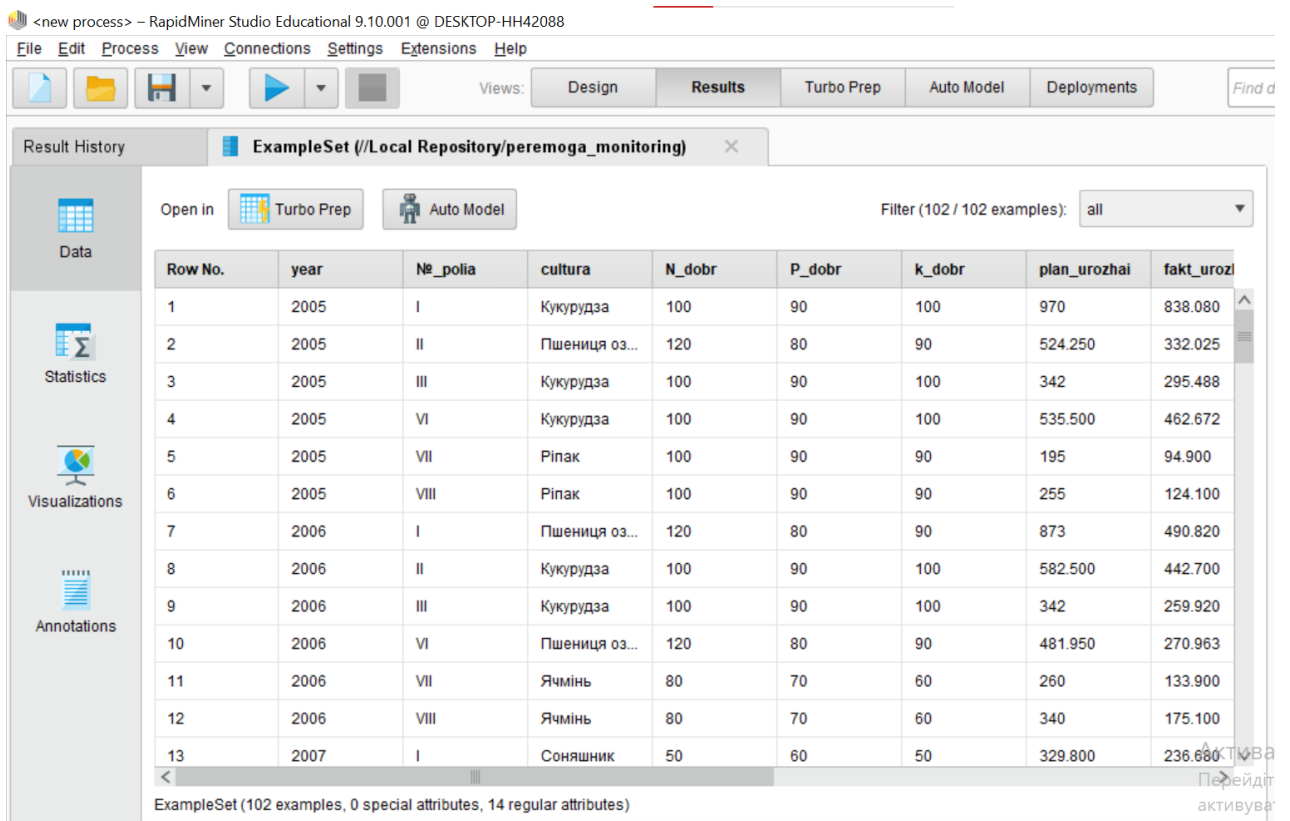


Рис. Б.5 Сформоване представлення БД Peremoga_monitoring у середовищі RapidMiner Studio

