




КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему Метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур

Галузь знань 12 – Інформаційні технології
Шифр і назва галузі знань
Спеціальність 122 – Комп'ютерні науки
Шифр і назва спеціальності
Освітня програма Комп'ютерні науки
Назва освітньої програми

Виконала: студентка 2 курсу, група КНм-20-1  В.В. Житкевич
Курс, група виконавця Підпис Ініціали, прізвище
Керівник: к.ф.-м.н., доцент кафедри КН  В.Д. Міхалевський
Науковий ступінь, посада Підпис Ініціали, прізвище
Нормоконтроль: к.т.н., доцент кафедри КН  Р.О. Багрій
Науковий ступінь, посада Підпис Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри КН, д.т.н., професор


Підпис

О.В. Бармак

Ініціали, прізвище

2 грудня 2021 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра комп'ютерних наук

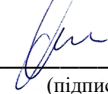
Освітній ступінь магістр

Галузь знань 12 – Інформаційні технології

Спеціальність 122 – Комп'ютерні науки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри комп'ютерних наук



(підпис)

д.т.н., професор О.В. Бармак

« 01 » вересня 2021 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА**

1. Тема кваліфікаційної роботи магістра: «Метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур»

2. Завдання видано студентці Житкевич Вікторії Вікторівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

3. Керівник роботи доцент кафедри КН Міхалевський Віталій Цезарійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

4. Затверджені наказом університету від « 25 » серпня 2021 р. № 102

5. Зміст пояснювальної записки (перелік задач) та вихідні дані:

Мета роботи – розробка методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур та супутніх засобів, необхідних для автоматизованого визначення захворювань рослинних культур за множиною наявних симптомів і їх параметрів та сортом рослини, що діагностується. Також слід провести функціональне та прикладне дослідження ефективності розроблених засобів, у тому числі для тестового аналізу випадків захворювань рослин.

Реферат

Кваліфікаційна робота магістра розв'язує науково-технічну задачу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур та створення супутніх засобів, необхідних для автоматизованого визначення захворювань рослинних культур за множиною наявних симптомів і їх параметрів та сортом рослини, що діагностується.

Актуальність теми. Людина «приручила» величезну кількість рослин та навчилась вирощувати різні культури в своїх цілях – від споживання в їжу і до вироблення паперу. Проте, рослини, як і люди, мають властивість хворіти. Завдання ж людей – діагностувати хворобу, вміти їй запобігти, а у разі настання успішно вилікувати задля збереження врожаю.

Безумовно, людство накопичило багато знань про види хвороб рослин, їх шкідників та методи боротьби з ними. А розвиток інформаційних технологій дозволяє нам сьогодні швидко та влучно використати ці знання. Адже іноді ідентифікувати та прийняти рішення щодо лікування хвороби потрібно дуже швидко, так як деякі захворювання мають стрімкий розвиток при якому рослину можна втратити за лічені дні, якщо бездіяти.

На допомогу в накопиченні та використанні знань приходять експертні системи. Це системи, що можуть замінити експерта у вузькій предметній області. Перевагою таких систем є те, що вони мають чітку логіку, тому дають чіткий результат, їх швидкодія та доступність. Такі системи проводять аналіз, класифікують, дають рекомендації та консультації щодо вузької предметної області.

На сьогоднішній день існує ряд рішень, що допомагають вирішувати задачу діагностування хвороб рослинних культур. Відомі програмні продукти для вирішення завдання діагностування хвороб рослинних культур мають ряд недоліків. Основним недоліком з яких є те, що оскільки більшість з них доступна тільки у версії для мобільних телефонів, то у них реалізовані переважно функції діагностики хвороб по світлинах. Враховуючи те, що багато хвороб можуть мати

схожий зовнішній вигляд, при неякісних зображеннях можливі помилки діагностування та з таких даних може бути визначений неповний перелік симптомів, розробка методів і засобів діагностування хвороб рослинних культур за шаблонами хвороб на поточному етапі є актуальним.

Мета і задачі роботи. *Мета* кваліфікаційної роботи магістра полягає у розробці методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур та супутніх засобів, необхідних для автоматизованого визначення захворювань рослинних культур за множиною наявних симптомів і їх параметрів та сортом рослини що діагностується. В результаті виконання роботи були поставлені та вирішені наступні завдання:

1. Проведено аналіз предметної області та відомих підходів до автоматизованого визначення захворювань рослинних культур.
2. Вдосконалено інформаційну модель діагностування хвороб рослинних культур.
3. Розроблено метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур.
4. Розроблено інформаційну технологію автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.
5. Розроблено інформаційну систему автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.
6. Проведено функціональне та прикладне дослідження ефективності розроблених засобів, у тому числі для тестового аналізу випадків захворювань рослин.

Об'єкт дослідження – процес діагностування хвороб рослинних культур.

Предмет дослідження – інформаційні технології, моделі, методи та засоби автоматизації процесу автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.

Методи дослідження, застосовані для вирішення поставлених завдань: для розв'язання поставлених задач використовуються основні положення методів аналізу даних і теорії множин, а для реалізації інформаційної системи – методології проектування інформаційних систем і об'єктно-орієнтований підхід.

Наукова новизна одержаних результатів. В результаті роботи були отримані інновації та положення наукової новизни:

1. Вдосконалено інформаційну модель діагностування хвороб рослинних культур, яка відрізняється тим, що містить подання всіх необхідних сутностей для автоматизації операцій при діагностуванні хвороб рослинних культур

2. Розроблено новий метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур, що дозволяє за множиною наявних симптомів, параметрами наявних симптомів та сортом рослини автоматизовано визначати множину діагностованих хвороб рослини.

3. Розроблено нову інформаційну технологію автоматизованого визначення захворювань рослинної культури, що використовує метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур та інформаційну модель діагностування хвороб рослинних культур і дозволяє за вхідними даними симптомів захворюваності й їх параметрів одержувати вихідні дані у вигляді множин діагностованих хвороб рослини і зафіксованих симптомів рослини, а також експертного висновку із поясненням причин діагностування хвороб рослини.

4. Розроблено нову інформаційну систему автоматизованого визначення захворювань рослинної культури, яка надає можливість за симптомами захворюваності і їх параметрами автоматизовано одержувати множину діагностованих хвороб рослини, множину зафіксованих симптомів рослини, яку було доповнено в ході додаткового діагностування, та формування експертного висновку з поясненням причин діагностування хвороб рослини.

Практичне значення одержаних результатів. Для проведення дослідження ефективності методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур було спроектовано структуру й здійснено прикладну програмну розробку інформаційної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури. Інформаційна система включає в себе базу

даних, базу знань і п'ять функціональних модулів, що мають різне призначення: модуль роботи користувача з експертними даними, модуль роботи користувача з каталоговими даними, модуль взаємодії користувача з оперативними даними, модуль формування множини хвороб рослини та модуль експертного пояснення встановленого діагнозу і виведення користувачу результатів роботи.

Напрямком практичного використання розробленого методу та засобів є автоматизація діагностування хвороб рослинних культур. При використанні розробленого методу приймається за вихідне, що для різних сортів рослин при діагностуванні різних хвороб можуть враховуватись різні симптоми у різних параметричних проявах. Характерною рисою розробленого методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур є також те, що при його застосуванні виконується не тільки відкидання параметрично неприйнятних по симптомах хвороб, а й запити користувачу на встановлення параметрів симптомів потенційно можливих захворювань, що дозволяє в процесі роботи методу розширити симптоматичну картину та взяти до розгляду відпочатку безпідставні діагнози. При зворотному використанні методу, можливе прогнозування супутніх хвороб рослинних культур формування шаблонів запитів на симптоми, які формуються за відповідним обсягом прогнозованих хвороб рослинних культур.

Практичне використання розробленої системи автором роботи для аналізу випадків захворювань рослин виявило, що хоча на початковому етапі діагностування розроблена інформаційна система одержала гірші результати ніж існуючі системи (у середньому 78,5% проти 81,1%), за результатом додаткових запитів на симптоми результат розробленою інформаційною системою був покращений до 86,9% випадків коректного визначення захворювань рослинних культур. Це підтверджує високу ефективність розробленого методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур.

Апробація результатів кваліфікаційної роботи магістра та публікації.
Основні наукові й практичні результати кваліфікаційної роботи магістра

доповідались на XIII Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2021» (15-16 жовтня 2021 року) у доповіді на тему «Метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур»; за темою роботи автором виконано наукову публікацію:

Левчик Т. С., Собко О. В., Житкевич В. В., Міхалевський В. Ц. Метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур. Збірник наукових праць за матеріалами XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2021». - Хмельницький, 2021. - С. 359-363.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота магістра складається із реферату, завдання, змісту, переліку скорочень, вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань із 30 найменувань та 5 додатків. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 99 сторінок, з них 77 сторінок основного тексту та 22 сторінки додатків. У роботі наведений 31 рисунок та 12 таблиць.

Ключові слова: рослинні культури, рослини, діагностування хвороб, експертна система, інформаційна система, інформаційна модель, інформаційна технологія, симптом, діагноз, хвороба.

Зміст

Перелік скорочень.....	4
Вступ.....	5
Розділ 1	10
Дослідження предметної області діагностування хвороб рослинних культур та постановка задачі	10
1.1 Аналіз предметної області та особливостей застосування експертних систем для автоматизованого визначення захворювань рослинної культури	10
1.2 Аналіз сучасного програмного забезпечення діагностування хвороб рослинних культур	18
1.3 Аналіз наукових публікацій з проблеми автоматизації діагностування хвороб рослинних культур	22
1.4 Постановка задачі.....	24
Висновки до розділу 1	25
Розділ 2	27
Розробка методу і засобів автоматизованого визначення захворювань рослинних культур.....	27
2.1 Інформаційна модель діагностування хвороб рослинних культур	27
2.2 Схема методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур	28
2.3 Інформаційна технологія автоматизованого визначення захворювань рослинної культури	30
2.4 Множина функцій інформаційної технології для створення інформаційної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.....	33
Висновки до розділу 2	34
Розділ 3	36
Розробка інформаційної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.....	36
3.1 Схема взаємодії функціональних модулів інформаційної системи	36
3.2 Визначення комбінації засобів розробки інформаційної системи	38
3.3 Даталогічна модель бази даних інформаційної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.....	43

	3
3.4 Структура та функціональне призначення складових системи	48
Висновки до розділу 3	51
Розділ 4	53
Дослідження ефективності інформаційної технології автоматизованого визначення захворювань рослинної культури	53
4.1 Розробка програмних компонентів інформаційної системи.....	53
4.2 Прикладне тестування інформаційної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.....	57
4.3 Функції та особливості використання інформаційної системи	59
4.4 Функціональне дослідження інформаційної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.....	61
Висновки до розділу 4	70
Загальні висновки.....	72
Перелік посилань	75
Додатки	

Перелік скорочень

Скорочення, термін, позначення	Пояснення
БХ	Бактеріальні хвороби
ВХ	Вірусні хвороби
СХ	Симптоми хвороб
ГХ	Грибкові хвороби
ЗР	Захворювання рослин
РК	Рослинні культури
ІС	Інформаційна система
ІТ	Інформаційні технології
КН	Комп'ютерні науки
ПЗ	Пояснювальна записка
ПП	Програмний продукт
ХНУ	Хмельницький національний університет
ЕС	Експертна система
БЗ	База знань
БД	База даних
ІС	Інформаційна система
СКБД	Система керування базами даних
MS	Microsoft

Вступ

Кваліфікаційна робота магістра розв'язує науково-технічну задачу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур та створення супутніх засобів, необхідних для автоматизованого визначення захворювань рослинних культур за множиною наявних симптомів і їх параметрів та сортом рослини що діагностується.

Актуальність теми. Людина «приручила» величезну кількість рослин та навчилась вирощувати різні культури в своїх цілях – від споживання в їжу і до вироблення паперу. Проте, рослини, як і люди, мають властивість хворіти. Завдання ж людей – діагностувати хворобу, вміти їй запобігти, а у разі настання успішно вилікувати задля збереження врожаю.

Безумовно, людство накопичило багато знань про види хвороб рослин, їх шкідників та методи боротьби з ними [1]. А розвиток інформаційних технологій дозволяє нам сьогодні швидко та влучно використати ці знання. Адже іноді ідентифікувати та прийняти рішення щодо лікування хвороби потрібно дуже швидко, так як деякі захворювання мають стрімкий розвиток при якому рослину можна втратити за лічені дні, якщо бездіяти [2].

На допомогу в накопиченні та використанні знань приходять експертні системи. Це системи, що можуть замінити експерта у вузькій предметній області. Перевагою таких систем є те, що вони мають чітку логіку, тому дають чіткий результат, їх швидкодія та доступність. Такі системи проводять аналіз, класифікують, дають рекомендації та консультації щодо вузької предметної області.

На сьогоднішній день існує ряд рішень, що допомагають вирішувати задачу діагностування хвороб рослинних культур. Відомі програмні продукти для вирішення завдання діагностування хвороб рослинних культур мають ряд недоліків. Основним недоліком з яких є те, що оскільки більшість з них доступна тільки у версії для мобільних телефонів, то у них реалізовані переважно функції діагностики хвороб по світлинах. Враховуючи те, що багато хвороб можуть мати

схожий зовнішній вигляд, при неякісних зображеннях можливі помилки діагностування та з таких даних може бути визначений неповний перелік симптомів, розробка методів і засобів діагностування хвороб рослинних культур за шаблонами хвороб на поточному етапі є актуальним.

Мета і задачі роботи. *Мета* кваліфікаційної роботи магістра полягає у розробці методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур та супутніх засобів, необхідних для автоматизованого визначення захворювань рослинних культур за множиною наявних симптомів і їх параметрів та сортом рослини що діагностується. В результаті виконання роботи були поставлені та вирішені наступні завдання:

1. Проведено аналіз предметної області та відомих підходів до автоматизованого визначення захворювань рослинних культур.

2. Вдосконалено інформаційну модель діагностування хвороб рослинних культур.

3. Розроблено метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур.

4. Розроблено інформаційну технологію автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.

5. Розроблено інформаційну систему автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.

6. Проведено функціональне та прикладне дослідження ефективності розроблених засобів, у тому числі для тестового аналізу випадків захворювань рослин.

Об'єкт дослідження – процес діагностування хвороб рослинних культур.

Предмет дослідження – інформаційні технології, моделі, методи та засоби автоматизації процесу автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.

Методи дослідження, застосовані для вирішення поставлених завдань: для розв'язання поставлених задач використовуються основні положення методів аналізу даних і теорії множин, а для реалізації інформаційної системи – методології проектування інформаційних систем і об'єктно-орієнтований підхід.

Наукова новизна одержаних результатів. В результаті роботи були отримані інновації та положення наукової новизни:

1. Вдосконалено інформаційну модель діагностування хвороб рослинних культур, яка відрізняється тим, що містить подання всіх необхідних сутностей для автоматизації операцій при діагностуванні хвороб рослинних культур

2. Розроблено новий метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур, що дозволяє за множиною наявних симптомів, параметрами наявних симптомів та сортом рослини автоматизовано визначати множину діагностованих хвороб рослини.

3. Розроблено нову інформаційну технологію автоматизованого визначення захворювань рослинної культури, що використовує метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур та інформаційну модель діагностування хвороб рослинних культур і дозволяє за вхідними даними симптомів захворюваності й їх параметрів одержувати вихідні дані у вигляді множин діагностованих хвороб рослини і зафіксованих симптомів рослини, а також експертного висновку із поясненням причин діагностування хвороб рослини.

4. Розроблено нову інформаційну систему автоматизованого визначення захворювань рослинної культури, яка надає можливість за симптомами захворюваності і їх параметрами автоматизовано одержувати множину діагностованих хвороб рослини, множину зафіксованих симптомів рослини, яку було доповнено в ході додаткового діагностування, та формування експертного висновку з поясненням причин діагностування хвороб рослини.

Практичне значення одержаних результатів. Для проведення дослідження ефективності методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур було спроектовано структуру й здійснено прикладну програмну розробку інформаційної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури. Інформаційна система включає в себе базу даних, базу знань і п'ять функціональних модулів, що мають різне призначення:

модуль роботи користувача з експертними даними, модуль роботи користувача з каталоговими даними, модуль взаємодії користувача з оперативними даними, модуль формування множини хвороб рослини та модуль експертного пояснення встановленого діагнозу і виведення користувачу результатів роботи.

Напрямок практичного використання розробленого методу та засобів є автоматизація діагностування хвороб рослинних культур. При використанні розробленого методу приймається за вихідне, що для різних сортів рослин при діагностуванні різних хвороб можуть враховуватись різні симптоми у різних параметричних проявах. Характерною рисою розробленого методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур є також те, що при його застосуванні виконується не тільки відкидання параметрично неприйнятних по симптомах хвороб, а й запити користувачу на встановлення параметрів симптомів потенційно можливих захворювань, що дозволяє в процесі роботи методу розширити симптоматичну картину та взяти до розгляду відпочатку безпідставні діагнози. При зворотному використанні методу, можливе прогнозування супутніх хвороб рослинних культур формування шаблонів запитів на симптоми, які формуються за відповідним обсягом прогнозованих хвороб рослинних культур.

Практичне використання розробленої системи автором роботи для аналізу випадків захворювань рослин виявило, що хоча на початковому етапі діагностування розроблена інформаційна система одержала гірші результати ніж існуючі системи (у середньому 78,5% проти 81,1%), за результатом додаткових запитів на симптоми результат розробленою інформаційною системою був покращений до 86,9% випадків коректного визначення захворювань рослинних культур. Це підтверджує високу ефективність розробленого методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур.

Апробація результатів кваліфікаційної роботи магістра та публікації. Основні наукові й практичні результати кваліфікаційної роботи магістра доповідались на XIII Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні

проблеми комп'ютерних наук АПКН-2021» (15-16 жовтня 2021 року) у доповіді на тему «Метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур»; за темою роботи автором виконано наукову публікацію [30]:

Левчик Т. С., Собко О. В., Житкевич В. В., Міхалевський В. Ц. Метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур. Збірник наукових праць за матеріалами XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2021». - Хмельницький, 2021. - С. 359-363.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота магістра складається із реферату, завдання, змісту, переліку скорочень, вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань із 30 найменувань та 5 додатків. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 99 сторінок, з них 77 сторінок основного тексту та 22 сторінки додатків. У роботі наведений 31 рисунок та 12 таблиць.

Розділ 1

Дослідження предметної області діагностування хвороб рослинних культур та постановка задачі

1.1 Аналіз предметної області та особливостей застосування експертних систем для автоматизованого визначення захворювань рослинної культури

Завдяки еволюції та рукам сучасної людини люди оточені великою кількістю рослин, які відіграють велику роль в житті людини. Адже завдяки рослинам з'явилось та підтримується життя на планеті Земля [1, 3]. Досить лише на кілька секунд озирнутись і зрозуміти важливість рослин у нашому житті. З часу виникнення перших рослин, рослинне царство пройшло великий і важкий еволюційний шлях. Деякі з рослин залишилися історією, а деякі продовжили життя і до наших часів, суттєво видозмінившись шляхом еволюції або за допомогою рук людини (генна інженерія).

Існування світу тварин, включаючи людину, було б неможливо без рослин, чим і визначається їх особлива роль в житті нашої планети. З усіх організмів тільки рослини і фотосинтезуючі бактерії здатні накопичувати енергію Сонця, створюючи при її участі органічні речовини з неорганічних речовин. При цьому процесі рослини збирають з атмосфери CO_2 і виділяють O_2 . Завдяки діяльності рослин була створена атмосфера, і завдяки їх існуванню вона підтримується в стані, придатному для дихання, а значить і для життя. Рослини – основна ланка в ланцюгу харчування всіх організмів, включаючи людину. Рослини утворюють ліси, степи, луки, полонини та інші рослинні угруповання, створюючи різноманіття поверхонь Землі і різноманітність екологічних ареалів для життя усіх організмів – починаючи від одноклітинних організмів і до людини. Важливим є також те, що при участі рослин виник і утворюється ґрунтове покриття планети Земля [2, 4].

Рослини (в першу чергу, квіткові, яких в рослинному світі більшість) представлені дуже великою кількістю життєвих форм, найбільш поширеними з

них є дерева, чагарники і трави. Рослини за весь час існування людства стали не тільки частиною світу, що оточує людину, а й увійшли в життя людини як величезна складова раціону харчування. Окрім вирощування рослин з метою подальшого вживання в їжу, своє місце вони знайшли у вирощуванні в декоративних цілях, вирощування з метою оздоровлення та у інших промислових цілях (наприклад як сировина для створення тканин, добування масел, натуральні фарбники та ароматизатори, корм для тварин тощо).

Серед основних категорій промисловості, в яких активно використовується рослинність варто виділити:

- легка промисловість;
- харчова промисловість;
- деревообробна промисловість;
- тваринництво;
- енергетика;
- медицина та хімія [4].

Близько 200 видів рослин одомашнено людиною для вирощування в цілях споживання в їжу. На сьогоднішній день успішно селекціонуються нові сорти одного і того ж виду рослин. Цим займається наука, що називається селекція.

Мета селекції – створення нових сортів рослин з кращими властивостями, стійкішими до хвороб, спеціально для певних регіонів вирощування. Загалом селекція створює рослини, тварини з потрібними для людини якостями [5].

Враховуючи те, що рослинний світ змінюється з часом, деякі види рослин зникають, або є під загрозою зникнення, важливим для людства є збереження найкращих представників рослинного світу. Для цього навіть було створено Всесвітнє сховище насіння.

Всесвітнє сховище насіння – споруда, яка знаходиться в горах острова Шпіцберген в Норвегії. Призначення споруди – збереження генофонду сучасних зернових рослин на випадок глобальних катастроф. Таке бережливе ставлення дасть можливість відновити ті види рослин, що повністю зникли з біосфери [6].

Не завжди рослини можуть зникати внаслідок глобальних катастроф чи діяльності людини. Іноді це відбувається природнім шляхом, коли певний вид рослин може вражатися певними захворюваннями.

В залежності від умов, де вирощуються рослини, можуть виникати певні порушення нормальних фізіологічних функцій організму рослини, тобто іншими словами рослина починає хворіти.

Хвороба рослини – це порушення нормальних фізіологічних функцій рослинного організму, що відбувається під впливом зовнішніх факторів і призводить до виникнення різних симптомів або протікає деякий час безсимптомно, проте призводить до зниження врожаю і його якості, часто і до загибелі самої рослини [7].

Не має значення, яке призначення виконує рослина – чи це сільськогосподарська культура, чи це декоративна рослина, вона за цикл свого життя може піддаватися різним захворюванням. Більше того, більшість захворювань можуть проявлятися однаково як на травах, так і на чагарниках та деревах. Проте, важливо також зазначити, що одним і тим же хворобам деякі види рослин можуть і не піддаватися.

Усі хвороби рослин поділяються на дві великі групи:

- неінфекційні (не паразитарні);
- інфекційні (паразитарні).

Неінфекційними хворобами є ті хвороби, причиною яких є несприятливі фактори зовнішнього середовища. Наприклад, невідповідний для вирощування температурний режим, надлишок або недостача елементів живлення, наявність шкідливих домішок в ґрунті, невідповідність фізико-хімічного складу ґрунту. Такі хвороби піддаються лікуванню шляхом коригування відповідних факторів, що спричинили хворобу [8].

Інфекційні хвороби виникають під впливом патогенних організмів, або впливу організмів в середині виду та інших видів. В залежності від виду збудника їх розділяють на:

- грибкові хвороби;

- бактеріальні хвороби;
- вірусні хвороби.