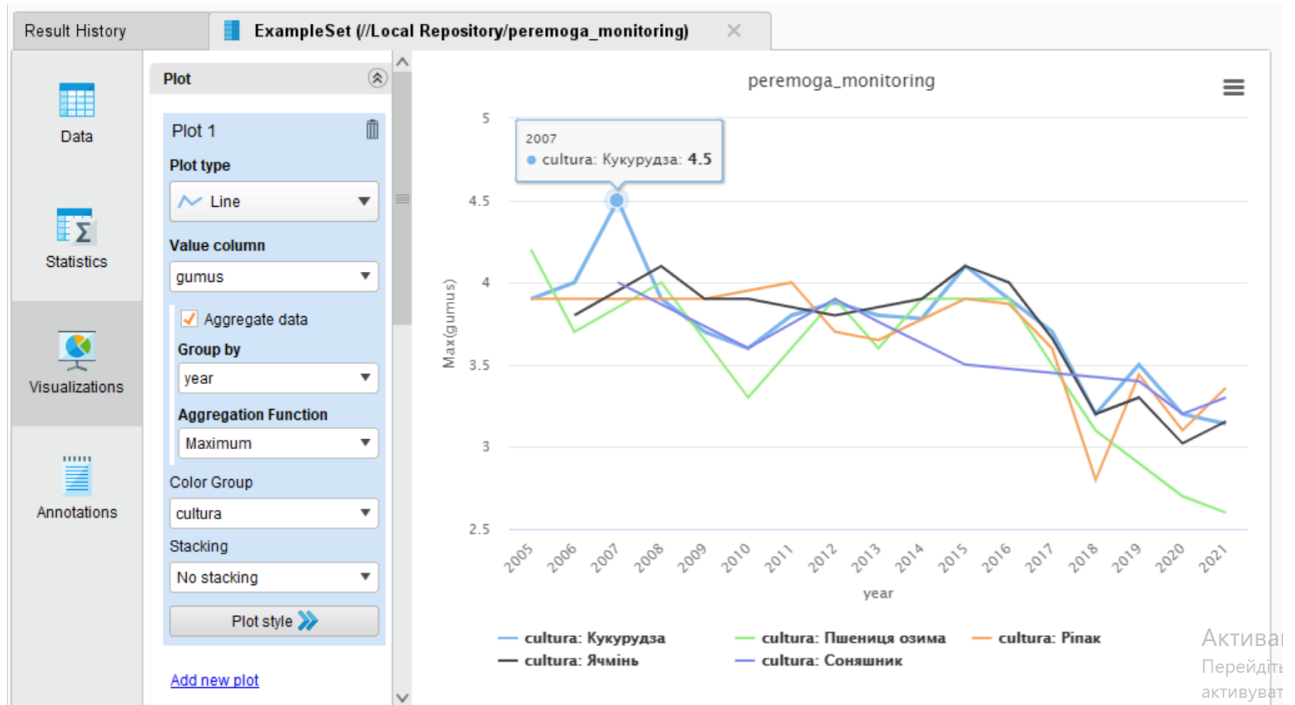


Рис. Б.6 Максимальне значення вмісту гумусу

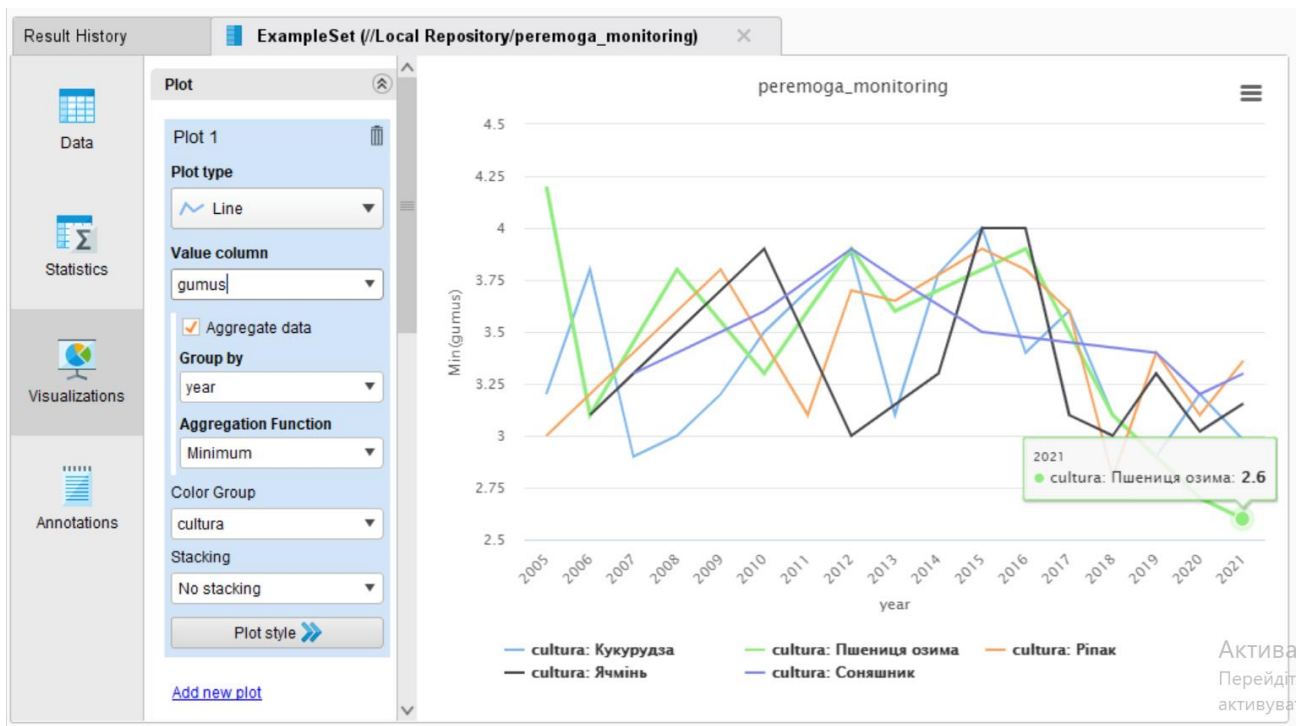