Грибкові хвороби – доволі широко поширена група хвороб рослинних культур. Хвороба передається від однієї рослини до іншої спорами збудника, які розвиваються на поверхні рослини, іноді вони проникають всередину через порізи і тріщини на поверхні рослин [9].

До грибкових захворювань відносять:

- борошниста роса;
- хвороба білої гнилі винограду;
- альтернаріоз;
- вертицильозне в'ялення;
- пероноспороз;
- коккомікоз;
- моніліоз;
- іржа;
- сіра гниль;
- парша;
- фузаріоз;
- фітофтороз;
- чорна ніжка.

Бактеріальні хвороби – хвороби, що викликаються діяльністю одноклітинних бактерій. Такі хвороби належать до інфекційних хвороб, які викликаються живими збудниками, продуктами їх життєдіяльності, передаються від заражених рослин здоровим і мають властивість масового поширення.

Найпоширеніші збудники бактеріальних хвороб:

- *Pseudomonas*;
- *Agrobacterium*;
- *Xanthomonas*;
- *Pectobacterium*;
- *Clavibacter*;

- Erwinia;
- Streptomyces;
- Carynebacterium [10].

Вірусні хвороби рослин – викликають незворотні зміни в рослинах, вони сильно пригнічують ріст рослини та її розвиток, це в свою чергу знижує врожайність, а в решті випадків вірусні хвороби стають причиною гибелі рослинних культур. На відміну від бактерій та грибів, віруси не можуть самостійно інфікувати рослини. Для цього їм потрібні комахи-переносники, які допомагають вірусу проникати у рослину.

Найрозповсюдженішими в Україні вірусними захворюваннями рослинних культур є:

- вірус жовтої карликовості ячменю;
- вірусна карликовість пшениці;
- вірус тютюнової мозаїки;
- вірус огіркової мозаїки;
- вірус мозаїки турнепсу [11].

Особливої уваги також варто надати і шкідникам рослин, які здатні переносити вірусні хвороби від хворої на здорову рослину, а також завдавати шкоди рослині в процесі своєї життєдіяльності.

Шкідники, які приносять велику шкоду рослинним культурам та здатні знищувати великі площі рослин:

- борошнистий червець;
- тля;
- білокрила;
- дротянка;
- щитівка;
- кліщ;
- довгоносик;
- колорадський жук;
- хрущ.

Шкідники рослин здатні завдавати великої шкоди врожаю, а також повністю знищувати рослину.

Варто зазначити, що деякі хвороби рослин можуть мати схожі симптоми, але є моменти, які дозволяють все ж розрізнити ці захворювання. Наприклад, пожовтіння листя є дуже розповсюдженим симптомом для багатьох хвороб різного характеру. При чому пожовтіння листя може вказувати не лише на хвороби інфекційного походження, а й просто на порушення умов вирощування конкретної рослини. Важливим моментом у швидкому та точному визначенні хвороб рослинних культур є вираженість симптомів, або сила симптому. Наприклад, на скільки є рослина зів'ялою – чи у неї прив'яло тільки листя, або ж у рослини зів'явший і стовбур.

На сьогоднішній день розроблена велика кількість препаратів та спеціалізованих заходів, що допомагають боротися з хворобами рослинних культур. Важливо вчасно діагностувати хворобу та розпочати потрібні заходи для її усунення. Боротися із захворюваннями рослин необхідно не тільки по факту наявності ознак хвороби, а й профілактично – а саме допосівна обробка насіння препаратами, що перешкоджають розвитку інфекційних хвороб та профілактична обробка рослин в стадії вегетації.

Вся інформація про симптоми захворювань та способи їх лікування – це велика база знань, якою потрібно вміло та вчасно скористатись. Сучасний розвиток інформаційних технологій дає можливість швидкого доступу до такої інформації. Системою, що з високою ефективністю може вирішувати дану задачу є експертна система.

Експертна система – це система штучного інтелекту, що використовує накопичені знання для вирішення задач у вузькоспеціалізованій області. Ці системи відносяться до систем прийняття рішень, що засновані на знаннях [12]. Експертна система – це самостійний напрямок штучного інтелекту, що сформувався відносно недавно.

Основним призначенням ЕС є розробка програмних засобів, що при вирішенні різного роду завдань, важких для людини, отримують результати, що

за якістю і ефективності вирішення не є гіршими, ніж рішення одержувані за допомогою людини-експерта. ЕС використовуються для вирішення неформалізованих задач, для яких є наступні критерії:

- подані на вхід завдання не можуть бути представлені в числовій формі;
- не існує алгоритмічного рішення задачі;
- мета не може бути виражена в термінах визначеної цільової функції;
- якщо алгоритмічне рішення є, то воно не може бути використане через

обмеження часу, пам'яті та інших ресурсів [12].

Неформалізовані завдання можуть виражатись неповно, неоднозначно і бути суперечливими як за вихідними даними, так і за знаннями про задачу, що подається на вході.

База знань (БЗ) про предметну область, яка накопичується в процесі побудови та використання є основою ЕС. Основною властивістю всіх ЕС є накопичення і організація знань.

Структуру будь-якої експертної системи схематично можна зобразити наступним чином (Рисунок 1.1):

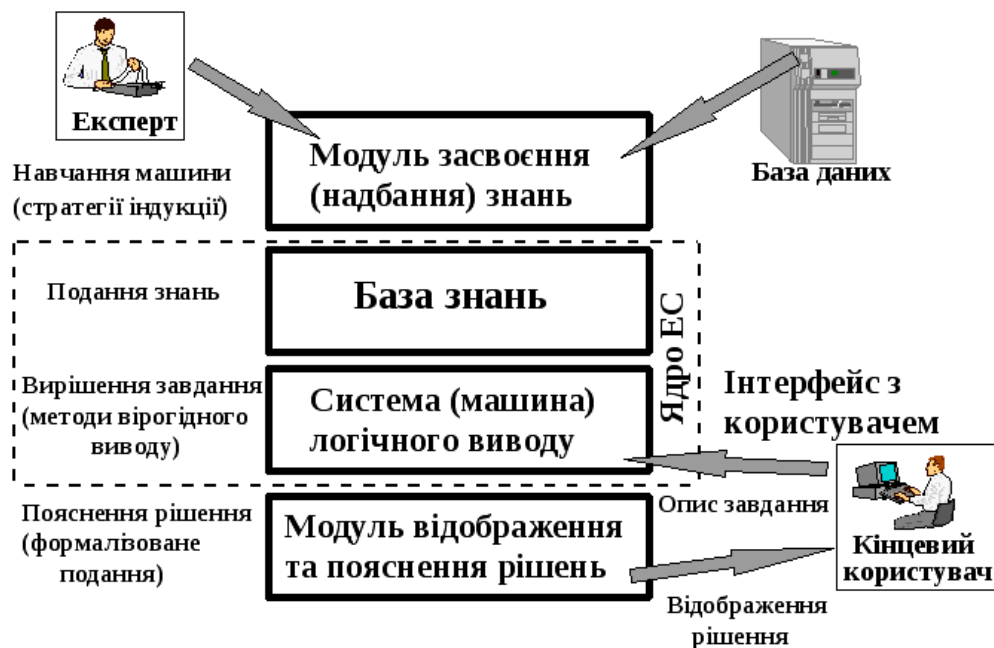


Рисунок 1.1 – Структура експертної системи [12]

Працює така експертна система доволі просто. За допомогою модуля засвоєння знань експерт створює базу знань, яка зберігається в базі даних. Ядро ЕС містить в собі базу знань та систему логічного виводу, яка після навчання машини експертом відображає результати звернень кінцевого користувача, який потребує вирішення певного завдання. Завдання кінцевого користувача та результат його рішення подається через модуль відображення та пояснення рішень.

Експертна система повинна мати наступні властивості [13]:

- вона повинна бути обмежена певною предметною областю;
- повинна мати можливість накопичення бази знань;
- повинна приймати рішення на рівні з людиною-експертом;
- має здатна розв'язувати реальні завдання предметної області та давати чітке пояснення щодо прийнятих рішень;
- повинна мати базу чітких правил і мати здатність до зміни формулювання завдань;
- повинна бути економічно вигідна;
- має надавати чітке рішення, пораду на виході.

Отже, за результатом дослідження сучасного стану проблеми автоматизації діагностування хвороб рослинних культур визначено, що завдання автоматизованого визначення захворювань рослинної культури за допомогою експертних систем є перспективним з тих причин, що вони надають визначену й обґрунтовану відповідь за введеними користувачем даними, має велику швидкодію, має можливість постійно розширюватись, а також дає пояснення щодо вибору певного розв'язку задачі.

1.2 Аналіз сучасного програмного забезпечення діагностування хвороб рослинних культур

На сьогоднішній день існує багато рішень, що допомагають вирішити задачу діагностування хвороб рослинних культур. Багато таких додатків реалізовано на мобільній платформі. Серед них можна виділити наступні.

Agrobase – додаток, що створений спеціально для аграріїв, в якому постійно доповнюється перелік бур'янів, шкідників і збудників захворювання (Рисунок 1.2). У базі програми є інформація про всі хімічні засоби боротьби із хворобами рослин, що зареєстровані в обраній країні. Цей додаток можна застосовувати як для сільськогосподарських рослин, так і для садових. Додаток має хороший зворотній зв'язок з розробниками. Тобто, якщо користувачі виявили якісь неточності в додатку або виникають збої в його роботі, то можуть відправити відгук розробникам. Agrobase реалізовує більше 80 мов. Мінусом в програмі є те, що вона не містить джерел або посилань на розширену інформацію про хвороби [14].

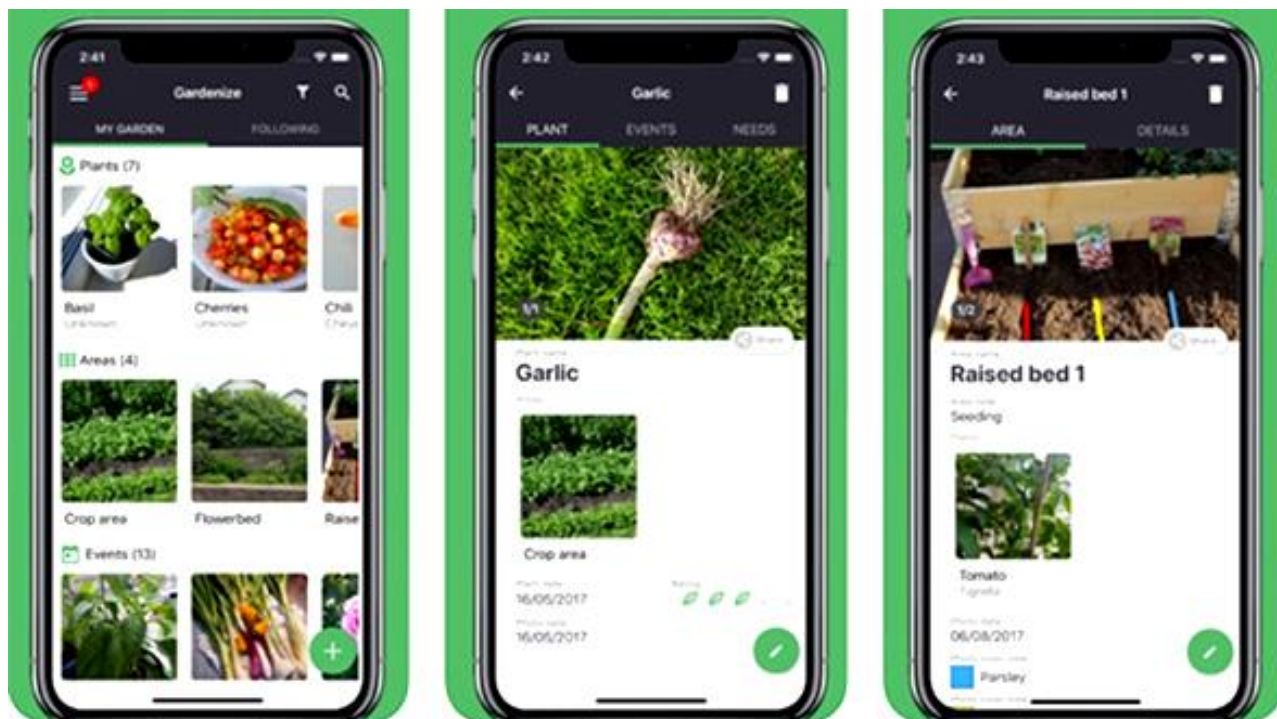


Рисунок 1.2 – Мобільний застосунок Agrobase [14]

Yara CheckIT – додаток створений для того, щоб виявити дефіцит поживних речовин у рослин, а також дає поради, які препарати внести, щоб виправити ситуацію (Рисунок 1.3). Користувачі можуть переглядати світлини хворих рослин і розподіляти їх по категоріях: за симптомами, розміщенням симптому на рослині або причини симптому. Додаток розроблений для роботи в місцевості, де обмежений доступ до мережі. Додаток є доступний для безкоштовного завантаження та використання [14].



Рисунок 1.3 – Мобільний застосунок Yara CheckIT [14]

Plantix – додаток, що діагностує урожай фруктів, овочів та інших рослин за світлинами, а також визначає спосіб лікування (Рисунок 1.4). Більше того, Plantix – це майданчик, де експерти з усього світу мають можливість писати рекомендації та поради з вирощування рослин для конкретного регіону. Plantix веде співпрацю з міжнародними науково-дослідними інститутами і міжурядовими організаціями. Додаток Plantix доступний для завантаження через Google Play абсолютно безкоштовно [14].

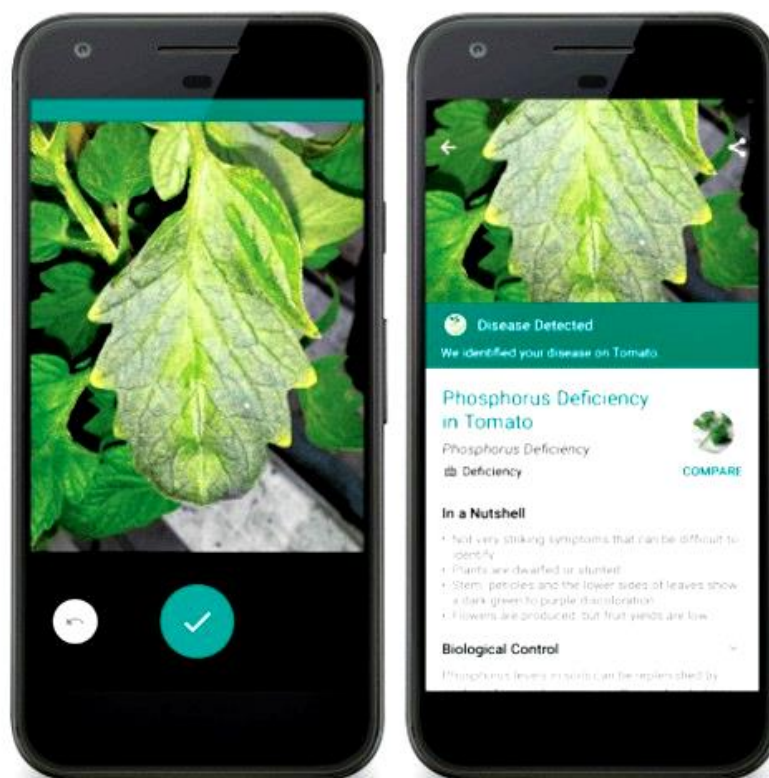


Рисунок 1.4 – Мобільний застосунок Plantix [14]



Рисунок 1.5 – Мобільний застосунок Plantix ADAMA Lab [15]

ADAMA Lab – додаток, в якому для визначення хвороби необхідно сфотографувати шкідника або уражену хворобою рослину. Після чого світлина порівнюється з існуючою базою даних (Рисунок 1.5). Великою перевагою додатку є те, що якщо в базі даних хворобу не знайдено, то можна відправити запит до експерта компанії-розробника, який допоможе її визначити [15].

Електронний довідник «Визначник шкідників і хвороб рослин» створений на основі книги Гребенщикова С.К., «Довідковий посібник із захисту рослин для садівників і городників», 1991 р. (Рисунок 1.6). Довідник представляє собою веб-застосунок та містить відомості про шкідників і хвороби садових і городніх культур, допомагає їх розпізнавати за наявними ознаками. Визначник побудований на протиставленні ознак. При вході в розділ визначника описується ознака, яка або є в досліджуваному об'єкті, або його немає. Потрібно відповідати відповідним чином, натискаючи одну з кнопок «ТАК» чи «НІ». Після кількох кроків буде отримана відповідь. Роз'яснення по шкідників і хвороб можна знайти в довіднику бібліотеки СЕБіЗ «Захист рослин на городі і саду». У книзі Гребенщикова є неточності, що не дозволяють в деяких випадках визначити шкідника або хворобу [15].

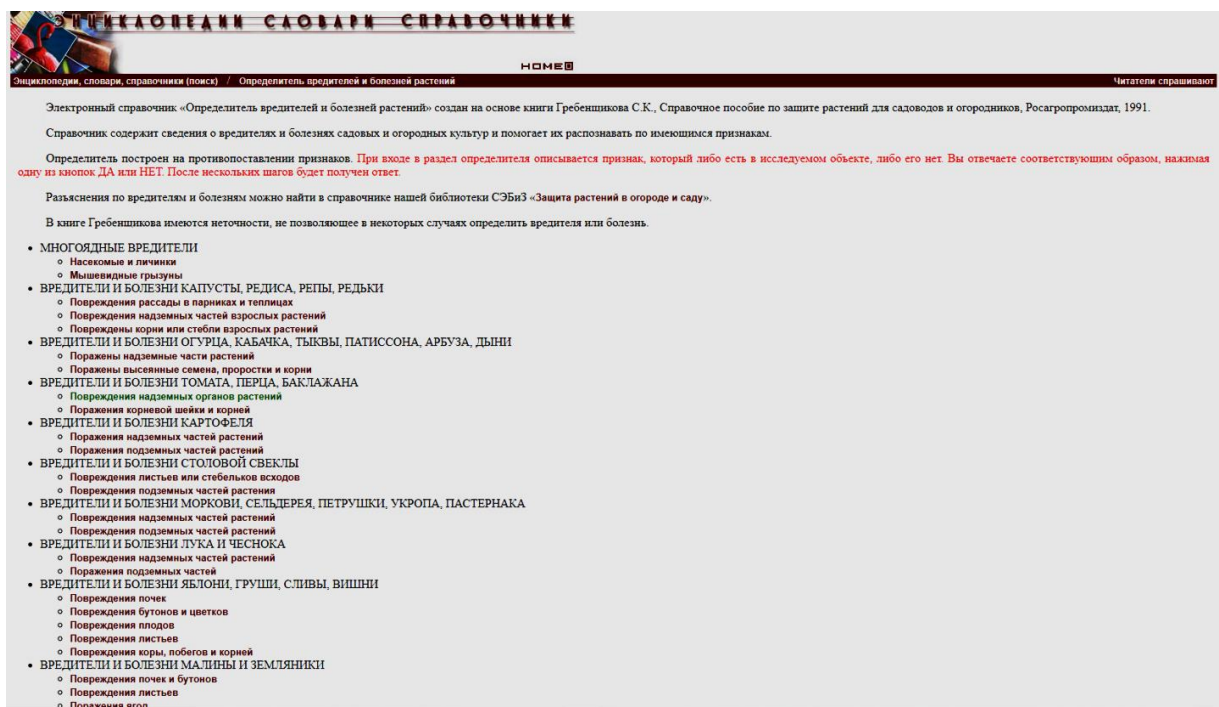


Рисунок 1.6 – Веб-застосунок «Визначник шкідників і хвороб рослин»

Отже, на сьогоднішній день існує ряд рішень, що допомагають вирішувати задачу діагностування хвороб рослинних культур. Відомі програмні продукти для вирішення завдання діагностування хвороб рослинних культур мають ряд недоліків. Основним недоліком з яких є те, що оскільки більшість з них доступна тільки у версії для мобільних телефонів, то у них реалізовані переважно функції діагностики хвороб по світлинах. Враховуючи те, що багато хвороб можуть мати схожий зовнішній вигляд, при неякісних зображеннях можливі помилки діагностування та з таких даних може бути визначений неповний перелік симптомів, розробка методів і засобів діагностування хвороб рослинних культур за шаблонами хвороб на поточному етапі є актуальним.

1.3 Аналіз наукових публікацій з проблеми автоматизації діагностування хвороб рослинних культур

Проблемі автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур присвячена доволі велика кількість робіт. Більшість із них присвячені візуальному способу розпізнавання хвороб рослин.

Так у роботі «Діагностика захворювань рослин з використанням технологій розпізнавання образів в системі економічної безпеки фермерських домогосподарств» [16] автори пропонують вирішувати проблему діагностики шляхом запуску роботизованої платформи з відео реєстратором, що фіксує камерою уражене листя. Щодо алгоритму розпізнавання хвороб, то автори використовують розпізнавання хвороби по кольору уражених частин листя рослини. Для цього використовують бібліотеку OpenCv мови програмування Python. Автори стверджують, що застосування безкоштовних бібліотек Python та бюджетного апаратного забезпечення не становить великих труднощів та не є затратними для вирішення даної задачі. І кожен фермер, що має ціль діагностувати хвороби рослин, може впроваджувати дану технологію у своєму господарстві.

У публікації «Сучасні підходи до аналізу зображень в системах ідентифікації захворювань рослин із застосуванням детектору FAST» [17] автори розглянули метод детектування особливих точок на зображенні, з використанням алгоритму FAST, а також запропонували спосіб розпізнавання захворювання листя ячменю на базі бібліотеки OpenCv мови програмування Python. Автори стверджують, що застосування детектора FAST встановлює велику кількість точок на зображенні, в результаті чого визначаються закономірності між дескрипторами таких точок. Такий спосіб обробки зображень дає більш точні результати, ніж просто застосування методів машинного розпізнавання. Проте автори наголошують на тому, що точність та практичне застосування даного методу в реальних умовах потребують подальшого дослідження.

Дещо інший підхід для вирішення завдання автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур розглядається у публікації [18], де наведено аналіз відомого підходу до оцінювання санітарного стану посівів сільськогосподарських культур. Він заснований на даних космічного дистанційного зондування та використання вегетаційних індексів. Такий підхід суттєво зменшує інформативність спектральних каналів, оскільки вегетаційні індекси є скалярною комбінацією сигналів окремих каналів. Через стохастичність завдання та високу апріорну невизначеність використання вегетаційних індексів не дозволяє вирішувати завдання виявлення бур'янів, хвороб та шкідників рослин. Для вирішення цієї проблеми у роботі використовується набір спектральних каналів, що мають найбільшу інформативність. Для відбору таких каналів запропоновано підхід, що ґрунтується на теорії інформації Шеннона. Завдання виявлення бур'янів, шкідників та хвороб, через велику кількість таких об'єктів, вирішують у два етапи. На першому етапі використовують всі спектральні канали засобу космічного зондування і вирішують завдання класифікації груп: бур'яни, хвороби та шкідники. Для розв'язання цього завдання застосований імовірнісно-статистичний підхід. При цьому прийнято припущення про нормальний розподіл параметрів відображення каналів зондування відносно груп класів, що виявляються. На другому етапі уточнюють види класів у групах «бур'яни»,

«хвороби», «шкідники». Для цього використовують байєсовську процедуру класифікації з послідовним уведенням інформації каналів зондування. Для апробації методів було розроблено програмно-технічний комплекс, орієнтований на формат інформації космічного апарату «Ресурс-П».