Рис. Б.7 Мінімальне значення вмісту гумусу

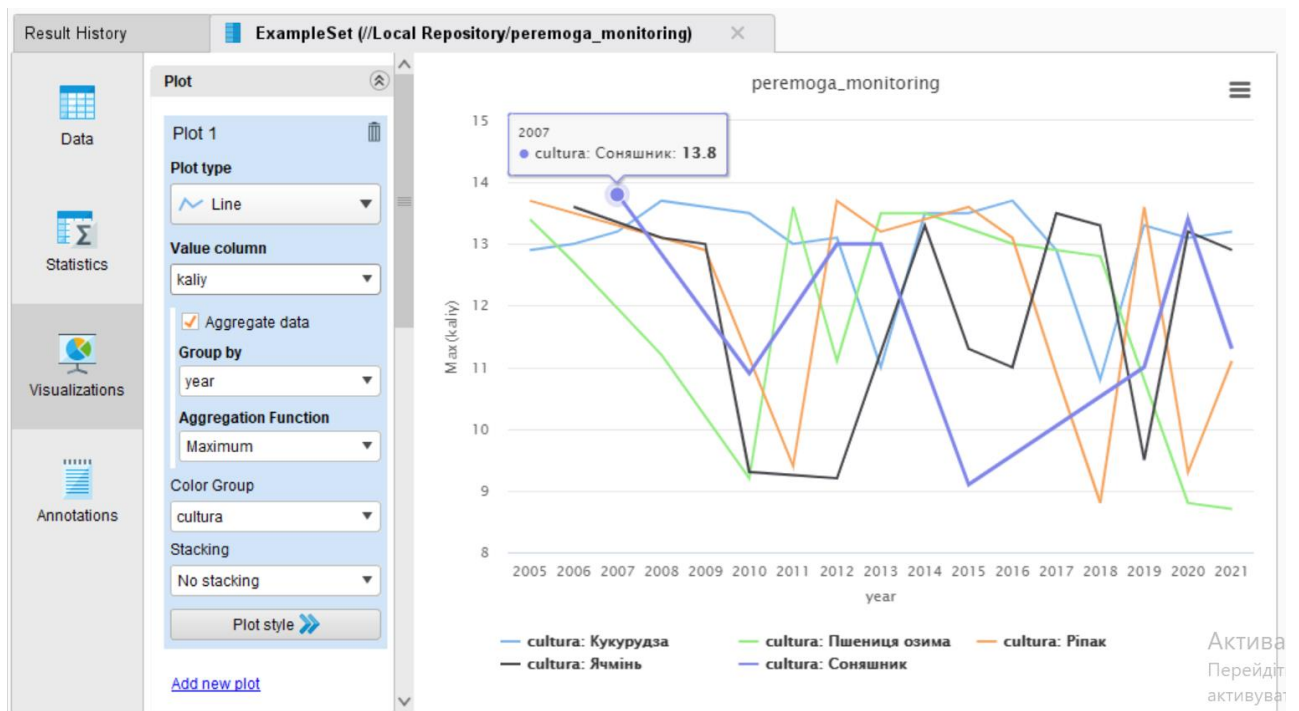


Рис. Б.8 Максимальне значення вмісту обмінного калію