Основною ідеєю запропонованої моделі алгоритмів у публікації «Алгоритми діагностики захворювань рослин з образу їх листя» [19] полягає у розпізнаванні фітосанітарного стану сільськогосподарських культур за діагностичними ознаками. При цьому формування діагностичних ознак спирається на обчислення різних статистичних характеристик кожного фрагмента вихідного зображення. У процесі вирішення практичного завдання автори визначили, що етапи формування підмножин «незалежних» ознак, а саме питання визначення числа цих підмножин та набору діагностичних ознак по зображенню листя, а також вибір параметра, що згладжує в потенційній функції, мають найважливіше значення під час вирішення завдання діагностики. Розроблена модель може бути використана при складанні різних програмних комплексів, орієнтованих на вирішення завдань класифікації об'єктів, заданих як зображень.

У всіх вище оглянутих публікаціях авторами розглянуто ряд інформаційних технологій, за допомогою яких вирішується задача автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур аналізуючи зображення хворої рослини. Проте, не завжди ці методи можуть розпізнавати хвороби якісно. В залежності від підібраних алгоритмів вирішення задачі та навчання нейронних мереж допустима певна похибка. Відтак, результати аналізу підтверджують перспективність діагностування хвороб рослинних культур за шаблонами хвороб.

1.4 Постановка задачі

Мета кваліфікаційної роботи магістра полягає у розробці методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур та супутніх засобів, необхідних для автоматизованого визначення захворювань рослинних культур за

множиною наявних симптомів і їх параметрів та сортом рослини що діагностується.

Для досягнення поставленої мети розробки методу та засобів автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур потрібно розв'язати наступні *задачі дослідження*:

1. Провести аналіз предметної області та відомих підходів до автоматизованого визначення захворювань рослинних культур.
2. Вдосконалити інформаційну модель діагностування хвороб рослинних культур.
3. Розробити метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур.
4. Розробити інформаційну технологію автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.
5. Розробити інформаційну систему автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.

Також слід провести функціональне та прикладе дослідження ефективності розроблених засобів, у тому числі для тестового аналізу випадків захворювань рослин.

Висновки до розділу 1

В розділі за результатом дослідження сучасного стану проблеми автоматизації діагностування хвороб рослинних культур визначено, що завдання автоматизованого визначення захворювань рослинної культури за допомогою експертних систем є перспективним з тих причин, що вони надають визначену й обґрунтовану відповідь за введеними користувачем даними, має велику швидкодію, має можливість постійно розширюватись, а також дає пояснення щодо вибору певного розв'язку задачі.

Аналіз існуючого програмного забезпечення предметної області виявив, що на сьогоднішній день існує ряд рішень, що допомагають вирішувати задачу діагностування хвороб рослинних культур. Відомі програмні продукти для

вирішення завдання діагностування хвороб рослинних культур мають ряд недоліків. Основним недоліком із яких є те, що оскільки більшість із них доступна тільки в версії для мобільних телефонів, то в них реалізовані переважно функції діагностики хвороб по світлинах. Враховуючи те, що багато хвороб можуть мати схожий зовнішній вигляд, при неякісних зображеннях можливі помилки діагностування та із таких даних може бути визначений неповний перелік симптомів, розробка методів та засобів діагностування хвороб рослинних культур за шаблонами хвороб наразі є актуальним.

Проведено аналіз сучасних наукових публікацій з проблеми автоматизації діагностування хвороб рослинних культур, які переважно стосуються автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур аналізуючи зображення хворої рослини. Визначено, що не завжди ці методи можуть розпізнавати хвороби якісно. Зокрема, може бути визначений неповний перелік симптомів, тому підтверджено перспективність діагностування хвороб рослинних культур за шаблонами хвороб.

За результатом проведеного дослідження сучасного стану проблеми автоматизації діагностування хвороб рослинних культур поставлено мету кваліфікаційної роботи магістра, яка полягає у розробці методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур та супутніх засобів, необхідних для автоматизованого визначення захворювань рослинних культур за множиною наявних симптомів і їх параметрів та сортом рослини, що діагностується.

Розділ 2

Розробка методу і засобів автоматизованого визначення захворювань рослинних культур

2.1 Інформаційна модель діагностування хвороб рослинних культур

Розробка інформаційної моделі діагностування хвороб рослинних культур пояснюється необхідністю роботи з рядом процесів й сутностей предметної області визначення захворювань рослинних культур у межах розробки відповідних інформаційних методів і засобів. Інформаційна модель діагностування хвороб рослинних культур є формальним поданням сутностей, з якими проводяться операції при діагностуванні хвороб рослинних культур.

Отож, інформаційна модель діагностування хвороб рослинних культур DHR має наступний вигляд:

$$\{ H \cup S \cup P \cup R \cup SH \cup XSH \cup YSH \cup SR \cup HR \} \subset DHR, \quad (2.1)$$

де H – хвороби рослин, S – симптоми, P – сорти рослин, R – діагностовані рослини, SH – симптоми s хвороб h сортів рослин p , XSH – мінімальні граничні параметри sh симптомів s хвороб h сортів рослин p , YSH – максимальні граничні параметри sh симптомів s хвороб h сортів рослин p , SR – наявні симптоми s в рослин r , HR – діагностовані хвороби h у в рослин r .

При використанні інформаційної моделі діагностування хвороб рослинних культур приймається за вихідне, що для різних сортів рослин при діагностуванні різних хвороб можуть враховуватись різні симптоми у різних параметричних проявах.

Таким чином, розроблено інформаційну модель діагностування хвороб рослинних культур, яка є формальним поданням сутностей, з якими проводяться операції при діагностуванні хвороб рослинних культур, і містить всі необхідні для автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур параметри роботи з рядом процесів й сутностей предметної області. Інформаційна модель діагностування хвороб рослинних культур містить параметри: хвороби рослин, симптоми, сорти рослин, діагностовані рослини, симптоми хвороб сортів рослин,

мінімальні граничні параметри симптомів хвороб сортів рослин, максимальні граничні параметри симптомів хвороб сортів рослин, наявні симптоми в рослин, діагностовані хвороби у рослин.

2.2 Схеми методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур

Метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур використовує множину даних інформаційної моделі діагностування хвороб рослинних культур для визначення множини діагностованих хвороб рослини за множиною наявних симптомів, параметрами наявних симптомів та сортом рослини.

На Рисунку 2.1 зображено схему етапів методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур. Вхідними даними методу є множина множиною наявних симптомів, параметри наявних симптомів та сорт рослини що діагностується. Також метод використовує відомості з бази даних, до яких належать хвороби, симптоми та сорти рослин, і відомості з бази знань, зокрема симптоми хвороб і характерні граничні параметри симптомів хвороб.

При роботі методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур спершу виконується формування множини можливих хвороб рослини шляхом додавання до порожньої вихідної множини всіх хвороб, у яких присутні наявні симптоми. Після цього здійснюється формування множини потенційних хвороб рослини, при якому з множини потенційних хвороб рослини видаляються всі хвороби, у яких параметри невідповідні заданим.

Після цього перевіряється, чи відомо всі параметри всіх симптомів для множини потенційних хвороб рослини. Якщо відомо не всі параметри всіх симптомів для множини потенційних хвороб рослини, то формується запит невідомих параметрів у користувача, в результаті чого забезпечується додавання відсутніх параметрів визначених симптомів. Якщо ж відомо всі параметри всіх симптомів для множини потенційних хвороб рослини, то виконується

формування множини діагностованих хвороб рослини шляхом видалення з множини всіх хвороб, у яких симптоми не відповідають наявним параметрам.



Рисунок 2.1 – Схема методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур

У такий спосіб одержуються вихідні дані методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур у вигляді множини діагностованих хвороб рослини.

Таким чином, розроблено метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур, який використовує множину даних інформаційної моделі діагностування хвороб рослинних культур для визначення множини діагностованих хвороб рослини за множиною наявних симптомів, параметрами наявних симптомів та сортом рослини.

Характерною рисою розробленого методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур є те, що при його застосування виконується не тільки відкидання параметрично неприйнятних по симптомах хвороб, а й запити користувачу на встановлення параметрів симптомів потенційно можливих захворювань, що дозволяє в процесі роботи методу розширити симптоматичну картину та взяти до розгляду відпочатку невідповідні діагнози. При зворотному використанні методу, можливе прогнозування супутніх хвороб рослинних культур формування шаблонів запитів на симптоми, які формуються за відповідним обсягом прогнозованих хвороб рослинних культур.

2.3 Інформаційна технологія автоматизованого визначення захворювань рослинної культури

Інформаційна технологія автоматизованого визначення захворювань рослинної культури використовує розроблений в п.2.2 метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур та наведену в п.2.1 інформаційну модель діагностування хвороб рослинних культур для одержання за вхідними даними симптомів захворюваності та їх параметрів вихідних даних у вигляді множин діагностованих хвороб рослини й зафіксованих симптомів рослини та експертного висновку із поясненням причин діагностування хвороб рослини.

На рисунку 2.2 наведено схему блоків послідовностей виконання інформаційної технології автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.

Вхідними даними інформаційної технології автоматизованого визначення захворювань рослинної культури є фактичні, експертні та каталогові відомості. Каталогів відомості складають дані хвороб, симптомів і сортів рослин. Експертні відомості є відомостями про характерні симптоми хвороб та граничні параметри симптомів хвороб. Фактичні відомості складають відомі симптоми та їх параметри.

Блок 1 виконання інформаційної технології автоматизованого визначення захворювань рослинної культури забезпечує роботу користувача з експертними та каталоговими відомостями. Зокрема, відбувається додавання і коригування відомостей про сорти рослин, відомостей про хвороби рослин за сортами, а також можливе додаткове визначення відповідності хвороб рослин симптомам із подальшим фіксуванням відповідних граничних параметрів відповідності симптомів хворобам рослин.



Рисунок 2.2 – Схема інформаційної технології автоматизованого визначення захворювань рослинної культури

Блок 2 виконання інформаційної технології забезпечує формування множини хвороб рослини методом автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур. При цьому спершу відбувається формування множини можливих хвороб, у яких присутні наявні симптоми. Після цього згідно методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур виконується формування множини потенційних хвороб, у яких параметри відповідні заданим. Потім проводиться запит відсутніх параметрів симптомів потенційних хвороб у користувача, за результатами чого виконується формування множини діагностованих хвороб рослини.

При виконанні Блока 3 інформаційної технології автоматизованого визначення захворювань рослинної культури здійснюється робота підсистеми пояснення встановленого діагнозу. При цьому проводиться формування множини діагностованих хвороб рослини й відповідних симптомів, а також формування множини зафіксованих симптомів рослини та їх параметрів. За результатом роботи, виконується автоматизоване формування висновку із поясненням діагностування хвороб рослини.

Вихідними даними інформаційної технології автоматизованого визначення захворювань рослинної культури є множина діагностованих хвороб рослини, множина зафіксованих симптомів рослини та їх параметри, а також сформований експертний висновок із поясненнями причин діагностування хвороб рослини.

Таким чином, розроблено інформаційну технологію автоматизованого визначення захворювань рослинної культури, яка використовує метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур та інформаційну модель діагностування хвороб рослинних культур для одержання за вхідними даними симптомів захворюваності й їх параметрів вихідних даних у вигляді множин діагностованих хвороб рослини і зафіксованих симптомів рослини, а також експертного висновку із поясненням причин діагностування хвороб рослини.

2.4 Множина функцій інформаційної технології для створення інформаційної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури

Відповідно до п.2.3, розроблена згідно інформаційної технології автоматизованого визначення захворювань рослинної культури інформаційна система має виконувати наступні функції:

- визначення відповідності хвороб рослин симптомам;
- фіксування граничних параметрів відповідності симптомів хворобам рослин;
- додавання і коригування відомостей про можливі хвороби рослин за сортами;
- додавання і коригування відомостей про сорти рослин;
- додавання і коригування відомостей про можливі симптоми хвороб;
- додавання і коригування каталогових відомостей про хвороби рослин;
- введення користувачем сорту рослини яка діагностується на предмет захворювань;
- введення користувачем наявних симптомів в рослини яка діагностується на предмет захворювань;
- визначення користувачем параметрів наявних симптомів в рослини яка діагностується на предмет захворювань;
- визначення користувачем користувача відсутніх параметрів симптомів потенційних хвороб для додаткового діагностування у відповідь на запит системи в процесі автоматизованого діагностування;
- формування множини можливих хвороб, у яких присутні вказані користувачем симптоми;
- формування множини потенційних хвороб, у яких параметри симптомів відповідні заданим користувачем;
- формування результуючої множини діагностованих хвороб у рослини яка перевіряється;

- формування результуючої множини зафіксованих симптомів рослини та їх параметрів, яку було доповнено в ході додаткового діагностування;
- формування множини діагностованих хвороб у рослини й відповідних симптомів і їх параметрів, за якими ці хвороби діагностовано;
- формування експертного висновку із поясненням діагностування хвороб рослини.

Наведений обсяг функцій визначає функціональні вимоги до розробки інформаційної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури для відповідності створеній інформаційній технології.

Висновки до розділу 2

В розділі було розглянуто створені інформаційну модель діагностування хвороб рослинних культур, метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур та інформаційну технологію автоматизованого визначення захворювань рослинної культури, яка використовує наведені модель і метод.

При використанні інформаційної моделі діагностування хвороб рослинних культур приймається за вихідне, що для різних сортів рослин при діагностуванні різних хвороб можуть враховуватись різні симптоми у різних параметричних проявах.

Також у розділі розглянуто розроблений метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур, що використовує множину даних інформаційної моделі діагностування хвороб рослинних культур для визначення множини діагностованих хвороб рослини за множиною існуючих симптомів, параметрами наявних симптомів й сортом рослини. Характерною рисою розробленого методу є те, що за його застосування виконується не тільки відкидання параметрично некоректних по симптомах хвороб, а і виконуються запити користувачу на встановлення параметрів симптомів потенційно можливих захворювань. Це дозволяє у процесі роботи методу розширити симптоматичну картину і взяти до розгляду відпочатку невідповідні діагнози.

Розроблено створену інформаційну технологію автоматизованого визначення захворювань рослинної культури, що використовує метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур та інформаційну модель діагностування хвороб рослинних культур для одержання за вхідними даними симптомів захворюваності й їх параметрами вихідних даних у вигляді множини діагностованих хвороб рослини і множини зафіксованих симптомів рослини, а також експертного висновку з поясненням причин діагностування хвороб рослини.

Також у розділі наведено обсяг функцій, який визначає функціональні вимоги до розробки інформаційної системи для відповідності створеній інформаційній технології автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.

Розділ 3

Розробка інформаційної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури

3.1 Схема взаємодії функціональних модулів інформаційної системи

Відповідно до сформованих у п.2.4 згідно інформаційної технології автоматизованого визначення захворювань рослинної культури функцій інформаційної системи, було спроектовано відповідну структуру, яку зображено на Рисунку 3.1. Інформаційна система автоматизованого визначення захворювань рослинної культури складається з бази даних, бази знань та п'яти функціональних модулів, що мають різне призначення: модуль роботи користувача з експертними даними, модуль роботи користувача з каталоговими даними, модуль взаємодії користувача з оперативними даними, модуль формування множини хвороб рослини та модуль експертного пояснення встановленого діагнозу та виведення користувачу результатів роботи.

База даних містить відомості: хвороби рослин, симптоми, сорти рослин, діагностовані рослини, діагностовані хвороби у в рослин. База знань містить відомості: симптоми хвороб сортів рослин, мінімальні граничні параметри симптомів хвороб сортів рослин, максимальні граничні параметри симптомів хвороб сортів рослин, наявні симптоми в рослин.

Функціональний модуль роботи користувача з експертними даними забезпечує виконання функцій додавання й коригування відомостей про можливі хвороби рослин за сортами, визначення відповідності хвороб рослин симптомам та фіксування граничних параметрів відповідності симптомів хворобам рослин.

Функціональний модуль роботи користувача з каталоговими даними забезпечує виконання функцій додавання і коригування відомостей про сорти рослин, додавання й коригування відомостей про можливі симптоми хвороб та додавання й коригування каталогових відомостей про хвороби рослин.

Функціональний модуль взаємодії користувача з оперативними даними призначений для забезпечення виконання функцій введення користувачем сорту

рослини яка діагностується на предмет захворювань, введення користувачем наявних симптомів в рослини яка діагностується на предмет захворювань, визначення користувачем параметрів наявних симптомів в рослини яка діагностується на предмет захворювань та визначення користувачем користувача відсутніх параметрів симптомів потенційних хвороб для додаткового діагностування у відповідь на запит системи в процесі автоматизованого діагностування.



Рисунок 3.1 – Схема взаємодії функціональних модулів інформаційної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури

Функціональний модуль формування множини хвороб рослини призначений для забезпечення виконання функцій формування множини

можливих хвороб, у яких присутні вказані користувачем симптоми, формування множини потенційних хвороб, у яких параметри симптомів відповідні заданим користувачем та формування результуючої множини діагностованих хвороб у рослини яка перевіряється.

Функціональний модуль експертного пояснення встановленого діагнозу та виведення користувачу результатів роботи забезпечує виконання функцій формування множини діагностованих хвороб у рослини й відповідних симптомів і їх параметрів, за якими ці хвороби діагностовано, формування результуючої множини зафіксованих симптомів рослини та їх параметрів, яку було доповнено в ході додаткового діагностування та формування експертного висновку із поясненням діагностування хвороб рослини.

Отож, відповідно до інформаційної технології автоматизованого визначення захворювань рослинної культури було спроектовано необхідну структуру інформаційної системи, яка включає в себе базу даних, базу знань і п'ять функціональних модулів, що мають різне призначення: модуль роботи користувача з експертними даними, модуль роботи користувача з каталоговими даними, модуль взаємодії користувача з оперативними даними, модуль формування множини хвороб рослини та модуль експертного пояснення встановленого діагнозу та виведення користувачу результатів роботи.

3.2 Визначення комбінації засобів розробки інформаційної системи

Перш ніж переходити до розробки інформаційної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури, необхідно обрати інструменти, за допомогою яких ця система буде створюватись. Слід обрати такі інструменти розробника: мова програмування, середовище розробки, технології для розробки та систему керування базами даних.

На сьогоднішній день існує багато мов програмування. Згідно рейтингу мов програмування, одними з найпопулярніших є наступні мови програмування: C++; C#; Java; Python [20].

C++ – високорівнева мова програмування. Може використовуватись у більшості сфер застосування. Використовується для розробки різноманітних програм. На сьогодні – це одна з найпопулярніших та найвідоміших мов програмування.

Основні сфери використання C++:

- розробка ігор та ігрових двигунів (Unreal Engine, Unity);
- GPU-обчислення (cryptocurrency, deep learning);
- розробка високонавантажених та високопродуктивних додатків.

Серед переваг цієї мови програмування слід виділити те, що на мові C++ розробляють програми для різних платформ і систем. Великою перевагою також є те, що можна працювати на низькому рівні з пам'яттю, адресами, портами. Але ця перевага при необережному використанні, може легко перетворитися на недолік. Є можливість створення узагальнених алгоритмів для різних типів даних, їх спеціалізація, та обчислення на етапі компіляції з використанням шаблонів.

Серед недоліків мови C++ варто відзначити наявність безлічі варіантів, що порушують принципи типобезпеки, це призводить до того, що в програмі, яка написана на C++, може легко виникнути помилка, яку важко вловити. Замість контролю з боку компілятора розробники змушені дотримуватися дуже нетривіальних правил кодування. Також одними з основних недоліків є погана підтримка модульності, нестача інформації про типи даних під час компіляції (СТП). Також варто відзначити те, що мова C++ є складною для вивчення та компіляції [21].

C# – об'єктно-орієнтована мова програмування, яка забезпечує типобезпеку даних. C# надає можливість розробникам створювати різноманітні типи безпечних та доволі надійних програм, що виконуються в середовищі .NET. C# належить до сімейства мов C, і буде добре знайомою будь-кому, хто до цього мав справу з C, C++, Java або JavaScript.

Мова програмування C# була розроблена для роботи з .NET, у неї простий синтаксис, багато стандартних бібліотек та зручне та потужне середовище розробки. З допомогою цієї мови програмування можна розробляти сайти

(ASP.NET), клієнтські та web-додатки, кросплатформові мобільні програми та ігри в Unity 3D та CryEngine [22].

Серед переваг варто виділити наступне:

- розширюваність системи;
- кросплатформенність;
- ступінь відкритості вихідних текстів бібліотек, виконуваних програм;
- велика кількість літератури для вивчення;
- можливість залучення сторонніх розробників при розробці системи для програмування вузько-спеціалізованих завдань;
- захищеність і контроль версій алгоритмів, що підключаються.

Головним недоліком є те, що C# дуже легко дизасемблюється. Це означає, що з великою ймовірністю код буде отриманий і вивчений сторонніми людьми. Звичайно, є спеціальні інструменти, які можуть ускладнити цей процес, але на 100% захиститися від цього практично неможливо.

Java – об'єктно-орієнтована мова програмування, яка була створена у 1995 року компанією, що має назву «Sun Microsystems». Ця мова є основним компонентом платформи Java. З 2009 року мова перейшла до рук компанії «Oracle». В реалізації Java-програми компілюються у байт-код, що при виконанні інтерпретується віртуальною машиною для певної платформи.

Серед переваг відзначити варто:

- об'єктно-орієнтований підхід;
- кросплатформенність;
- порівняно простий синтаксис;
- у Java є кілька функцій, які ліквідують уразливості, що часто зустрічаються;
- можливість використання розподіленого програмування;
- підтримка мови компанією-власником.

Недоліками є те, що Java-код компілюється віртуальною машиною, що знижує продуктивність та швидкість виконання. Хоч ця мова програмування є подібною до природних мов і це робить її вивчення та розуміння простіше, але це

також веде і до того, що вона містить багато зайвої інформації і досить громіздка [23].

Python – це високорівнева мова програмування загального призначення. Мова орієнтована на підвищення продуктивності розробника і простоту читання коду. Python – універсальний, тому його використовують і для розробки сайтів, і для розробки додатків на мобільні телефони, і для додатків, пов'язаних з Machine learning, нейронними мережами та штучним інтелектом.

Основною перевагою є те, що вона є інтерпретованою мовою програмування, яка не компілюється. Тому до запуску написаний код є звичайним текстовим файлом. Виходячи з цього, програмувати є можливість майже на всіх платформах, а сама мова логічна і добре спроектована.

Серед недоліків варто виділити те, що програми на Python є недостатньо швидкими. На цій мові програмування краще не створювати додатки, що вимагають великих об'ємів пам'яті. Ця мова має високий рівень залежності від системних бібліотек, внаслідок чого утрудняється перенесення на інші системи [24].

Проаналізувавши всі переваги та недоліки розглянутих вище мов програмування, для розробки ІС було обрано мову програмування C# та середовище програмування Microsoft Visual Studio. Мова програмування поєднує у собі об'єктно- і контекстно-орієнтовані концепції. Вона має сувору архітектуру зі статичною типізацією. Також вона належить до сімейства C-подібних мов. Синтаксис схожий на мови C++ і Java.

Безумовними перевагами середовища Microsoft Visual Studio є:

- зручний та функціональний редактор;
- продумані користувацькі конструктори;
- вбудований налагоджувач коду та інші помічники розробника.

Написані мовою C# програми виконують платформа .NET Framework, інтегрована у Windows. Також для цієї мови програмування доступна велика кількість стандартних та користувацьких бібліотек, що дозволяє вирішувати широкий спектр задач.

До складу платформи .NET входять декілька технологій, таких як Entity Framework та ADO.NET – доступ до даних; ASP.NET, Windows Form, WPF – графічне представлення [25].

Windows Forms – інтерфейс створення програм, що відповідає за графічний інтерфейс та є частиною Microsoft .NET Framework. Цей інтерфейс спрощує доступ до елементів інтерфейсу Microsoft Windows за рахунок створення обгортки для існуючого Win32 API в керованому коді [26].

Windows Presentation Foundation (WPF) – аналог WinForms, система для побудови клієнтських програм Windows з привабливими можливостями взаємодії з користувачем, графічна підсистема у складі .NET Framework, що використовує мову XAML [27].

Так як WPF є більш гнучким при розробці десктопних застосунків, тому для реалізації графічного інтерфейсу було обрано саме цю технологію.

Що стосується створення та організації бази даних, то для цього вирішено обрати СКБД Microsoft SQL Server так як ця система є однією з популярних (Рисунок 3.2) та простих у роботі систем та відносить до продуктів Microsoft.











Rank	DBMS	Database	Score	Rate
1.	Oracle	Relational, multi-model		1321.73
2.	MySQL	Relational, multi-model		1254.83
3.	Microsoft SQL Server	Relational, multi-model		1015.30
4.	PostgreSQL	Relational, multi-model		549.29
5.	MongoDB	Document, multi-model		462.39
6.	IBM Db2	Relational, multi-model		156.01
7.	Re	Key-value, multi-model		154.15
8.	Elasticsearch	Search engine, multi-model		152.34
9.	SQLite	Relational		122.64
10.	Microsoft Access	Relational		118.14

Рисунок 3.2 – Рейтинг СКБД [28]

Microsoft SQL Server – це система керування реляційними базами даних, розроблена компанією Microsoft. Це сервер баз даних, основною функцією якого є зберігання та отримання даних за запитом інших програмних додатків, які

можуть працювати на тому ж комп'ютері, або на іншому комп'ютері в мережі. Microsoft SQL Server орієнтований на різну аудиторію та для різних робочих навантажень, починаючи від невеликих додатків і закінчуючи великими Інтернет-додатками з багатьма одночасними користувачами [29].

Отже, серед найпопулярніших мов програмування була обрана мова програмування C# і середовище програмування Microsoft Visual Studio. Обрана технологія, на базі якої розроблюватиметься інтерфейс – WPF, як найгнучкіша технологія для створення користувацького інтерфейсу. У якості СКБД, обрано Microsoft SQL Server з огляду на те, що вона є доволі потужним, але в той же час простим інструментом при роботі з базами даних.

3.3 Даталогічна модель бази даних інформаційної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури

Для зберігання даних, потрібних для роботи інформаційної системи автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур, має використовуватись база даних. Даталогічна модель бази даних інформаційної системи автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур складається з 9 таблиць і зображена на рисунку 3.3. Основними сутностями, які зберігаються в базі даних інформаційної системи, є рослини, види рослин, хвороби, види хвороб, симптоми.

Таблиця Plants – служить для збереження інформації про рослину: назву рослини, її вид, сорт, додатковий опис та фото рослини. Містить наступні атрибути: Id, Name, SpeciesId, Variety, Description, PlantImageId (таблиця 3.1).

Таблиця Species – призначена для зберігання всіх видів рослин, які введе експерт в базу даних. Містить наступні атрибути: Id, Name (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 – Атрибути таблиці Species

Таблиця Species		
Id	int	Унікальний ідентифікатор виду рослини
Name	text	Назва виду рослини

Таблиця 3.3 – Атрибути таблиці Diseases

Таблиця Diseases		
Id	int	Унікальний ідентифікатор хвороби рослин
Name	text	Назва хвороби рослини
DiseaseCategoryId	int	Вторинний ключ для однозначної ідентифікації відповідного запису таблиці «DiseaseCategory»
DiseaseImageId	int	Вторинний ключ для однозначної ідентифікації відповідного запису таблиці «Images»

Таблиця DiseasesCategories – що зберігає категорії хвороб рослин. Містить наступні атрибути: Id, Name (таблиця 3.4).

Таблиця 3.4 – Атрибути таблиці DiseasesCategories

Таблиця DiseasesCategories		
Id	int	Унікальний ідентифікатор категорії хвороби рослин
Name	text	Назва категорії

Таблиця Plants_Diseases – розвідна таблиця для збереження багатьох хвороб однієї рослини. Містить наступні атрибути: PlantsId, DiseasesId (таблиця 3.5).

Таблиця 3.5 – Атрибути таблиці Plants_Diseases

Таблиця Plants_Diseases		
PlantsId	int	Вторинний ключ для однозначної ідентифікації відповідного запису таблиці «Plants»
DiseasesId	int	Вторинний ключ для однозначної ідентифікації відповідного запису таблиці «Diseases»

Таблиця Diseases_Symptoms – розвідна таблиця для збереження багатьох симптомів однієї хвороби та вираженості симптомів хвороби. Містить наступні атрибути: SymptomsId, DiseasesId, Power (таблиця 3.6).

Таблиця 3.6 – Атрибути таблиці Diseases_Symptoms

Таблиця Diseases_Symptoms		
SymptomsId	int	Вторинний ключ для однозначної ідентифікації відповідного запису таблиці «Symptoms»
DiseasesId	int	Вторинний ключ для однозначної ідентифікації відповідного запису таблиці «Diseases»
Power	int	Сила вираженості симптому

Таблиця Symptoms – зберігає усі симптоми хвороб рослин. Містить наступні атрибути: Id, Name (таблиця 3.7).

Таблиця 3.7 – Атрибути таблиці Symptoms

Таблиця Symptoms		
Id	int	Унікальний ідентифікатор симптому
Name	text	Назва симптому

Таблиця Histories – містить у собі історію визначення хвороб. Якщо користувач захоче переглянути усі діагнози для рослин, що визначав раніше, то вони зберігатимуться саме в цій таблиці. Містить наступні атрибути: Id, PlantId, DiseasesId, DiseasesId, Time (таблиця 3.8).

Таблиця 3.8 – Атрибути таблиці Histories

Таблиця Histories		
Id	int	Унікальний ідентифікатор запису в історії
PlantId	int	Вторинний ключ для однозначної ідентифікації відповідного запису таблиці «Plant»
DiseasesId	int	Вторинний ключ для однозначної ідентифікації відповідного запису таблиці «Diseases»
Time	datetime	Дата та час запису

Таблиця Images – допоміжна таблиця для збереження назви зображення та шляху, де воно збережене. Містить наступні атрибути: Id, FileName, Title, ImageData (таблиця 3.9).

Таблиця 3.9 – Атрибути таблиці Images.

Таблиця Images		
Id	int	Унікальний ідентифікатор зображення
FileName	text	Назва файлу
Title	text	Назва
ImageData	varbinary(MAX)	Шлях розміщення файлу

Наведена вище структура бази даних інформаційної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури цілком охоплює

предметну область та забезпечує збереження та взаємозв'язок даних для коректної інформаційної роботи системи.

Для формування структури бази даних інформаційної системи було визначено сутності предметної області і їх властивості, за якими розроблено відповідну даталогічну модель бази даних інформаційної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.

3.4 Структура та функціональне призначення складових системи

Інформаційна система реалізована згідно парадигми об'єктно-орієнтованого програмування, тому має декілька складових. Структуру даної ІС можна поділити на дві частини. Перша частина – це класи сутностей, а саме рослин, видів рослин, видів хвороб, симптомів, зображень і відповідає структурі даталогічної моделі бази даних, що була розглянута в попередньому розділі. Розгорнуту діаграму класів цієї складової зображено на рисунку 3.4.

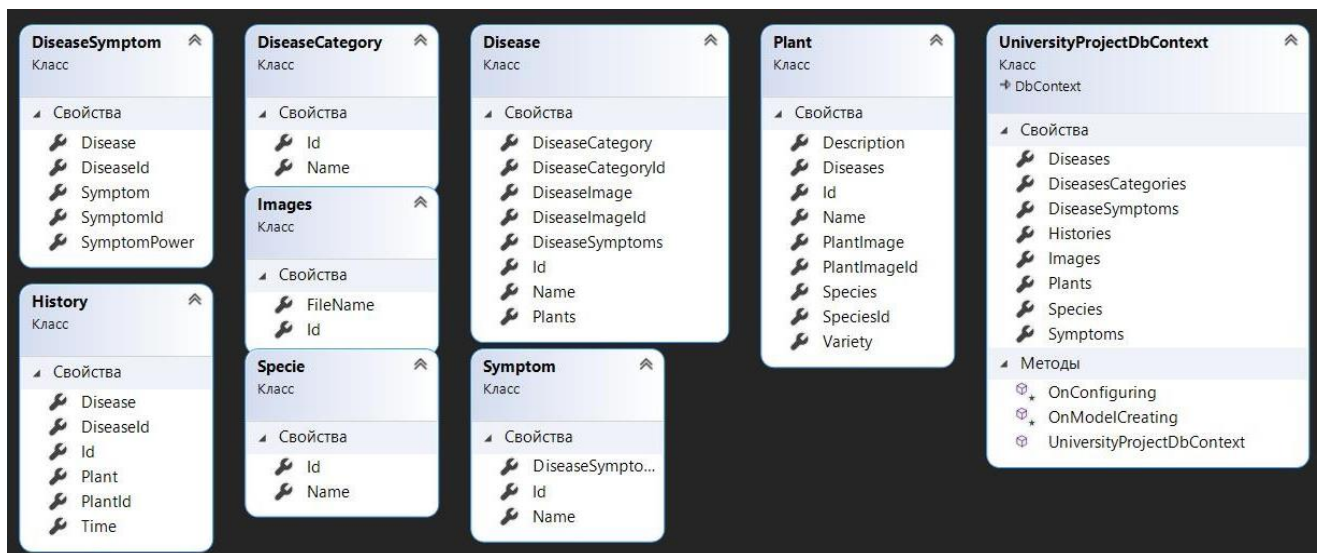


Рисунок 3.4 – Розгорнута діаграма класів ІС, що зберігає сутності БД

Розглянемо класи цієї складової детальніше.

Клас Plant – клас, що відповідає таблиці Рослина. Має властивості Id, Name, PlantImage, PlantImageId, Disease, Species, Variety, SpeciesId, Deacription.

Клас `DiseaseSymptom` – клас, що відповідає проміжній таблиці між Хворобами та Симптомами. Має властивості `Disease`, `DiseaseId`, `Symptom`, `SymptomId`, `SymptomPower`.

Клас `DiseaseCategory` – клас, що відповідає таблиці Категорії хвороб. Має властивості `Id`, `Name`.

Клас `Disease` – клас, що відповідає таблиці Хвороби. Має властивості `DiseaseCategory`, `DiseaseCategoryId`, `DiseaseImage`, `DiseaseImageId`, `DiseaseSymptoms`, `Id`, `Name`, `Plants`.

Клас `History` – клас, що відповідає таблиці Історія. Має властивості `Disease`, `DiseaseId`, `Id`, `Plant`, `PlantId`, `Time`.

Клас `Images` – клас, що відповідає таблиці Зображень. Має властивості `Id`, `FileName`.

Клас `Specie` – клас, що відповідає таблиці Вид рослини. Має властивості `Id`, `Name`.

Клас `Symptom` – клас, що відповідає таблиці Симптом. Має властивості `Id`, `Name`, `DiseaseSymptom`.

Клас `UniversityProjectDBContext` – клас, що зв'язує усі між собою усі класи. Містить властивості `Plants`, `Symptoms`, `Species`, `Images`, `History`, `Disease`, `DiseaseSymptom`, `DiseaseCategory`. Методи:

- `OnConfiguring()` – тут задається шлях до файлу БД;
- `OnModelCreating()` – тут задається інформація, що буде додана до БД після створення (зв'язки з таблицею `DiseaseSymptom`).

Розгорнута діаграма класів друга складової, що реалізовує весь функціонал ІС зображена на рисунку 3.5.

Клас `Additional` – клас, що містить 2 методи: `GetImage()` запрошує у користувача фото і повертає об'єкт `Images`, `CheckReadyForAll()` перевіряє, чи допустити відкриття версії користувача (наприклад немає доданих рослин).

Клас `DiseaseEqualityComparer` реалізує інтерфейс `IEqualityComparer<Disease>`, створений для правильного порівняння класів `Disease`.

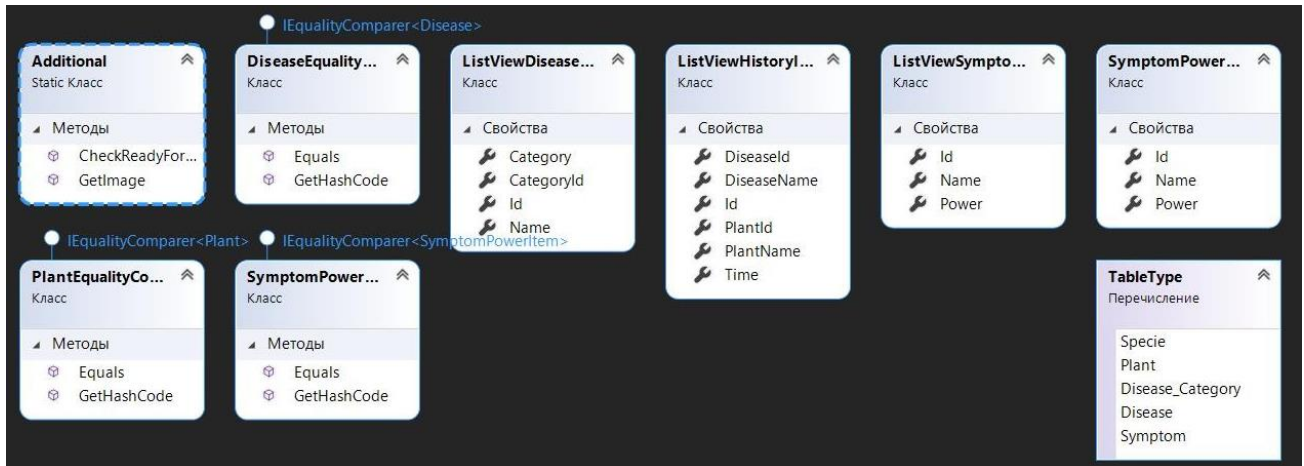


Рисунок 3.5 – Розгорнута діаграма класів функціональної частини ІС

Клас `ListViewDiseaseItem` створений для більш легкої роботи з `ListView`. Містить основні поля `Disease`.

Клас `ListViewHistoryItem` створений для більш легкої роботи з `ListView`. Містить основні поля `History`.

Клас `SymptomPowerItem` створений для більш легкої роботи з `ListView`. Містить основні поля `Symptom`.

Клас `ListViewDiseaseItem` створений для більш легкої роботи з `ListView`. Містить основні поля `Disease`.

Клас `PlantEqualityComparer` реалізує інтерфейс `IEqualityComparer<Plant>`. Створений для правильного порівняння класів `Plant`.

Клас `SymptomPowerComparer` реалізує інтерфейс `IEqualityComparer<ListViewSymptomItem>`. Створений для правильного порівняння класів `SymptomPowerItem`.

Структура `TableType` – структура, що складається з типів об'єкта (рослина, вид, хвороба, інше).

Клас `DSTagData` записується у тег до деяких елементів, для збереження деякої інформації.

Отже, описана вище структура інформаційної системи цілком відповідає об'єктно-орієнтованому підходу. Зокрема, в ній реалізовані основні сутності системи – рослини, види рослин, хвороби, види хвороб, симптоми, зображення,

історія визначення. А функціональна частина забезпечує взаємозв'язок між ними та коректне визначення хвороб рослин в даній інформаційній системі.

Висновки до розділу 3

У розділі відповідно до розробленої інформаційної технології автоматизованого визначення захворювань рослинної культури було спроектовано необхідну структуру інформаційної системи, яка включає в себе базу даних, базу знань і п'ять функціональних модулів, що мають різне призначення: модуль роботи користувача з експертними даними, модуль роботи користувача з каталоговими даними, модуль взаємодії користувача з оперативними даними, модуль формування множини хвороб рослини та модуль експертного пояснення встановленого діагнозу та виведення користувачу результатів роботи.

Для формування структури бази даних інформаційної системи було визначено сутності предметної області і їх властивості, за якими розроблено відповідну даталогічну модель бази даних інформаційної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури. Визначено комбінацію засобів розробки інформаційної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури: мова програмування C# і середовище програмування Microsoft Visual Studio, технологія WPF як технологія для створення користувацького інтерфейсу, СКБД, Microsoft SQL Server. Описано структуру інформаційної системи, яка відповідає об'єктно-орієнтованому підходу. Зокрема, в ній реалізовані основні сутності системи й функціональна частина забезпечує взаємозв'язок між ними.

Розроблена інформаційна технологія автоматизованого визначення захворювань рослинної культури дозволяє за вхідними даними симптомів захворюваності і їх параметрів одержувати вихідні дані у вигляді множин діагностованих хвороб рослини і зафіксованих симптомів рослини, а також сформулювати експертний висновок із поясненням причин діагностування хвороб

рослини. Розроблена інформаційна система автоматизованого визначення захворювань рослинної культури надає можливість за симптомами захворюваності і їх параметрами автоматизовано одержувати множину діагностованих хвороб рослини, множину зафіксованих симптомів рослини та формування експертного висновку з поясненням причин діагностування хвороб рослини.

Відповідно до розробленої інформаційної технології, яка використовує метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур, та спроектованої структури здійснено прикладну програмну розробку інформаційної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури. Інформаційна система включає в себе базу даних, базу знань і п'ять функціональних модулів, що мають різне призначення: модуль роботи користувача з експертними даними, модуль роботи користувача з каталоговими даними, модуль взаємодії користувача з оперативними даними, модуль формування множини хвороб рослини та модуль експертного пояснення встановленого діагнозу і виведення користувачу результатів роботи.

Таким чином, визначено параметри розробки інформаційної системи для подальшого дослідження ефективності інформаційної технології автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.

Розділ 4

Дослідження ефективності інформаційної технології автоматизованого визначення захворювань рослинної культури

4.1 Розробка програмних компонентів інформаційної системи

Прикладна розробка інформаційної системи необхідна для подальшого дослідження ефективності інформаційної технології автоматизованого визначення захворювань рослинної культури. Кожна система, яку реалізують програмісти, має свої особливості реалізації. Ці особливості реалізації дуже залежать від поставлених вимог до системи, що розроблюється, і звісно, від предметної області, для якої розроблюється програмний продукт.

Умовно інформаційну систему автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур можна розділити на три складових:

- інтерфейс користувача WPF – графічний інтерфейс, що допомагає користувачу взаємодіяти з бізнес-логікою додатку. Додаток містить два види інтерфейсу – користувач та експерт.

- бізнес-логіка – класи програми, що забезпечують введення (експерт) та пошук відповідних хвороб за симптомами (користувач);

- збереження та доступ до даних за допомогою бази даних.

Опишемо декілька основних функцій, що реалізовано в бізнес-логіці даного проєкту.

Для завантаження зображень (рисунок 4.1) використовуємо метод `GetImage` класу `Additional`. Лістинг методу:

```
static public Images GetImage()
{
    var dialog = new Microsoft.Win32.OpenFileDialog();
    dialog.Multiselect = false;
    dialog.Filter = "image files (*.png)|*.png|jpg files (*.jpg)|*.jpg";
    dialog.FilterIndex = 1;
    var res = dialog.ShowDialog();
    if (res.HasValue)
    {
        if (res.Value)
        {
```

```

        return new Images() { FileName = dialog.FileName };
    }
}
return null;
}

```

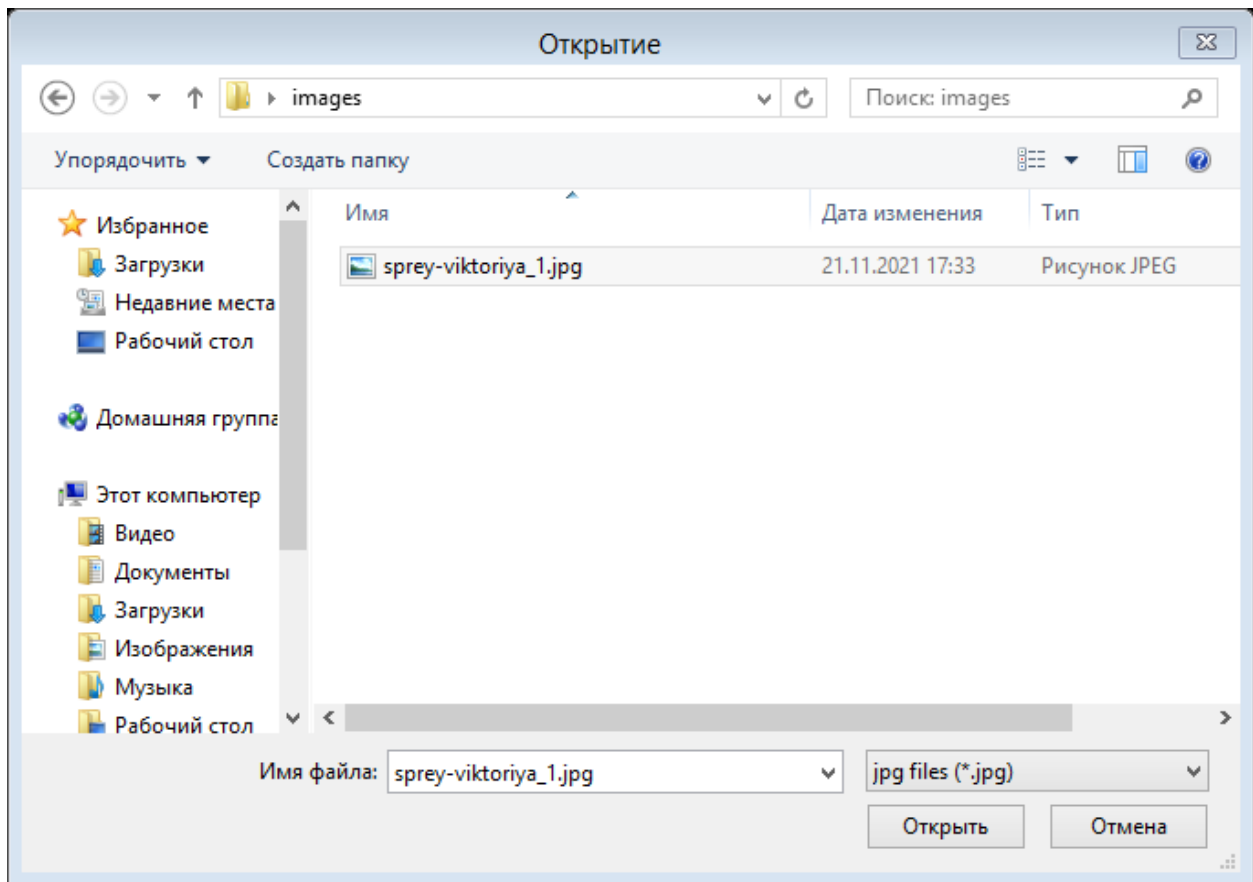


Рисунок 4.1 – Завантаження зображення рослини

Порівняння хвороб, що є в базі даних, і які задав користувач реалізовані (Рисунок 4.2) в класі `DiseaseEqualityComparer`. Лістинг класу:

```

class DiseaseEqualityComparer : IEqualityComparer<Disease>
{
    public bool Equals([AllowNull] Disease x, [AllowNull] Disease y)
    {
        return x.Name == y.Name &
            x.DiseaseCategoryId == y.DiseaseCategoryId;
    }

    public int GetHashCode([DisallowNull] Disease obj)
    {
        return base.GetHashCode();
    }
}