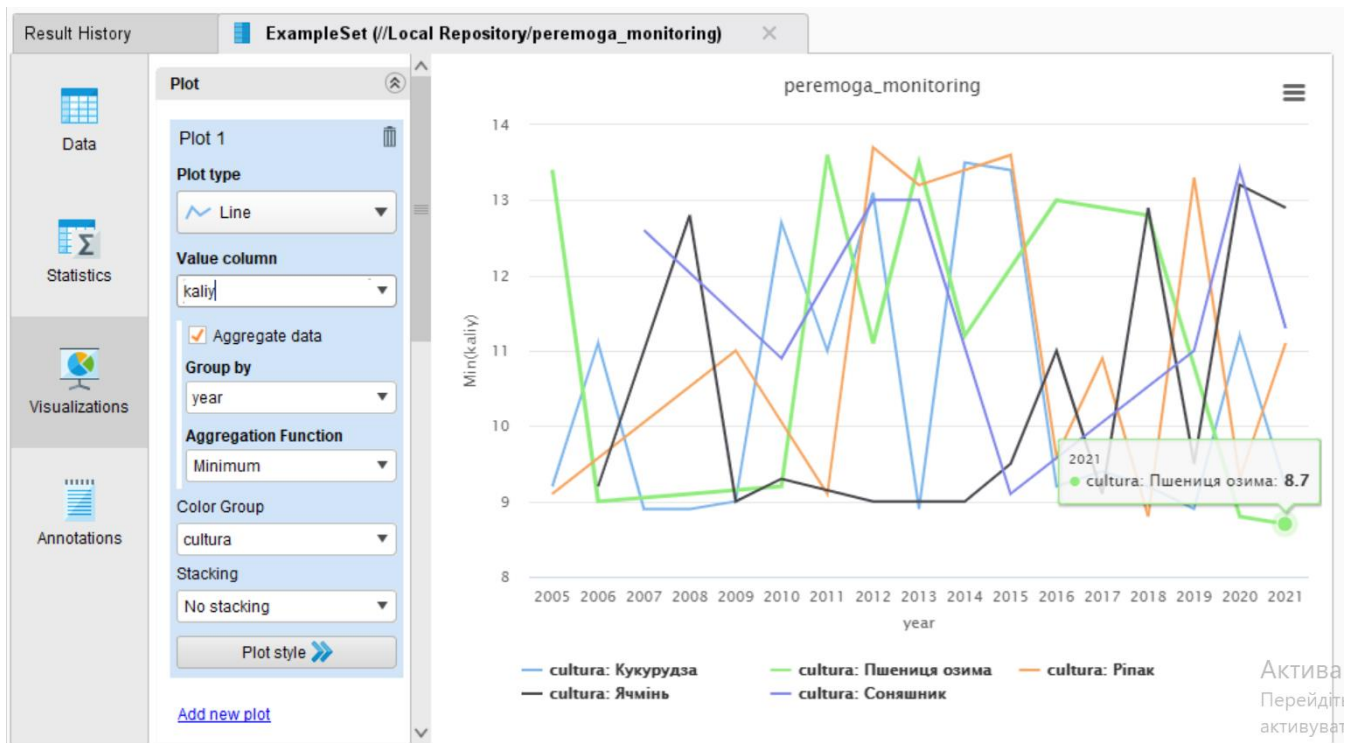


Рис. Б.9 Мінімальне значення вмісту обмінного калію

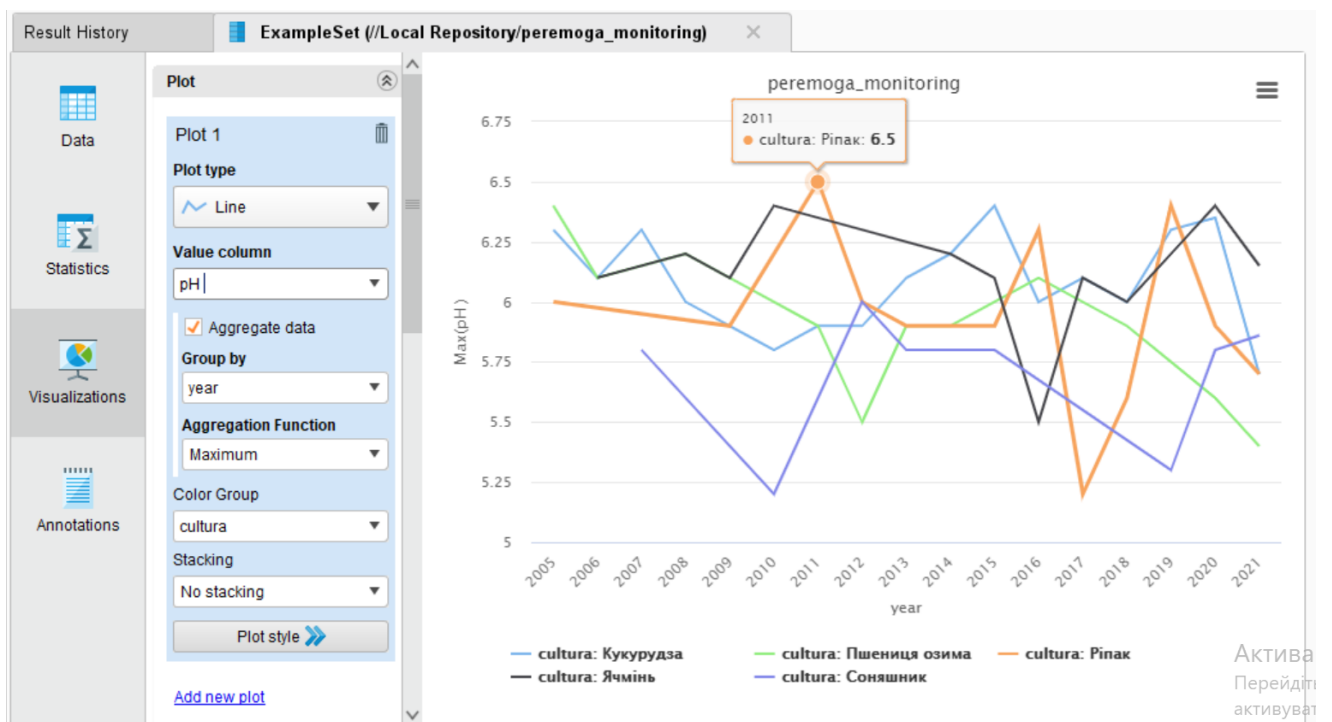