```

Для пошуку відповідності тієї рослини (Рисунок 4.2), що ввів користувач та тих, що є в базі реалізовано клас `PlantEqualityComparer`. Лістинг класу:

```
class PlantEqualityComparer : IEqualityComparer<Plant>
{
    public bool Equals([AllowNull] Plant x, [AllowNull] Plant y)
    {
        return x.Name == y.Name &
            x.SpeciesId == x.SpeciesId &
            x.Variety == y.Variety;
    }

    public int GetHashCode([DisallowNull] Plant obj)
    {
        return base.GetHashCode();
    }
}
```

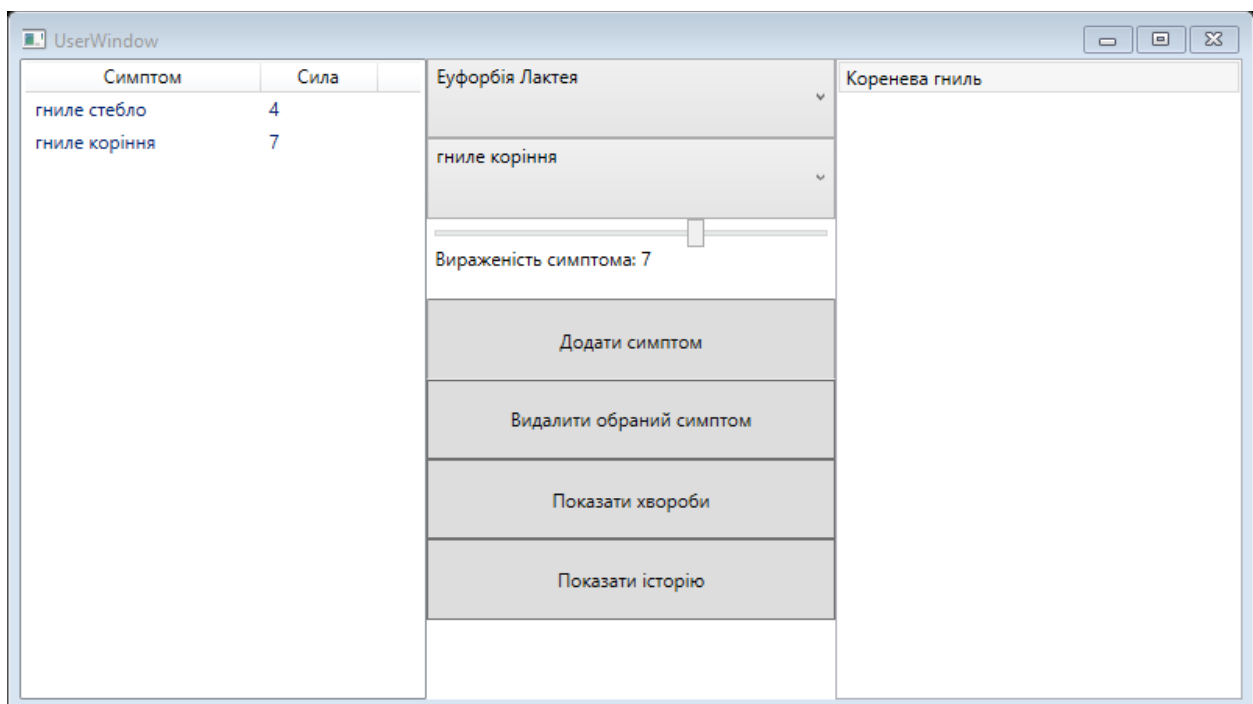


Рисунок 4.2 – Пошук відповідностей рослин та хвороб, що ввів користувач та тих, що є в базі даних

Додавання експертом даних про рослини та хвороби, її симптоми та запис їх у базу даних (Рисунок 4.3) реалізовано у класі `UniversityProjectDbContext`. Лістинг класу:

```
class UniversityProjectDbContext : DbContext
{
    public UniversityProjectDbContext ()
```

```

{
}
public DbSet<Disease> Diseases { get; set; }
public DbSet<DiseaseCategory> DiseasesCategories { get; set; }
public DbSet<Images> Images { get; set; }
public DbSet<Plant> Plants { get; set; }
public DbSet<Specie> Species { get; set; }
public DbSet<Symptom> Symptoms { get; set; }
public DbSet<DiseaseSymptom> DiseaseSymptoms { get; set; }
public DbSet<History> Histories{ get; set; }
protected override void OnModelCreating(ModelBuilder modelBuilder)
{
    modelBuilder.Entity<DiseaseSymptom>()
        .HasKey(bc => new { bc.DiseaseId, bc.SymptomId });
    modelBuilder.Entity<DiseaseSymptom>()
        .HasOne(bc => bc.Disease)
        .WithMany(b => b.DiseaseSymptoms)
        .HasForeignKey(bc => bc.DiseaseId);
    modelBuilder.Entity<DiseaseSymptom>()
        .HasOne(bc => bc.Symptom)
        .WithMany(c => c.DiseaseSymptoms)
        .HasForeignKey(bc => bc.SymptomId);
}
protected override void OnConfiguring(DbContextOptionsBuilder
optionsBuilder)
{
    base.OnConfiguring(optionsBuilder);
optionsBuilder.UseSqlite(@"$"FileName={Path.GetDirectoryName(Assembly.GetEx
ecutingAssembly().Location)}\plants.db");
}
}
}

```

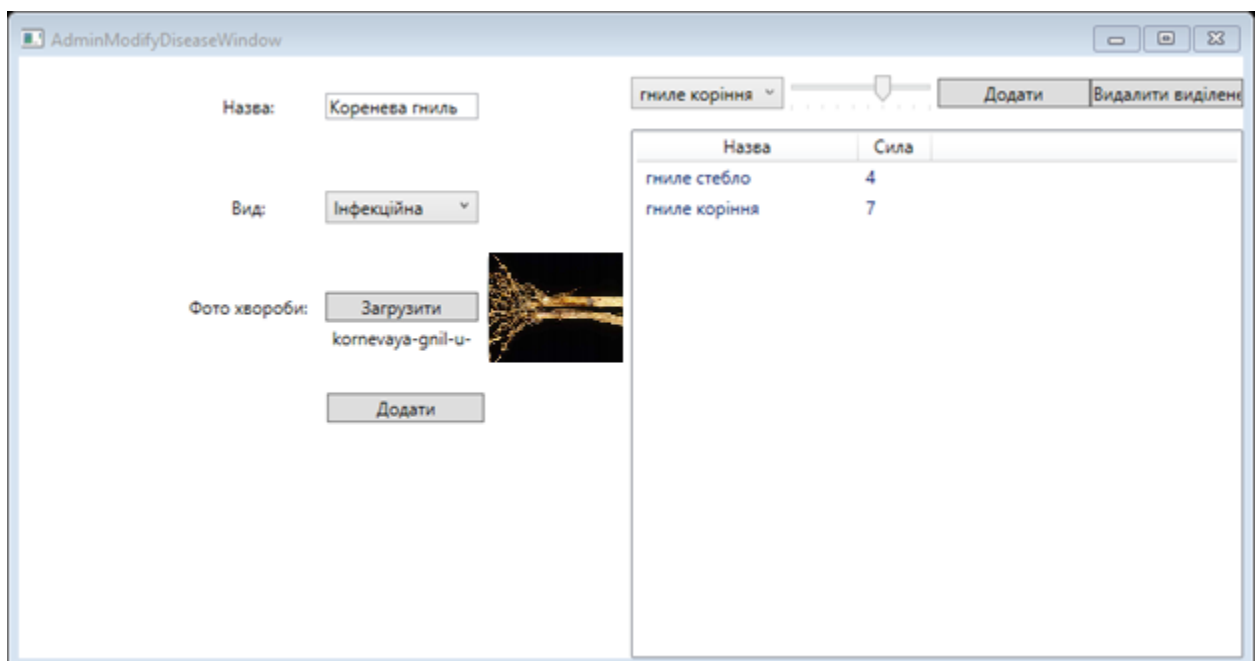


Рисунок 4.3 – Додавання експертом даних про рослини та хвороби, її симптоми

Таким чином, було розглянуто основні функціональні блоки ІС, які дозволяють реалізувати функціонал створеної інформаційної технології. ІС складається з трьох блоків: інтерфейсу користувача WPF, бізнес-логіки та збереження та доступ до даних за допомогою бази даних. Прикладна розробка інформаційної системи необхідна для подальшого дослідження ефективності інформаційної технології автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.

4.2 Прикладне тестування інформаційної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури

Для перевірки коректності роботи системи автоматизованої діагностики хвороб рослинних культур було проведено два тест-кейси.

Так як кожна рослина та хвороба потребують завантаження зображень для наочності представлення інформації, то слід обмежити виникнення помилок при завантаженні зображень. Для цього в системі при додаванні зображення було обмежено список розширень файлів до .png та .jpg (Рисунок 4.4). Даний тестовий випадок оглянуто в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Тестовий випадок завантаження зображень рослин

Перевірка завантаження зображень	
Послідовність виконання	Обробка події
<ol style="list-style-type: none"> 1. Запустити додаток. 2. Натиснути «Вхід як експерт». 3. Натиснути кнопку «Додати». 4. У вікні, що з'явилося обрати «Рослину». 5. Заповнити обов'язкові поля та натиснути «Загрузити» біля поля «Фото рослини». 6. Обрати файл з розширенням .png або .jpg. 	<p>Відкривається системне вікно з вибором зображення. У вікні розширення файлів, що можна завантажити обмежено до .png та .jpg.</p>
Результат тестування: пройдено успішно	

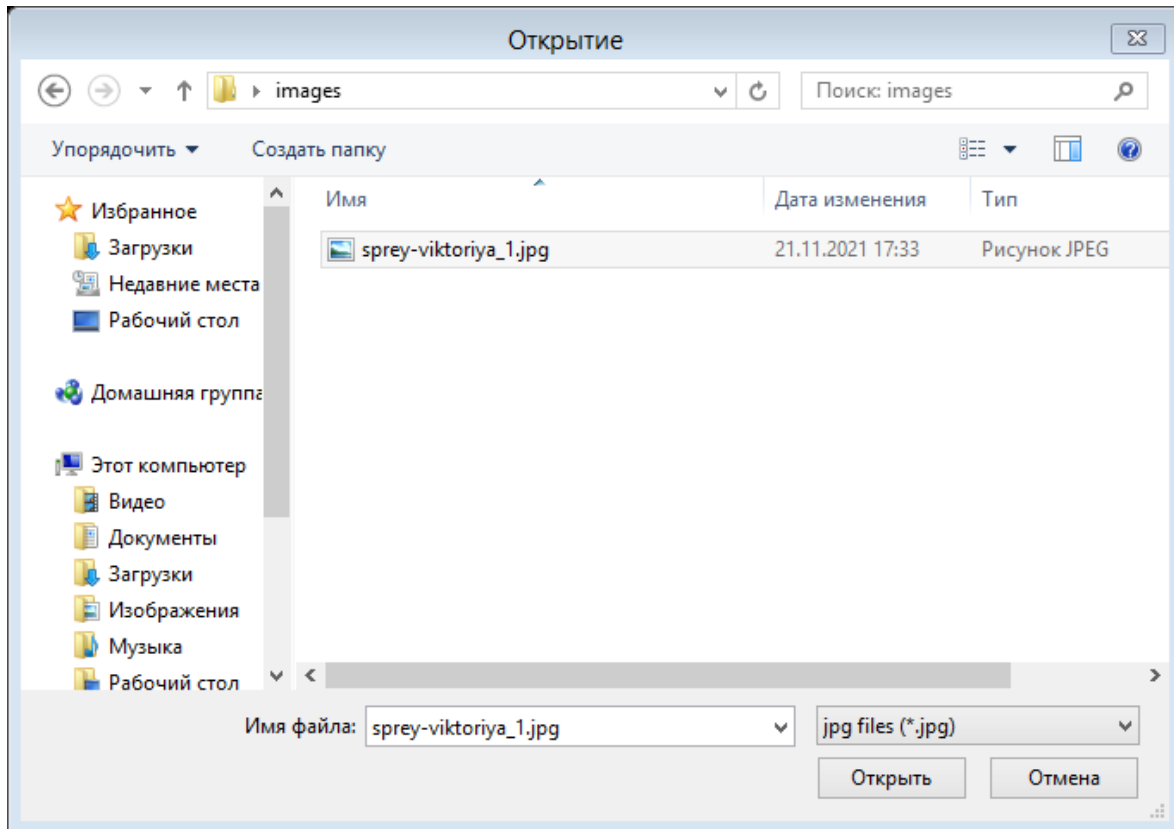


Рисунок 4.4 – Завантаження зображення рослини

Важливим фактором в роботі з такого типу інформаційними системами є збереження цілісності даних. Для визначення чи відповідає даний додаток вимогам по збереженню цілісності даних було проведено тест-кейс, який оглянуто в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Тестовий випадок видалення хвороб рослин

Перевірка видалення інформації про хвороби	
Послідовність виконання	Обробка події
<ol style="list-style-type: none"> 1. Запустити додаток. 2. Натиснути «Вхід як експерт». 3. Розгорнути список видів рослин та їх назв, хвороб. 4. Обрати хворобу, клацнувши на неї кнопкою миші. 5. Натиснути кнопку «Видалити виділене» 6. В системному вікні натиснути «Так» 	<p>Відкривається системне вікно з варіантами відповіді «Так» або «Ні». Натиснувши на «Так» дана хвороба видаляється тільки з даної рослини, але все ще доступна в базі даних для додавання для іншої рослини.</p>
Результат тестування: пройдено успішно	

Випадковим чином користувач, що увійшов під роллю експерта може видалити хвороби рослин з бази даних. Але ця хвороба може бути прив'язана до багатьох рослин. Тому в додатку додано можливість видалення даної хвороби тільки в обраній рослині або ж взагалі з бази даних. На рисунку 4.5. зображено діалогове вікно, що підтверджує дію користувача.

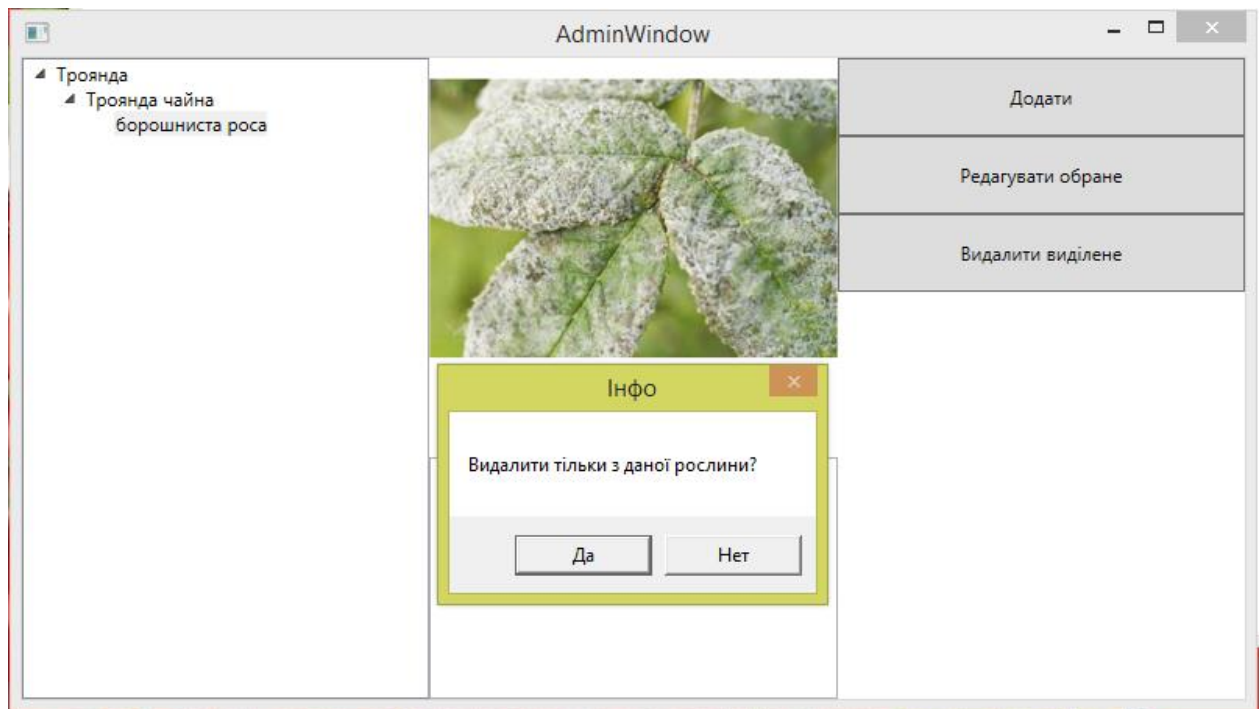


Рисунок 4.5 – Діалогове вікно, що підтверджує дію користувача

Отже, дана інформаційна система успішно пройшла розглянуті вище тест-кейси та може застосовуватись для автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур.

4.3 Функції та особливості використання інформаційної системи

Для розгортання інформаційної системи необхідно забезпечити виконання наступних вимог:

- операційна система не старше Windows 7 з пакетом оновлень 1 (SP1) (з останніми оновленнями Windows): Домашня розширена, Професійна, Корпоративна, Максимальна;

- процесор із тактовою частотою не нижче 1,8 ГГц. Рекомендується використовувати як мінімум двоядерний процесор;
- 2 ГБ ОЗП; рекомендується 8 ГБ ОЗП (мінімум 2,5 ГБ при виконанні на віртуальній машині);
- місце на жорсткому диску: мінімум 1 ГБ вільного місця;
- відеоадаптер з мінімальною роздільною здатністю 720p (1280 на 720 пікселів), рекомендується роздільна здатність WXGA (1366 на 768 пікселів) або вище.

Відповідно до п.2.4 та п.3.1, інформаційна система автоматизованого визначення захворювань рослинної культури складається з бази даних, бази знань та п'яти функціональних модулів: модуля роботи користувача з експертними даними, модуля роботи користувача з каталоговими даними, модуль взаємодії користувача з оперативними даними, модуля формування множини хвороб рослини й модуля експертного пояснення встановленого діагнозу та виведення користувачу результатів роботи. При цьому, згідно п.3.1, за кожним із модулів закріплено наступний функціонал.

Модуль роботи користувача з експертними даними:

- додавання і коригування відомостей про можливі хвороби рослин за сортами;
- визначення відповідності хвороб рослин симптомам;
- фіксування граничних параметрів відповідності симптомів хворобам рослин.

Модуль роботи користувача з каталоговими даними:

- додавання і коригування відомостей про сорти рослин;
- додавання і коригування відомостей про можливі симптоми хвороб;
- додавання і коригування відомостей про хвороби рослин.

Модуль взаємодії користувача з оперативними даними:

- введення користувачем сорту рослини яка розглядається;
- введення користувачем наявних даних по симптомах в рослини;

– запит у користувача відсутніх параметрів симптомів потенційних хвороб для додаткового діагностування.

Модуль формування множини хвороб рослини:

- формування множини можливих хвороб, у яких присутні наявні симптоми;
- формування множини потенційних хвороб, у яких параметри відповідні заданим;
- формування множини діагностованих хвороб рослини.

Модуль експертного пояснення встановленого діагнозу та виведення користувачу результатів роботи:

- формування множини діагностованих хвороб рослини й відповідних симптомів;
- формування множини зафіксованих симптомів рослини та їх параметрів;
- формування експертного висновку із поясненням діагностування хвороб рослини.

Відповідно, подальше функціональне дослідження інформаційної системи слід виконувати за наведених вище умов розгортання, а у ході дослідження слід провести аналіз виконання наведених функцій згідно структури інформаційної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.

4.4 Функціональне дослідження інформаційної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури

Інформаційна система автоматизованого визначення захворювань рослинної культури має два інтерфейси – інтерфейс користувача та експерта. Після запуску додатку можна вибрати роль, за якою потрібно увійти (Рисунок 4.6).

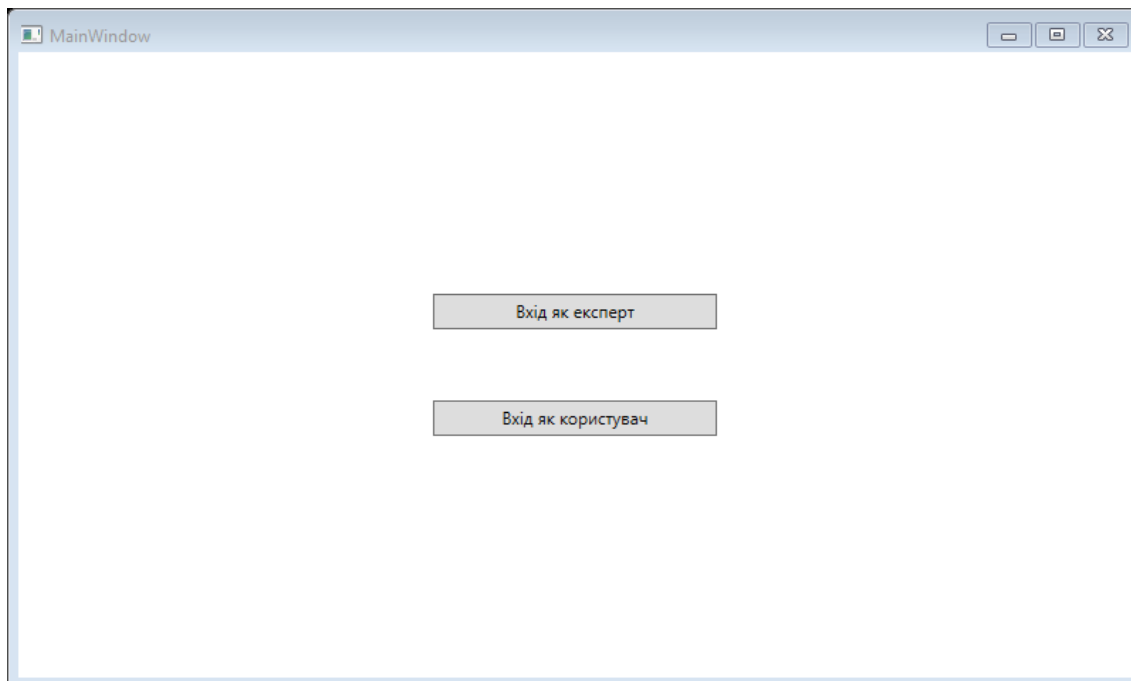


Рисунок 4.6 – Вікно вибору ролей

Якщо натиснути на «Вхід як експерт», то вибрана роль експерта і відкривається наступне вікно, що дозволяє додати рослини і потрібну інформацію про них, редагувати вже створені записи та видаляти їх (Рисунок 4.7).