Рис. Б.10 Максимальне значення рН сольового

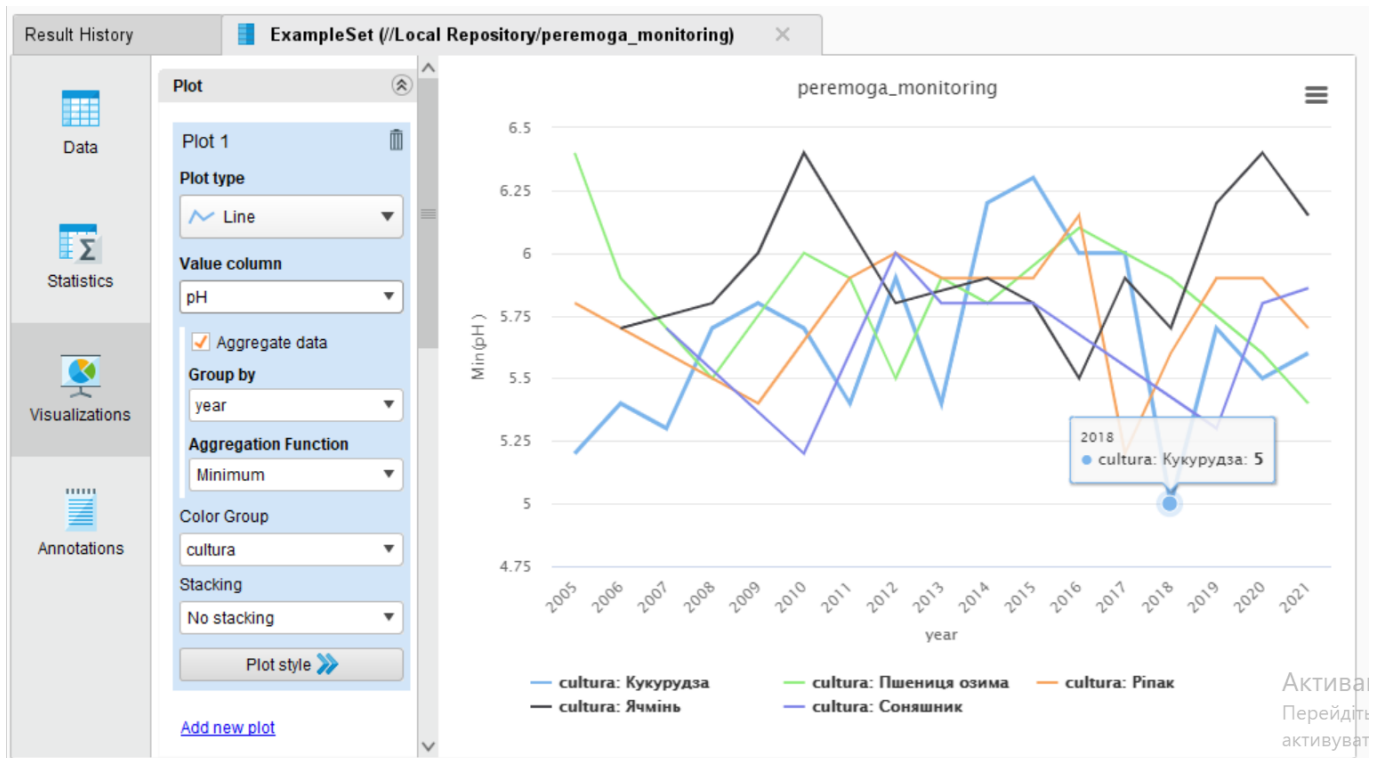


Рис. Б.11 Мінімальне