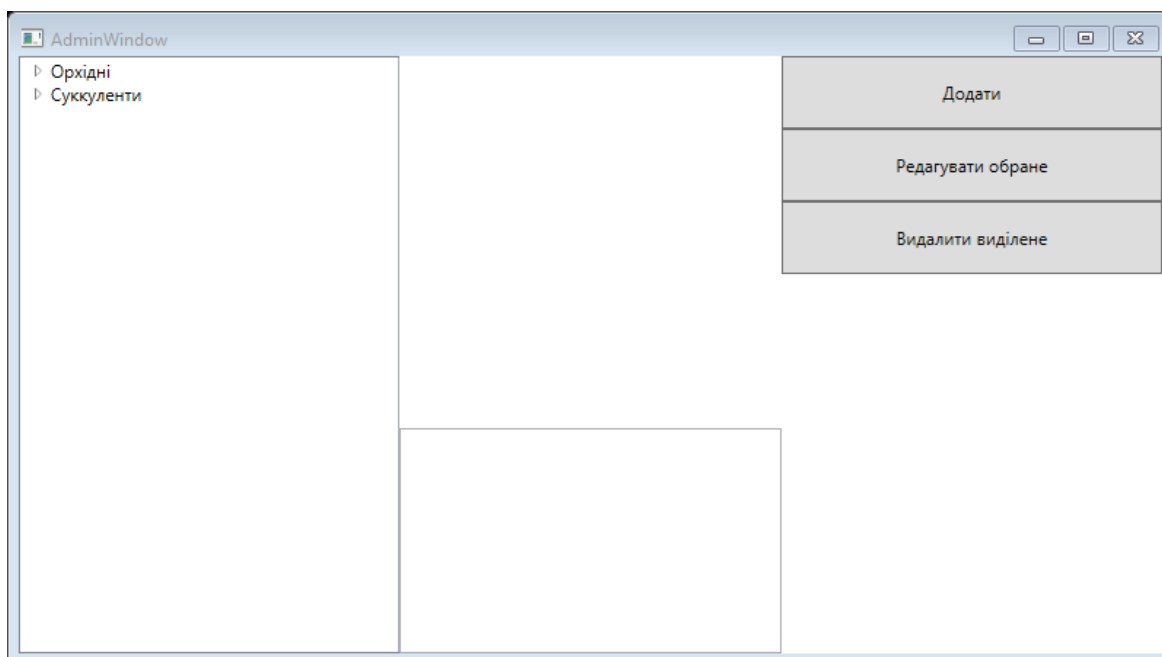


Рисунок 4.7 – Початкове вікно експерта для додавання, редагування та видалення записів

Інтерфейс реалізовано ієрархічним списком відповідно до видів рослин (Рисунок 4.8). В кожному виді є набір сортів, у сортах є свої хвороби.

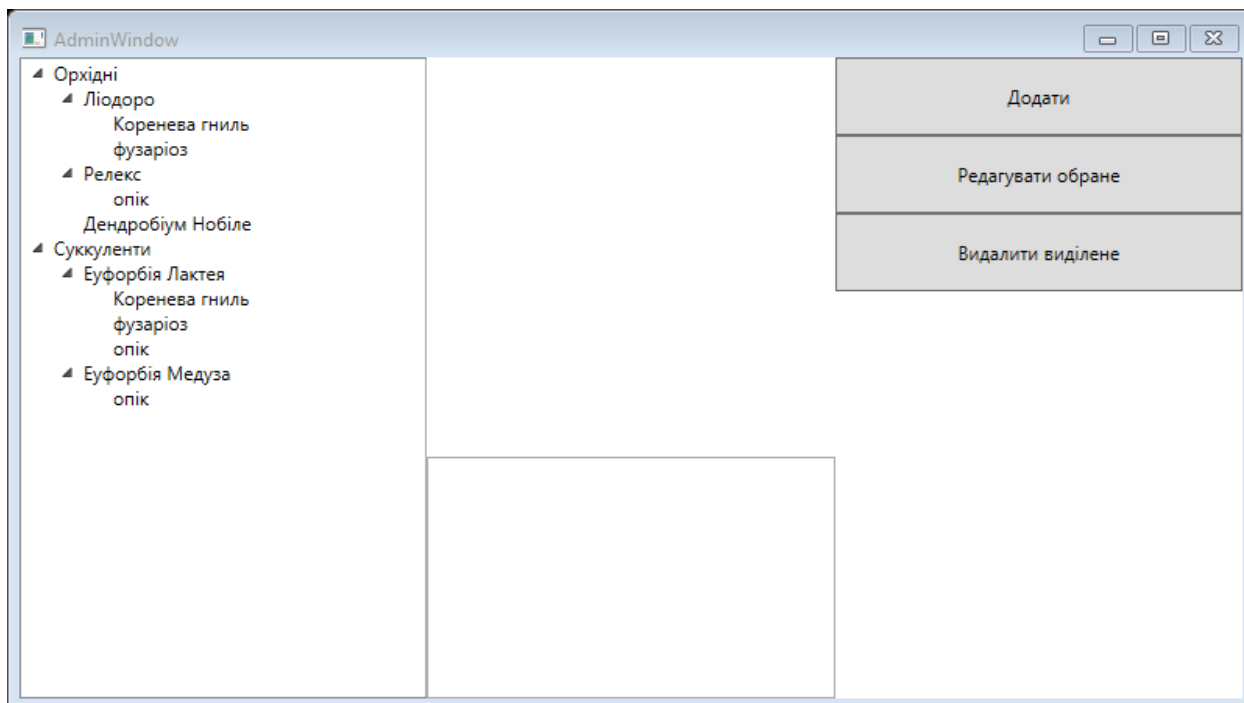


Рисунок 4.8 – Ієрархічна структура записів

Для того щоб додати рослину, вид рослин чи хвороби, симптоми, потрібно натиснути кнопку додати і обрати те, що потрібно додати (Рисунок 4.9).

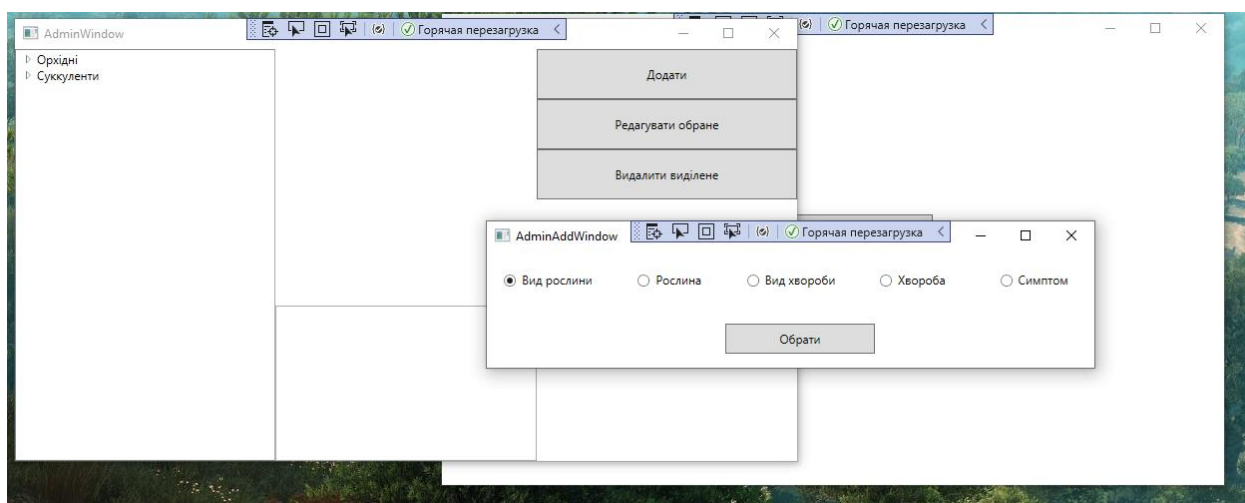


Рисунок 4.9 – Вікно вибору виду запису

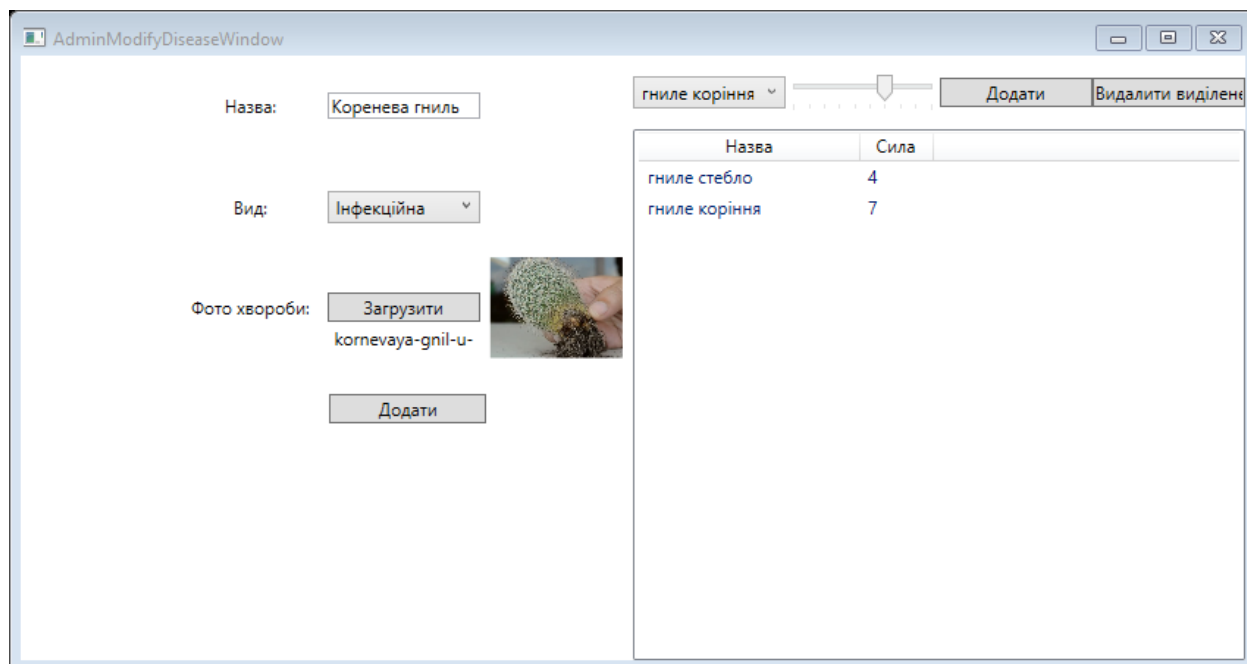


Рисунок 4.10 – Вікно додавання хвороби

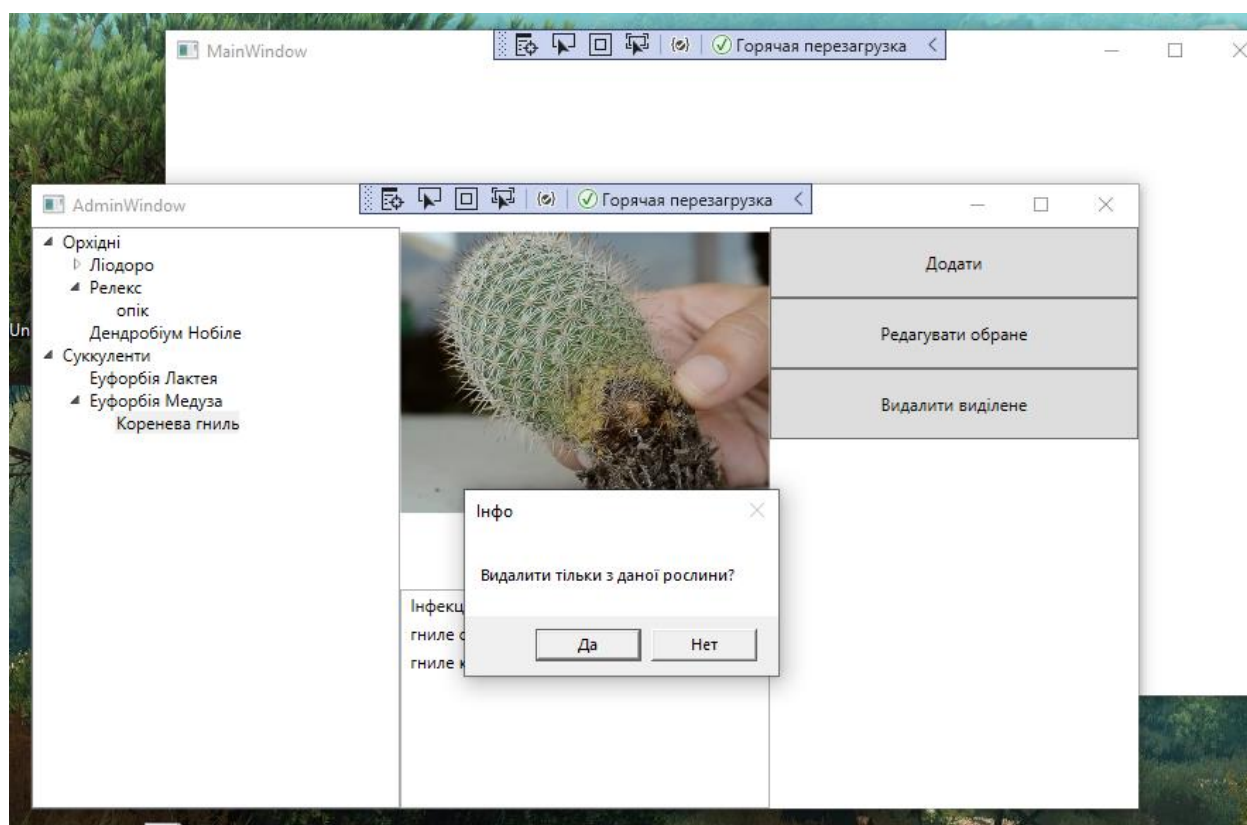


Рисунок 4.11 – Вікно видалення хвороби

Для додавання хвороби необхідно заповнити назву, вид, завантажити фото хвороби а також додати симптоми і за допомогою бігунка встановити силу

симптомів. Обов'язково необхідно натиснути кнопку «Додати», щоб зберегти симптом для даної хвороби (Рисунок 4.10).

Функція видалення хвороби реалізована таким чином, що її можна видалити або тільки з даної рослини, або з бази взагалі (Рисунок 4.11).

Функція редагування дає можливість редагувати усі поля – назву, вид, фото хвороби, симптоми (Рисунок 4.12).

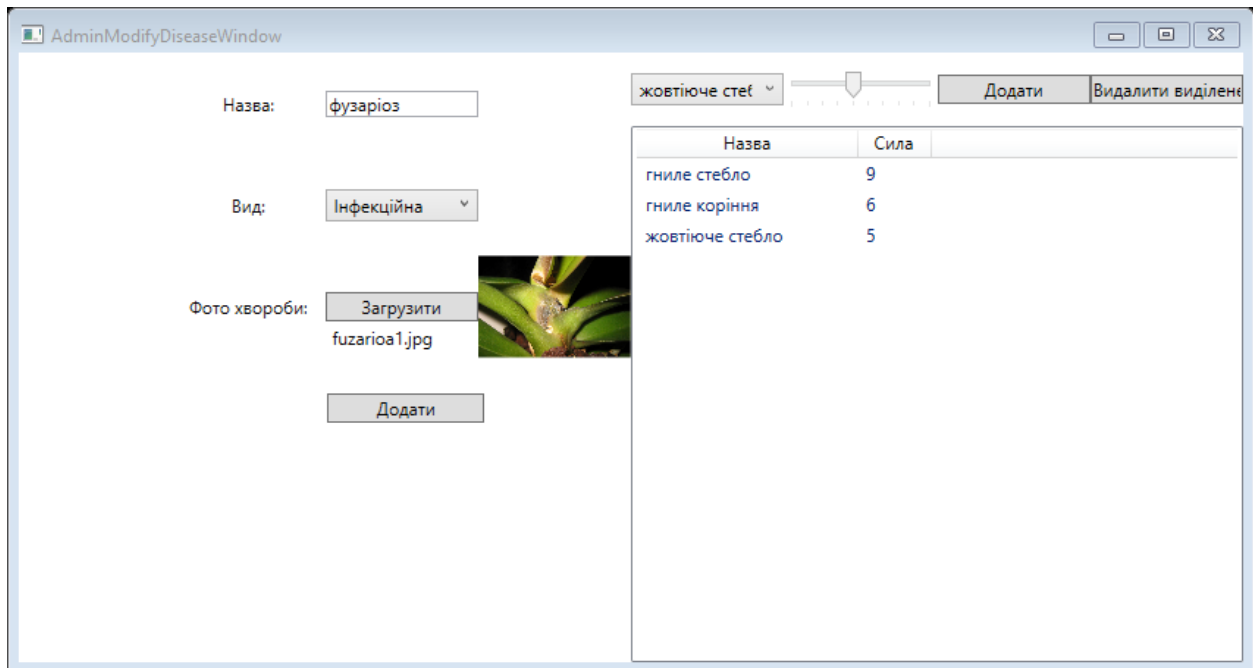


Рисунок 4.12 – Вікно редагування хвороби

Для того, щоб увійти як користувач, необхідно натиснути у головному вікні «Вхід як користувач», тоді відкриється вікно користувача, де можна для певної рослини додати симптоми, їх вираженість та знайти хворобу, що відповідає цим симптомам (Рисунок 4.13).

Після того, як користувач вкаже всі симптоми для певної рослини, він може одразу переглянути яким хворобам відповідають ці симптоми, натиснувши кнопку «Показати хвороби» (Рисунок 4.14).

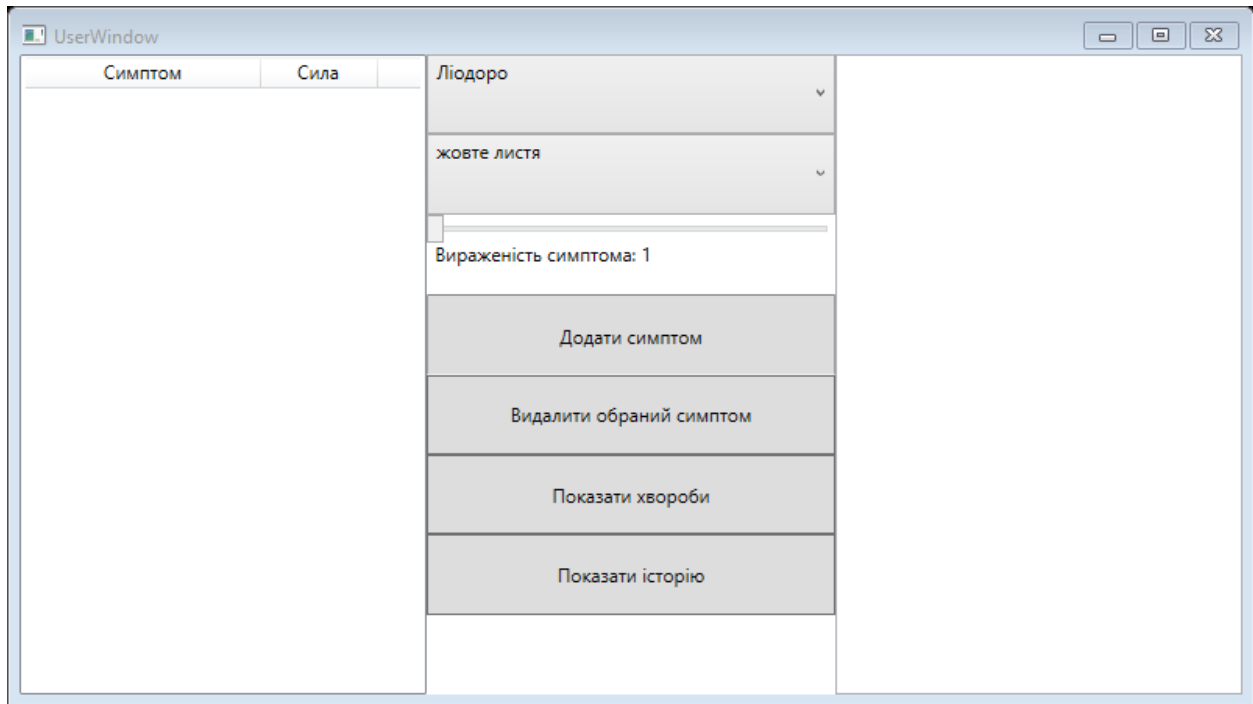


Рисунок 4.13 – Інтерфейс користувача

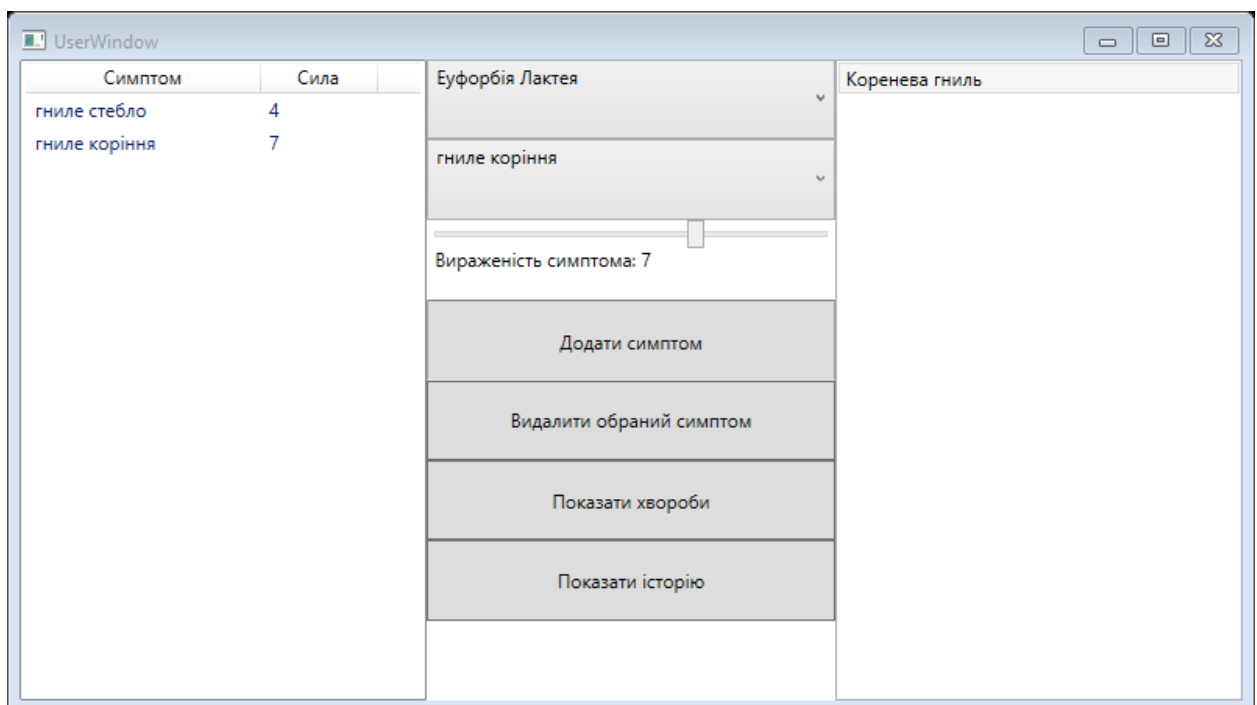


Рисунок 4.14 – Вікно додавання симптомів для певної рослини та пошук відповідності у записах БД

Якщо користувач додасть симптоми, які не характерні жодній з хвороб, які створив експерт, то не буде знайдено жодної хвороби (Рисунок 4.15).

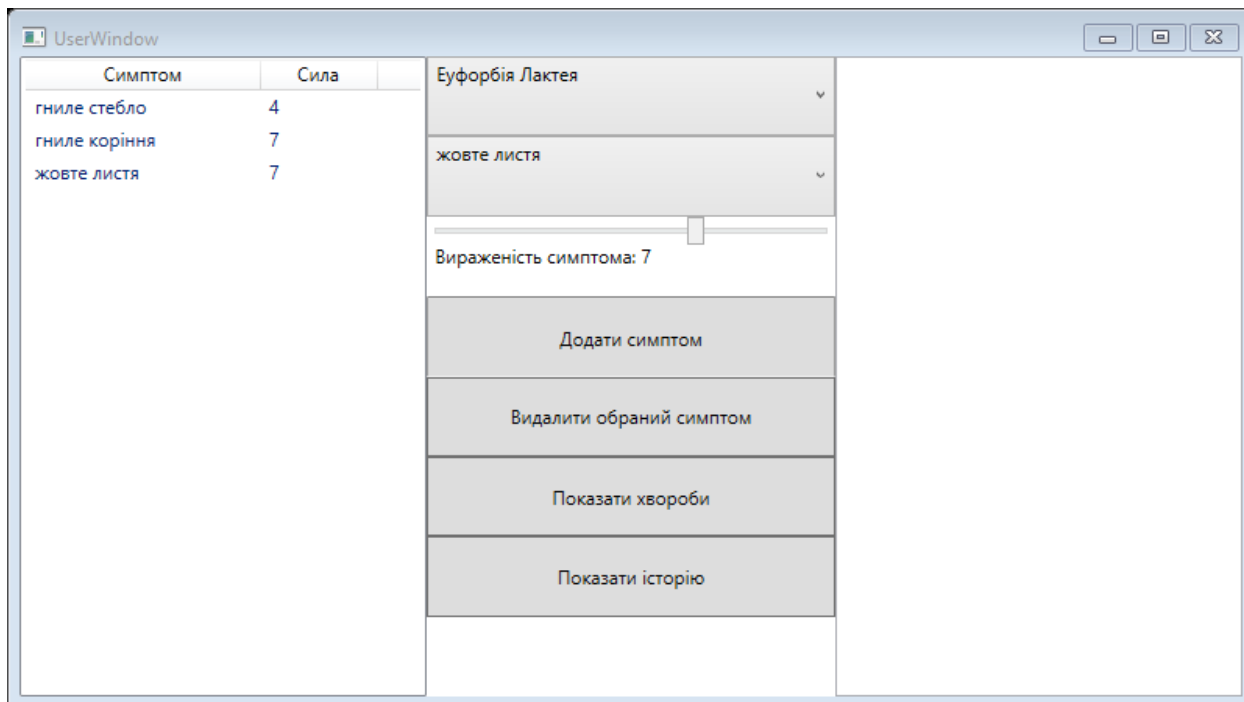


Рисунок 4.15 – Відсутність хвороб в базі даних по заданим хворобам

Усі знайдені хвороби, що відповідають заданим користувачем симптомам можна занести в історію, щоб переглянути пізніше (Рисунок 4.16).

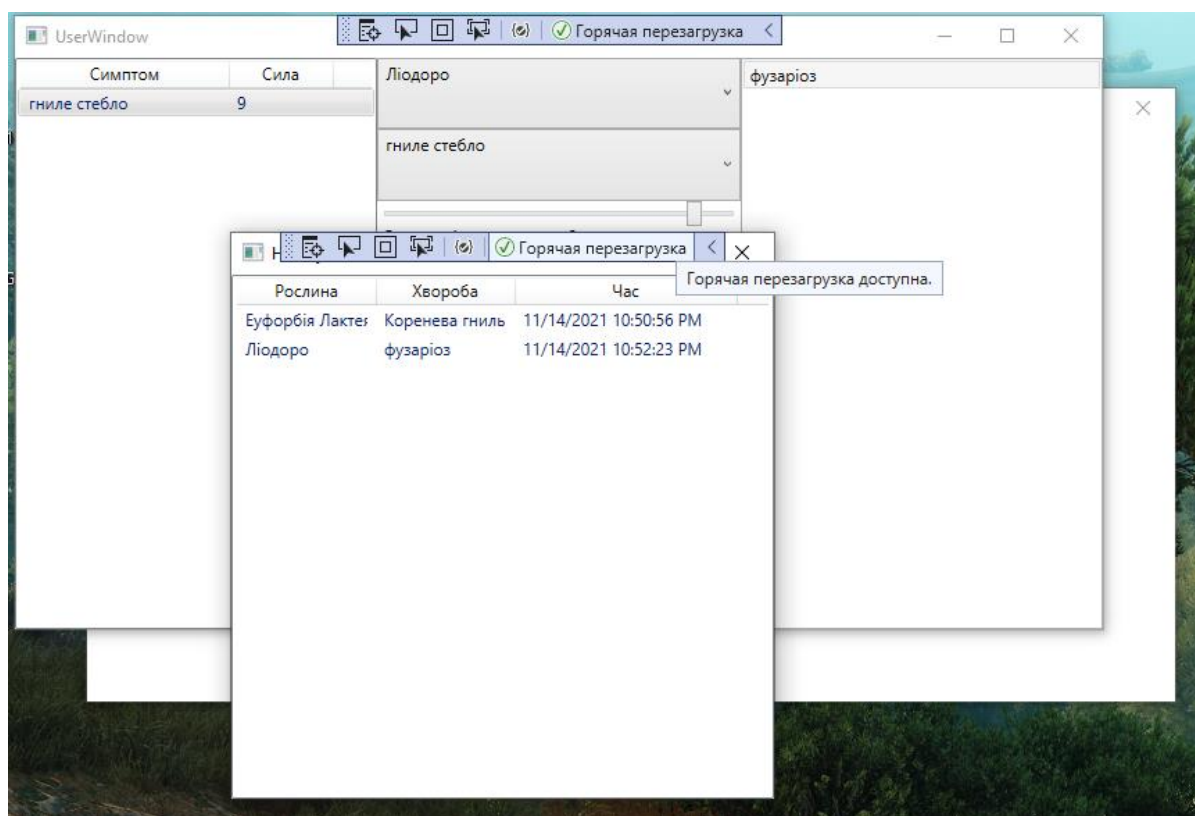


Рисунок 4.16 – Перегляд історії пошуку хвороб

Дана інформаційна система також може служити не тільки визначником, а й коротким довідником хвороб. Обравши у лівій частині вікна відповідний хворобу можна переглянути коротку інформацію про неї – фото, назву, симптоми, їх вираженість (Рисунок 4.17).

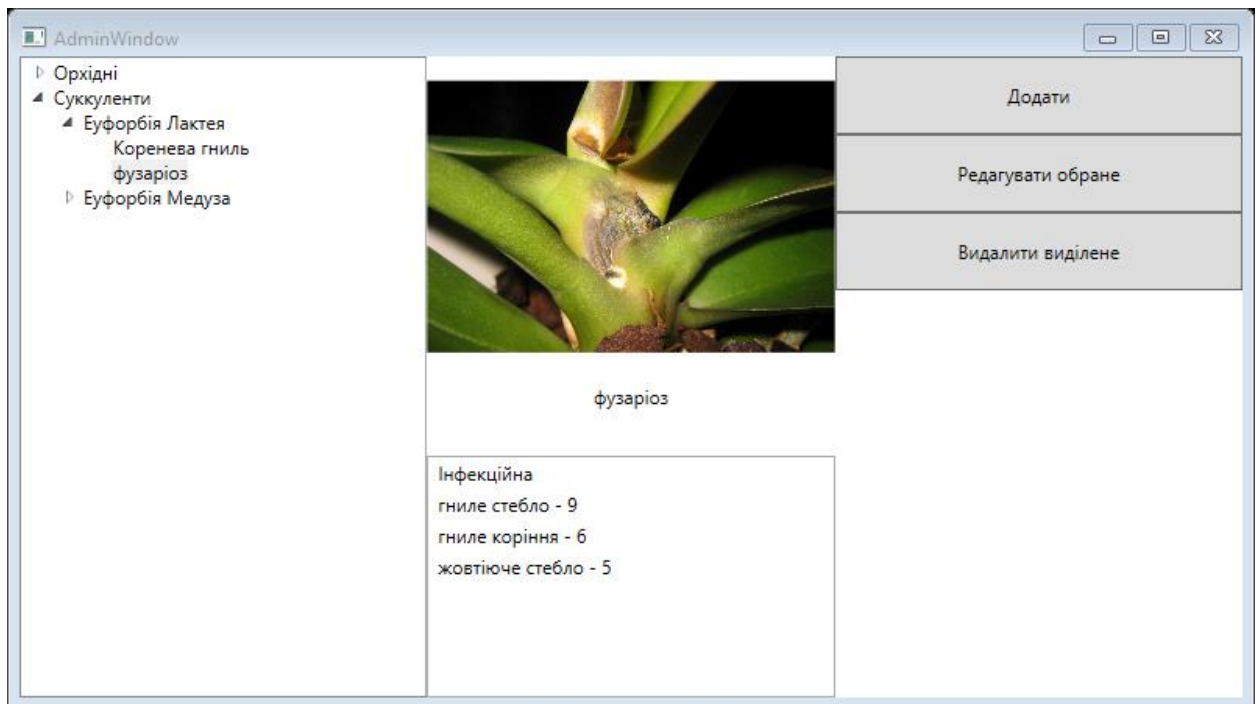


Рисунок 4.17 – Перегляд симптомів вибраної хвороби

Таким чином, інформаційна система відповідає усім поставленим вимогам. Система має два інтерфейси – експерта та користувача. Інтерфейс експерта забезпечує функціонал заповнення системи даними. А інтерфейс користувача забезпечує функціонал автоматизованого пошуку хвороб рослин. Дані інтерфейси є зрозумілими та простими, послідовність кроків для отримання результату – мінімальна.

У таблиці 4.3 подано результати порівняння ключових функцій діагностування відомих інформаційних систем автоматизованого визначення захворювань рослинних культур.

Таблиця 4.3 – Порівняння функцій діагностування інформаційних систем автоматизованого визначення захворювань рослинних культур

Функції	Plantix ADAMA Lab [2]	«ЕД-визначник» [5]	Yara CheckIT [5]	Agrobase [5]	Розроблена ІС
Діагностування кількох хвороб	Відсутнє	Наявне	Відсутнє	Наявне	Наявне
Діагностування по симптомах і їх параметрах	Наявне	Наявне	Наявне	Наявне	Наявне
Діагностування по світліні	Наявне	Відсутнє	Відсутнє	Наявне	Відсутнє
Додаткові запити симптомів для розширення бази пошуку	Відсутні	Відсутні	Відсутні	Відсутні	Наявні
Пояснення діагнозу	Наявне	Відсутнє	Наявне	Відсутнє	Наявне

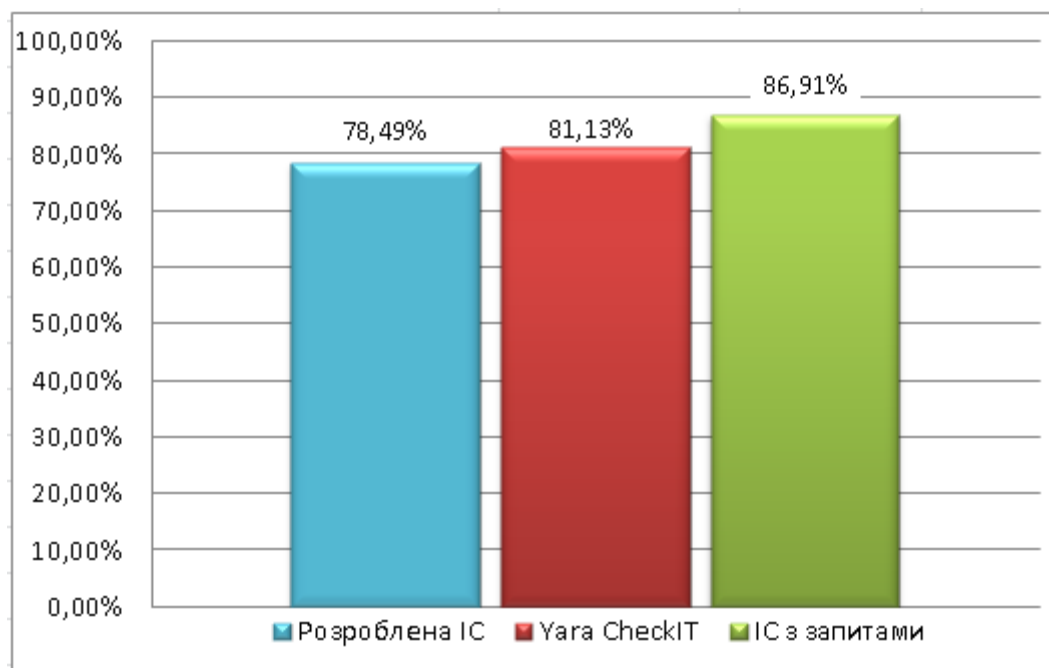


Рисунок 4.18 – Діаграма порівняння випадків коректного визначення захворювань рослинних культур розробленою інформаційною системою, системою Yara CheckIT та розробленою інформаційною системою з додатковими запитами на симптоми

У порівнянні з системами Plantix ADAMA Lab, Електронний довідник «Визначник шкідників і хвороб рослин», Yara CheckIT та Agrobase встановлено, що розроблена інформаційна технологія дозволяє створення систем, що мають якісні переваги. Це стосується можливості не тільки відкидати параметрично

неприйнятні по симптомах хвороби, а й формувати додаткові запити користувачу щодо симптомів для розширення бази пошуку потенційно можливих захворювань, й це дозволяє в процесі роботи методу розширити симптоматичну картину й взяти до розгляду відпочатку невідповідні діагнози.

Практичне використання розробленої системи автором роботи для аналізу 93 випадків захворювань рослин із власного досвіду та світлинах у вільному доступі, в порівнянні з системою Yara CheckIT виявило, що хоча на початковому етапі діагностування розроблена інформаційна система одержала гірші результати (у середньому 78,5% проти 81,1%), за результатом додаткових запитів на симптоми результат розробленою інформаційною системою був покращений до 86,9% випадків коректного визначення захворювань рослинних культур (Рисунок 4.18). Дослідження підтверджує високу ефективність розробленого методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур та відповідної інформаційної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.

Висновки до розділу 4

В розділі розглянуто особливості прикладної розробки інформаційної системи, яка необхідна для подальшого дослідження ефективності інформаційної технології автоматизованого визначення захворювань рослинної культури. Було розглянуто основні функціональні блоки інформаційної системи, які дозволяють реалізувати функціонал створеної інформаційної технології. Інформаційна система складається з трьох блоків: інтерфейсу користувача WPF, бізнес-логіки й збереження, а також доступ до даних.

Для перевірки коректності роботи інформаційної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури було проведено прикладне тестування інформаційної системи, визначено функції та особливості використання інформаційної системи для подальшого функціонального дослідження інформаційної системи.

Практичне використання розробленої системи автором роботи для аналізу випадків захворювань рослин із власного досвіду та світлинах у вільному доступі, в порівнянні з системою виявило, що хоча на початковому етапі діагностування розроблена інформаційна система одержала гірші результати (у середньому 78,5% проти 81,1% в альтернативній системі Yara CheckIT), за результатом додаткових запитів на симптоми результат розробленою інформаційною системою був покращений до 86,9% випадків коректного визначення захворювань рослинних культур. Дослідження підтвердило високу ефективність розробленого методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур та відповідної інформаційної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.

Загальні висновки

Кваліфікаційна робота магістра розв'язує науково-технічну задачу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур та розробки супутніх засобів, необхідних для автоматизованого визначення захворювань рослинних культур за множиною наявних симптомів і їх параметрів та сортом рослини, що діагностується. У результаті виконання роботи були поставлені та *вирішені наступні завдання:*

1. Проведено аналіз предметної області та відомих підходів до автоматизованого визначення захворювань рослинних культур.
2. Вдосконалено інформаційну модель діагностування хвороб рослинних культур.
3. Розроблено метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур.
4. Розроблено інформаційну технологію автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.
5. Розроблено інформаційну систему автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.
6. Проведено функціональне та прикладне дослідження ефективності розроблених засобів, у тому числі для тестового аналізу випадків захворювань рослин.

В результаті роботи були отримані такі *інновації та положення наукової новизни:*

1. Вдосконалено інформаційну модель діагностування хвороб рослинних культур, яка відрізняється тим, що містить подання всіх необхідних сутностей для автоматизації операцій при діагностуванні хвороб рослинних культур
2. Розроблено новий метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур, що дозволяє за множиною наявних симптомів, параметрами наявних симптомів та сортом рослини автоматизовано визначати множину діагностованих хвороб рослини.

3. Розроблено нову інформаційну технологію автоматизованого визначення захворювань рослинної культури, що використовує метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур та інформаційну модель діагностування хвороб рослинних культур і дозволяє за вхідними даними симптомів захворюваності й їх параметрів одержувати вихідні дані у вигляді множин діагностованих хвороб рослини і зафіксованих симптомів рослини, а також експертного висновку із поясненням причин діагностування хвороб рослини.

4. Розроблено нову інформаційну систему автоматизованого визначення захворювань рослинної культури, яка надає можливість за симптомами захворюваності і їх параметрами автоматизовано одержувати множину діагностованих хвороб рослини, множину зафіксованих симптомів рослини, яку було доповнено в ході додаткового діагностування, та формування експертного висновку з поясненням причин діагностування хвороб рослини.

При виконанні поставлених завдань відповідно до розробленої інформаційної технології, яка використовує метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур, було спроектовано структуру й здійснено прикладну програмну розробку інформаційної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури. Інформаційна система включає в себе базу даних, базу знань і п'ять функціональних модулів, що мають різне призначення: модуль роботи користувача з експертними даними, модуль роботи користувача з каталоговими даними, модуль взаємодії користувача з оперативними даними, модуль формування множини хвороб рослини та модуль експертного пояснення встановленого діагнозу і виведення користувачу результатів роботи.

Напрямок практичного використання розробленого методу та засобів є автоматизація діагностування хвороб рослинних культур. При використанні розробленого методу приймається за вихідне, що для різних сортів рослин при діагностуванні різних хвороб можуть враховуватись різні симптоми у різних

параметричних проявах. Характерною рисою розробленого методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур є також те, що при його застосуванні виконується не тільки відкидання параметрично неприйнятних по симптомах хвороб, а й запити користувачу на встановлення параметрів симптомів потенційно можливих захворювань, що дозволяє в процесі роботи методу розширити симптоматичну картину та взяти до розгляду відпочатку безпідставні діагнози. При зворотному використанні методу, можливе прогнозування супутніх хвороб рослинних культур формування шаблонів запитів на симптоми, які формуються за відповідним обсягом прогнозованих хвороб рослинних культур.

Практичне використання розробленої системи автором роботи для аналізу випадків захворювань рослин виявило, що хоча на початковому етапі діагностування розроблена інформаційна система одержала гірші результати ніж існуючі системи (у середньому 78,5% проти 81,1%), за результатом додаткових запитів на симптоми результат розробленою інформаційною системою був покращений до 86,9% випадків коректного визначення захворювань рослинних культур. Це підтверджує високу ефективність розробленого методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур.

Основні наукові й практичні результати кваліфікаційної роботи магістра доповідались на XIII Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2021» (15-16 жовтня 2021 року) у доповіді на тему «Метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур»; за темою роботи автором виконано наукову публікацію [30].

Перелік посилань

1. El-Helly M., Rafea A., El-Gammal S. An Integrated Image Processing System for Leaf Disease Detection and Diagnosis. In Proceedings of the 1st Indian International Conference on Artificial Intelligence. Hyderabad, India, - pp. 1182—1195 (December 18—20, 2003).
2. Whish J.P. M., Herrmann N.I., White N.A., Moore A.D., Kriticos D.J. Integrating pest population models with biophysical crop models to better represent the farming system. *Environ. Model. Softw.* 2020; 72:418–425.
3. Wikipedia. Риніофіти. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Риніофіти>
4. Wikipedia. Рослини. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Рослини>
5. Wikipedia. Селекція. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Селекція>
6. Wikipedia. Всесвітнє сховище насіння. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Всесвітнє_сховище_насіння.
7. Головний сайт для агрономів. Хвороби рослин. URL: <https://superagronom.com/slovník-agronoma/hvoroba-roslini-id19372>
8. Аграрій. Класифікація хвороб рослин. URL: http://agrariy.com/article_page.php?page=25
9. УкрНасіння. Хвороби рослин в саду і на городі. URL: <https://ukrsemena.com/ua/articles/bolezni-rasteniy-v-sadu-i-ogorode--45924/>
10. Коріновська О.М., Черевач Н.В. Бактеріальні хвороби рослин. URL: http://www.rusnauka.com/25_NNP_2009/Biologia/50514.doc.htm
11. Головний сайт для агрономів. Вірусні хвороби зернових культур: небезпека, яка вже поряд. URL: <https://superagronom.com/articles/28-virusni-hvorobi-zernovih-kultur-nebezpeka-yaka-vje-poryad>
12. Особистий сайт С. Хабарова, доцента кафедри інформаційних систем та технологій. Вступ в експертні системи. Основні поняття та визначення. URL: http://www.habarov.spb.ru/new_es/exp_sys/es01/es1.htm
13. Stud.Files. Особливості побудови експертних систем та галузі їх використання. URL: <https://studfile.net/preview/5129956/page:63/>