значення рН сольового

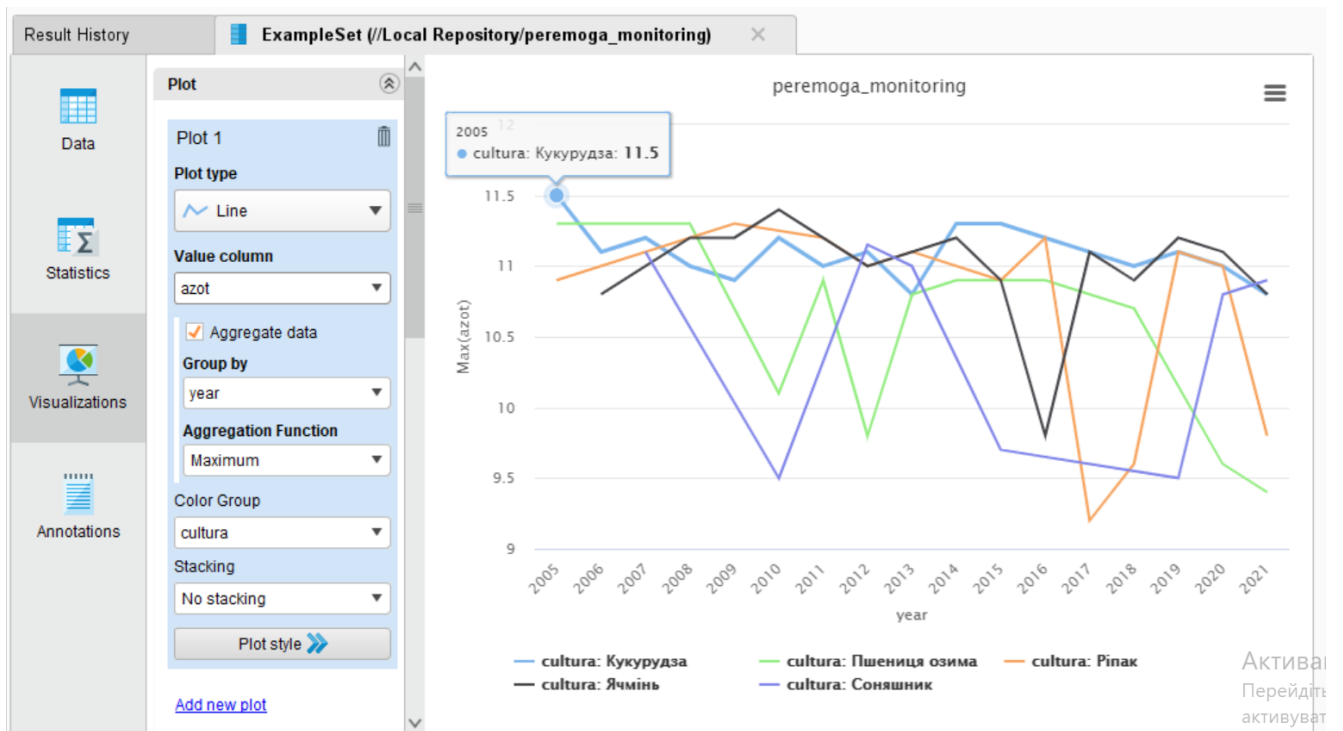


Рис. Б.12 Максимальне значення вмісту азоту

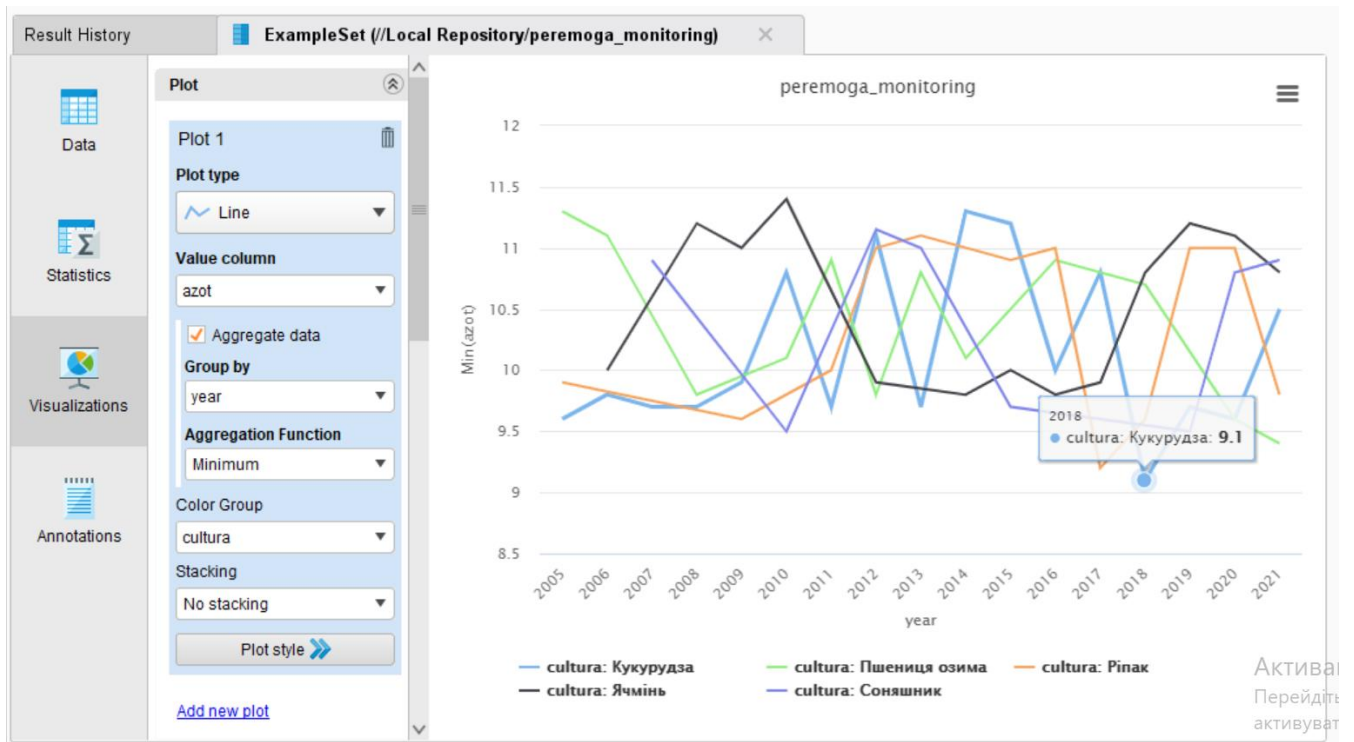


Рис. Б.13 Мінімальне значення вмісту азоту

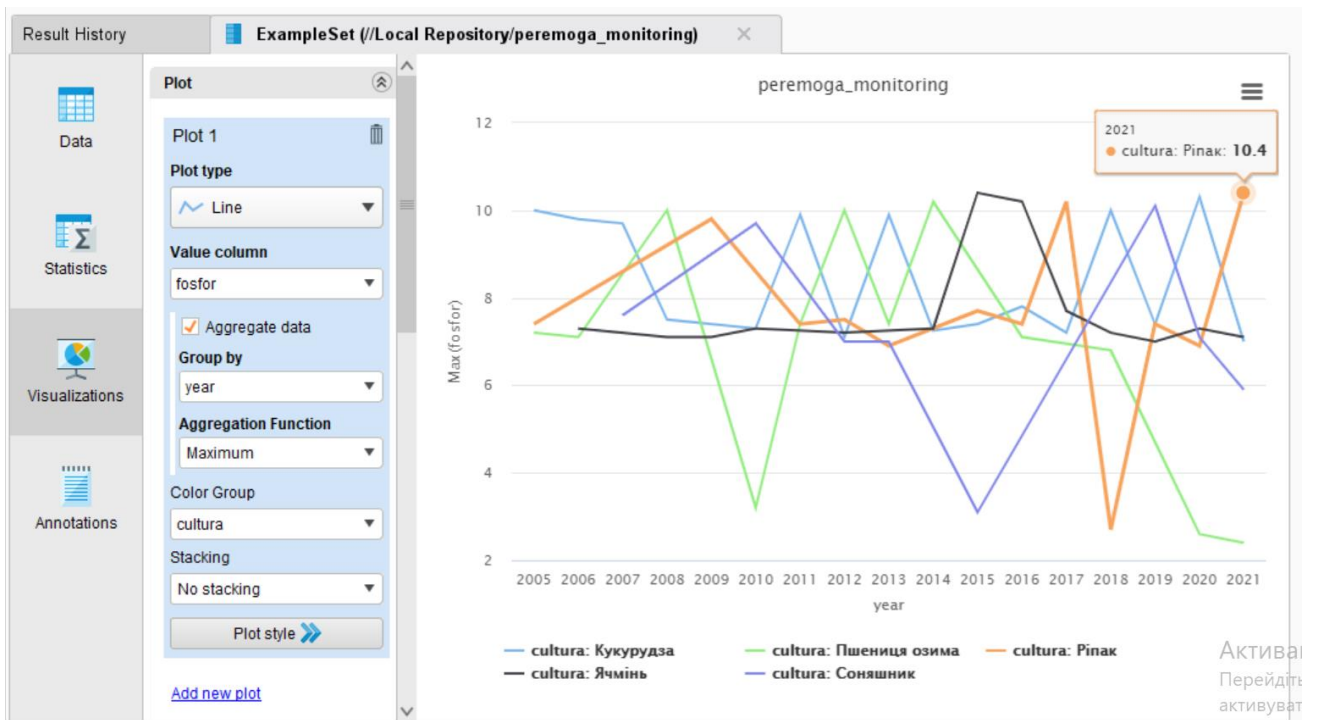


Рис. Б.14 Максимальне значення вмісту рухомого фосфору

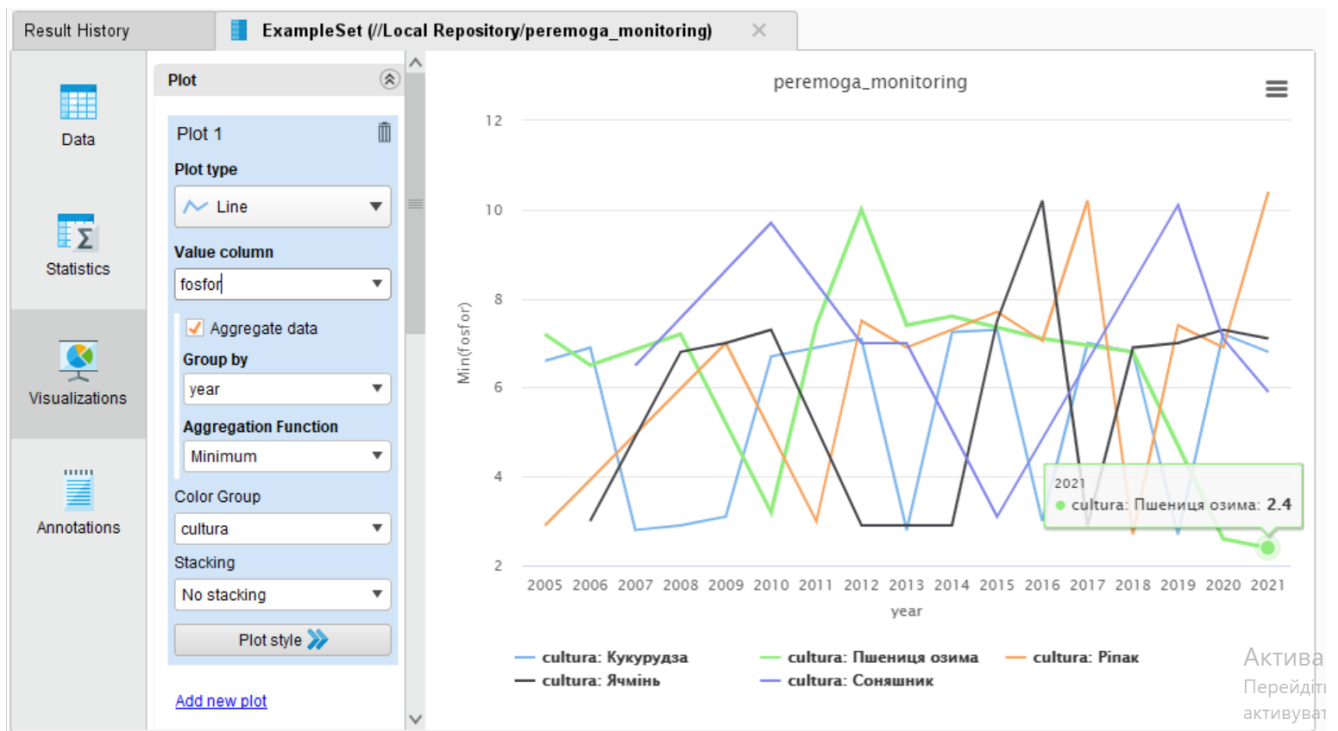


Рис. Б.15 Мінімальне значення вмісту рухомого фосфору