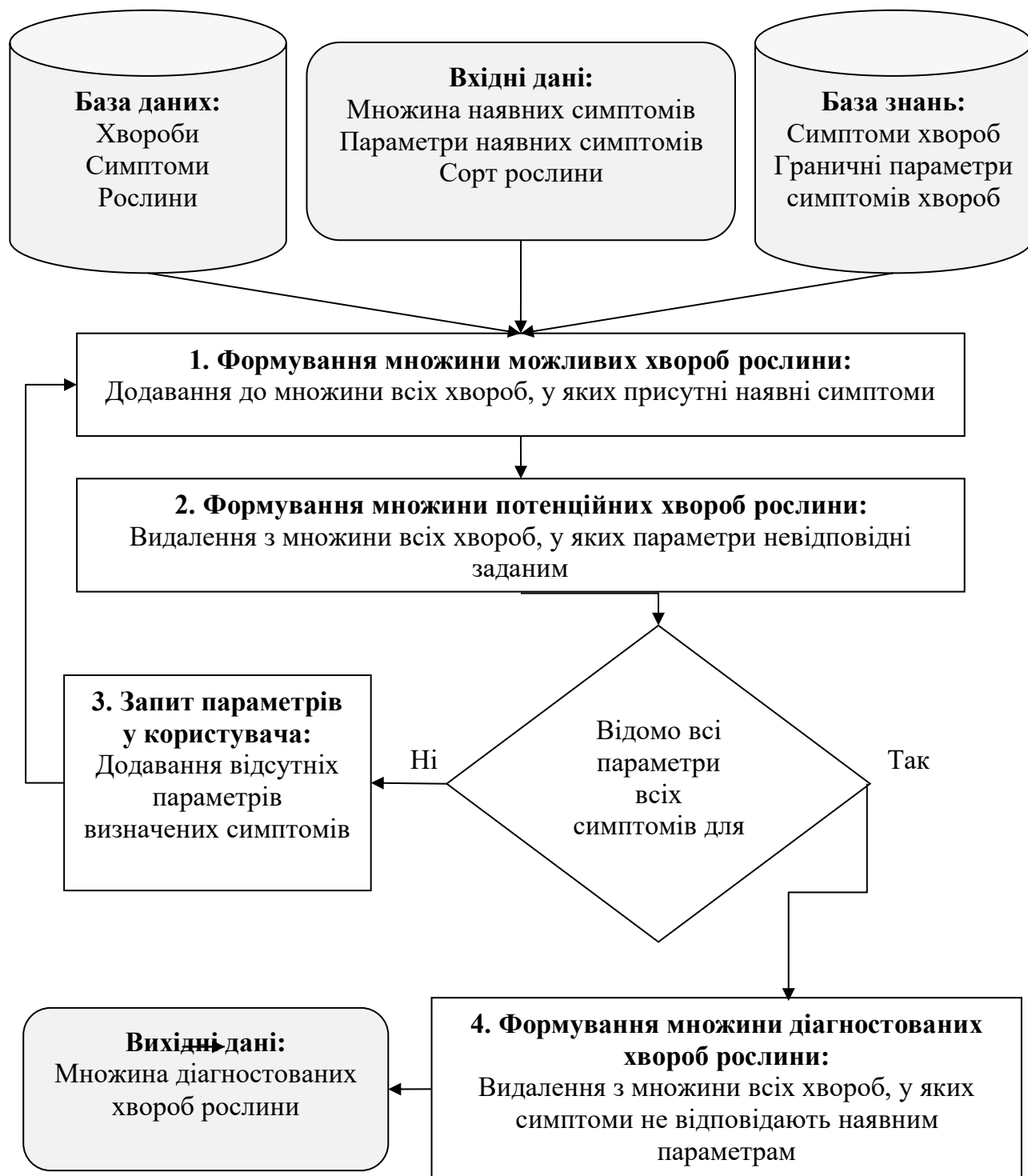
14. Головний сайт для агрономів. ТОП-5 додатків для діагностики хвороб рослин. URL: <https://superagronom.com/news/5925-top-5-dodatkov-dlya-diaagnostiki-hvorob-roslin>
15. LANDLORD. ТОП-5 додатків, які виявляють хвороби рослин URL: <https://landlord.ua/news/top-5-dodatkov-yaki-viyavlyayut-hvorobi-roslin/>
16. Д. М. Квашук, В. В. Підлужній. Діагностика захворювань рослин з використанням технологій розпізнавання образів в системі економічної безпеки фермерських домогосподарств. URL: http://www.economy.nauka.com.ua/pdf/6_2019/68.pdf
17. Олешко Т.І., Квашук Д.М., Якименко А.М.. Сучасні підходи до аналізу зображень в системах ідентифікації захворювань рослин із застосуванням детектору FAST. URL: <https://jrn1.nau.edu.ua/index.php/SBT/article/view/14575>
18. І.М. Михайленко, І.В. Воронков. Методи виявлення бур'янів, хвороб та шкідників рослин за даними дистанційного зондування. URL: http://d33.infospace.ru/d33_conf/sb2016t3/72-83.pdf
19. Ш.Х. Фазилов, Н.М. Мірзаєв, О.М. Мірзаєв, І.К. Карімов. Алгоритми діагностики захворювань рослин з образу їх листя. URL: <https://cyber.ru/article/n/algorithmy-diaagnostiki-zabolevaniy-rasteniy-po-izobrazheniyu-ih-listiev/viewer>
20. DOU. Рейтинг мов програмування 2021. URL: <https://dou.ua/lenta/articles/language-rating-jan-2021/>
21. SkillFactory. Кому і навіщо потрібен C++? URL: <https://blog.skillfactory.ru/cplusplus-komu-i-dlya-chego-nuzhen/>
22. Microsoft. Короткий огляд мови URL: C#. <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/tour-of-csharp/>
23. Cschool. Плюси та мінуси Java. URL: <https://www.cschool.ru/plyusy-i-minusy-java/>
24. OTUS. Мова програмування Python: плюси, мінуси, сфера застосування. Якою мовою є Python? URL: <https://otus.ru/nest/post/1547/>

25. Wikipedia. .NET Framework. URL:
https://uk.wikipedia.org/wiki/.NET_Framework
26. Wikipedia. Windows Forms. URL:
https://wikipedia.org/wiki/Windows_Forms
27. Wikipedia. Windows Presentation Foundation. URL:
https://uk.wikipedia.org/wiki/Windows_Presentation_Foundation
28. Flourish. DB-Engines Ranking May 2021. URL:
https://public.flourish.studio/visualisation/6054072/?utm_source=showcase&utm_campaign=visualisation/6054072
29. Wikipedia. Microsoft SQL Server. URL:
https://uk.wikipedia.org/wiki/Microsoft_SQL_Server
30. Левчик Т. С., Собко О. В., Житкевич В. В., Міхалевський В. Ц. Метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур. Збірник наукових праць за матеріалами XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2021». -Хмельницький, 2021. – С. 359-363.

ДОДАТКИ

Додаток А

Схема методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур



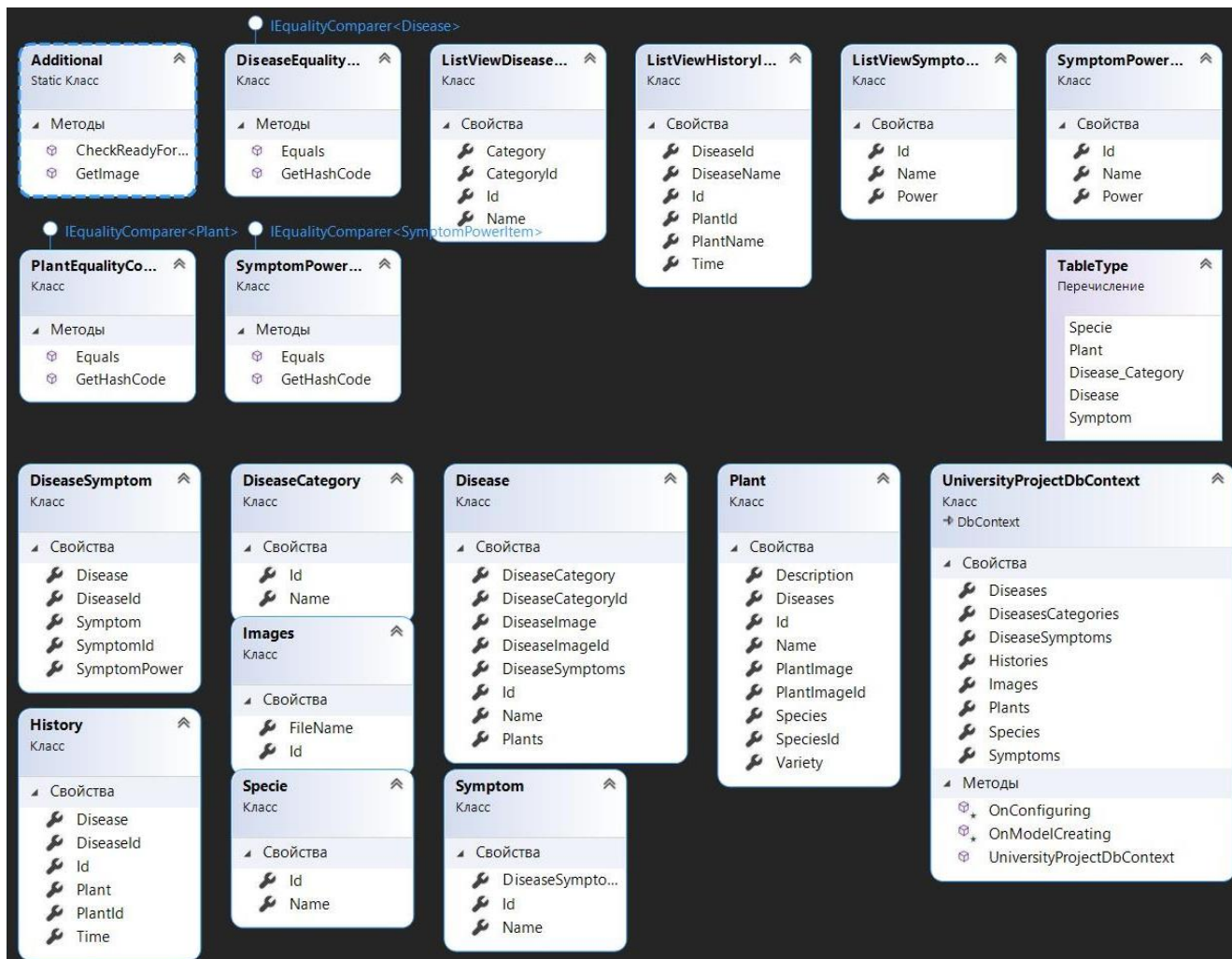
Додаток Б

Схема взаємодії функціональних модулів інформаційної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури



Додаток В

Розгорнута діаграма класів інформаційної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури



Додаток Г

Світлини наукових публікацій, виконаних при роботі над кваліфікаційною роботою магістра

(ксерокопії титульної сторінки, сторінки змісту та всіх сторінок із публікацією)

Перелік наукових публікацій:

1. Левчик Т. С., Собко О. В., Житкевич В. В., Міхалевський В. Ц. Метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур. Збірник наукових праць за матеріалами XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2021». -Хмельницький, 2021. - С. 359-363.

Міністерство освіти і науки України
Хмельницький національний університет



ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
за матеріалами XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції
«Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2021»

15-16 жовтня 2021

Хмельницький 2021

<i>Галкіна Р. І., Базій Р. О., Скрипник Т. К.</i> Застосування адаптивного підходу для реалізації системи опитувань та тестувань.....	306
<i>Гринь С. С., Пивовар О. С., Терачук А. А.</i> Забезпечення прихованості дії та криптографічного захисту аналогових сигналів в хмарній системі зв'язку.....	309
<i>Данчук С. В., Базій Р. О.</i> Технологія автоматизованого отримання даних з веб-ресурсів для бізнес-аналітики.....	312
<i>Дулунович Н. А.</i> Інформаційна технологія фінансового моделювання для розвитку малого підприємництва.....	316
<i>Дрозд А. І., Формун Ю. В.</i> Метод розподілу обчислювальних ресурсів для обробки розподілених потоків даних.....	319
<i>Дудар О. В., Михалевський В. Ц., Скрипник Т. К.</i> Інформаційна система для забезпечення підтримки екологічної рівноваги.....	321
<i>Єфімчук А. С., Скрипник Т. К., Мазурець О. В., Молчанова М. О.</i> Автоматизований розподіл процесів при управлінні IT-проектами в складних критично-безпечових умовах.....	324
<i>Жилкевич В. В., Медведчук В. Ю.</i> Метод відновлення пошкоджених растрових зображень.....	332
<i>Заревний В. І., Скрипник Т. К.</i> Методи шифрованої передачі даних між хмарними підрсторонами.....	335
<i>Курбаченко В. В., Формун Ю. В.</i> Аналіз та застосування методів оптимізації пavidкодів та відмовостійкості програмних продуктів.....	338
<i>Курдибоха А. В., Мазурець О. В., Собко О. В., Молчанова М. О.</i> Інформаційна технологія оцінювання діяльності сімейного лікаря за даними прийомів.....	340
<i>Лауренцій А. А., Петровський С. С.</i> Метод оцінювання наловненості дистанційних курсів предметів у школі.....	349
<i>Левченко Т. В., Блажук В. Д., Молчанова М. О., Собко О. В.</i> Метод оптимізації транспортних перевезень засобами біологічної метаевристики.....	352

<i>Лещук Т. С., Собко О. В., Жилкевич В. В., Михалевський В. Ц.</i> Метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур.....	359
<i>Манзук Е. А., Скрипник Т. К.</i> Система шльової кластеризації на послідовних даних.....	364
<i>Матвійчук І. І., Базій Р. О., Скрипник Т. К.</i> Моделювання веб-орієнтованих систем.....	367
<i>Мельник В. С., Михалевський В. Ц., Скрипник Т. К.</i> Інформаційна система для комплексної обробки деревини.....	372
<i>Ожневий О. В., Медведчук В. Ю., Медведчук Н. К.</i> Основні принципи організації і особливості відеоконференцій в'язку.....	375
<i>Онишко О. Г.</i> Метод та програмні засоби препроцесінгу вхідного текстового контенту.....	379
<i>Радік Р. М.</i> А теплота model approach for making decisions in it project management.....	381
<i>Пасічник О. А.</i> Програма система методу вимірювання лінійних переміщень за аналізом зображень.....	385
<i>Павловський В. І., Савосько О. М.</i> Виявлення шкідливого графіку за використанням глибинного навчання.....	390
<i>Пасічник О. А., Ющенко В. Б., Скрипник Т. К.</i> Інформаційні технології як засіб автоматизації та оптимізації маркетингових кампаній в соціальних мережах.....	395
<i>Петровський С. С.</i> Метод зв'язаної оцінки успішності навчання у школі.....	398
<i>Рожков Д. В., Петровський С. С., Скрипник Т. К.</i> Інформаційна система організації обігу нормативних документів.....	401
<i>Скрипник Т. К., Манзук Е. А.</i> Метод машинного навчання для визначення якості перекладу текстової інформації.....	404
<i>Ющенко В. Б., Скрипник Т. К., Пасічник О. А.</i> Інформаційні технології у соц-медіа: PR, реклама, підгенерація.....	406
<i>Яковчук М. В., Михалевський В. Ц., Скрипник Т. К.</i> Система прийняття рішень у виробничих процесах сільськогосподарського підприємства.....	408
<i>Ямина О. М., Мартинюк О. Р.</i> Система управління якістю у розробці програмних продуктів.....	410

імовірностей вибору шляхів. Далі обраховується оцінка наявності пріоритетного вибору для кожного шляху, тобто чи імовірність вибору певного шляху не перевищує сумарну імовірність вибору решти шляхів при русі із обраного пункту.

За результатом обрахунку оцінки наявності пріоритетного вибору для кожного шляху виконується перевірка наявності шляхів пріоритетного вибору для кожного пункту. Якщо виявляється, що наявний шлях пріоритетного вибору не для кожного пункту чи відсутні шляхи пріоритетного вибору, то виконується перехід на Крок 2 для імітації обходу маршрутів агентами. Якщо ж виявляється, що наявний шлях пріоритетного вибору для кожного пункту, то виконується перехід на Крок 4 для формування результуючого маршруту та його параметрів. Спершу виконується формування множини пунктів результуючого маршруту й множини шляхів результуючого маршруту. Потім здійснюється обрахунок номінальної довжини результуючого маршруту і умовної довжини результуючого маршруту.

Висхідними даними методу оптимізації транспортних перевезень засобами біологічної метаевристички є побудований маршрут у вигляді послідовності пунктів та множини шляхів, а також номінальна довжина та умовна довжина побудованого маршруту.

Перевагами розробленого методу оптимізації транспортних перевезень засобами біологічної метаевристички є можливість врахування не тільки доступності шляхів між пунктами та показників їх довжини, а й показників динаміки й якості руху на шляхах та показників імовірності поав перешкод на шляхах.

Перелік посилань:

1. Знатьков Р. В., Мартух Г. В. Приклад ді мурашного алгоритму при вирішенні задачі комівояжера. URL: <https://conf.znu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/12/17-1.pdf>
2. Олійник А. О., Федорченко Є. М., Степаненко О. О., Рудь М. С. Розв'язання задачі комівояжера на основі еволюційного моделювання. Реєстрація, зберігання і обробка даних. 2019. Т. 21, №3. С. 31-41
3. Угриновський Б. В., Кутельник Р. К. Дослідження ефективності декомпозиційного методу спільних ребер для розв'язування задачі комівояжера великих розмірностей. Молодий вчений Львів. 2017. №2. С. 147-150
4. Черкас Д. В., Красношляк Н. О. Дослідження генетичних алгоритмів розв'язування задачі оптимізації. Вісник Черкаського університету. 2019. Серія: Прикладна математика. Інформатика. №2. С. 34-43
5. Свизько В. А., Бабенко М. В., Лямар Н. М., Госало І. О. Розробка паралельного мурашного алгоритму на прикладі задачі комівояжера. Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету. 2020. Том 1, №36. С. 105-108.

УДК 004

Левчик Т. С., Собко О. В., Житкевич В. В., Міхалевський В. Ц.

Дзельницький національний університет

МЕТОД АВТОМАТИЗОВАНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ХВОРОБ РОСЛИННИХ КУЛЬТУР

Запропоновано новий метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур, при використанні якого приймається за вихідне, що для різних сортів рослин при діагностуванні різних хвороб можуть втрачуватися різні симптоми у різних параметричних проявах. Динамічною рисою розробленого методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур також є те, що при його застосуванні виконується не тільки відходова параметрично неврівнянних по симптоматичності хвороб, а й записи користувачу на евристичній параметричній симптоматичній потенційно можливих захворювань, що дозволяє в процесі роботи методу розширити симптоматичну картину та зв'язати до розгляду відпочатку безвідомі діагнози.

The new method of automated diagnosis of plant diseases is proposed, the use of which is taken as a starting point, that for different plant varieties in the diagnosis of different diseases may take into account different symptoms in different parametric manifestations. The characteristic feature of developed method of automated diagnosis of plant diseases is also that its application not only rejects parametrically unbalanced symptoms, but also requires user to parameters set of symptoms of potential diseases, which allows the method to expand symptomatic picture and take to consider initially unknown diagnoses.

Хвороба рослини – це будь-яке порушення нормальних фізіологічних функцій її організму, що відбувається під впливом зовнішніх факторів впливу і призводить до виникнення різних симптомів або протікає безсимптомно, проте призводить до зниження врожаю і його якості [1].

Фактично не має значення яке призначення виконує рослина – чи це сільськогосподарська культура, чи це декоративна рослина, вона за шкел свого життя може піддаватися різним захворюванням. Більше того, більшість захворювань можуть проявлятися однаково як на травах, так і на чагарниках та деревах [2].

Вирішення задачі діагностування хвороб рослинних культур за допомогою експертних систем є перспективним з тих причин, що вони надають визначену й об'єктивну відповідь за введеними користувачем даними, має велику швидкодію, має можливість постійно розширюватися, а також має повсякчасно шоло вибору певного розв'язку задачі.

На сьогоднішній день існує ряд рішень, що допомагають вирішувати задачу діагностування хвороб рослинних культур. Це такі системи як Plantix ADAMA Lab, Електронний довідник «Визначник шкідників і хвороб рослин», Yara CheckIT та Agrobase [3, 4]. Відомі програми продукати для вирішення завдання діагностування хвороб рослинних культур мають ряд недоліків, основним недоліком з яких є те, що оскільки більшість з них доступна тільки у версії для мобільних телефонів, то у них реалізовані переважно функції діагностики хвороб по світликах [5]. Враховуючи те, що багато хвороб можуть мати схожий зовнішній вигляд, при нежкісних зображеннях можливі помилки діагностування та з таких даних може бути визначений неповний перелік симптомів, розробка методів і засобів діагностування хвороб рослинних культур за шаблонами хвороб на поточному етапі є актуальним.

Метою роботи є розробка методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур для автоматизованого визначення захворювань рослинних культур за можливою назвою симптомів і їх параметрів та сортом рослини що діагностується.

Метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур використовує множинну базу інформаційної моделі діагностування хвороб рослинних культур для визначення можливої діагностованої хвороб рослини за можливою назвою симптомів, параметрами назвних симптомів та сортом рослини.

На Рисунку 1 зображено схему методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур. Вхідними даними методу є можливою назвою симптомів, параметри назвних симптомів та сорт рослини що діагностується. Також метод використовує відомості з бази даних, до яких належать хвороби, симптоми та сорти рослин, і відомості з бази знань, зокрема симптоми хвороб і характерні граничні параметри симптомів хвороб.

При роботі методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур спершу виконується формування множини можливої хвороб рослини шляхом додавання до порожньої вихідної множини всіх хвороб, у яких присутні названі симптоми. Після цього здійснюється формування можливої потенційних хвороб рослини, при якому з множини потенційних хвороб рослини видаляються всі хвороби, у яких параметри невідповідні заданим.

Після цього перевіряється, чи відомо всі параметри всіх симптомів для можливої потенційних хвороб рослини. Якщо відомо не всі параметри всіх симптомів для можливої потенційних хвороб рослини, то формується запит невідомих параметрів у користувача, в результаті чого забезпечується подання відсутніх параметрів визначених симптомів. Якщо ж відомо всі параметри всіх симптомів для можливої потенційних хвороб рослини, то виконується формування можливої діагностованих хвороб рослини шляхом видалення з множини всіх хвороб, у яких симптоми не відповідають назвним параметрам.

У такий спосіб одержуються вихідні дані методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур у вигляді можливої діагностованих хвороб рослини. Таким чином, розроблено метод автоматизованого діагностування

хвороб рослинних культур, який використовує множинну базу інформаційної моделі діагностування хвороб рослинних культур для визначення можливої діагностованих хвороб рослини за можливою назвою назвних симптомів, параметрами назвних симптомів та сортом рослини.

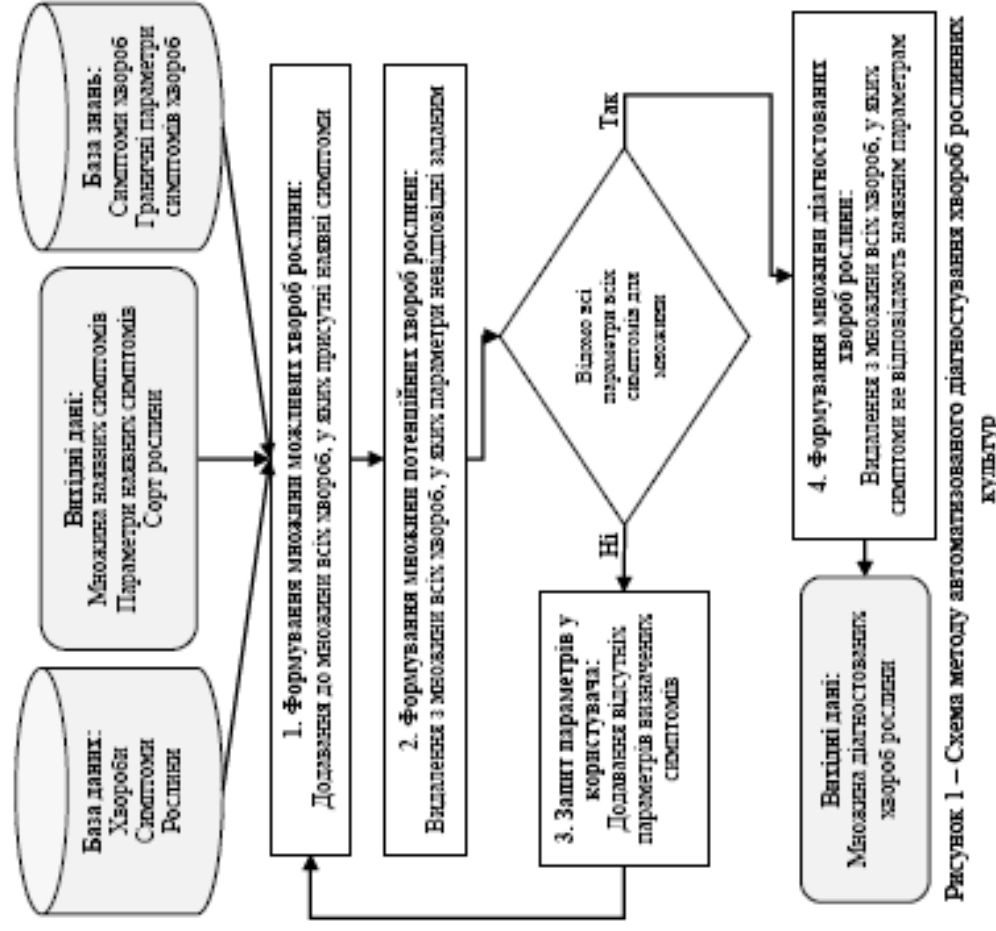


Рисунок 1 – Схема методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур

Була створена інформаційна система автоматизованого визначення захворювань рослинної культури (рисунком 2), яка використовує метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур і складається з бази

даних, бази знань та п'яти функціональних модулів, що мають різне призначення: модуль роботи користувача з експертними даними, модуль роботи користувача з каталоговими даними, модуль взаємодії користувача з оперативними даними, модуль формування множини хвороб рослин та модуль експертного пояснення встановленого діагнозу та виведення користувачу результатів роботи.

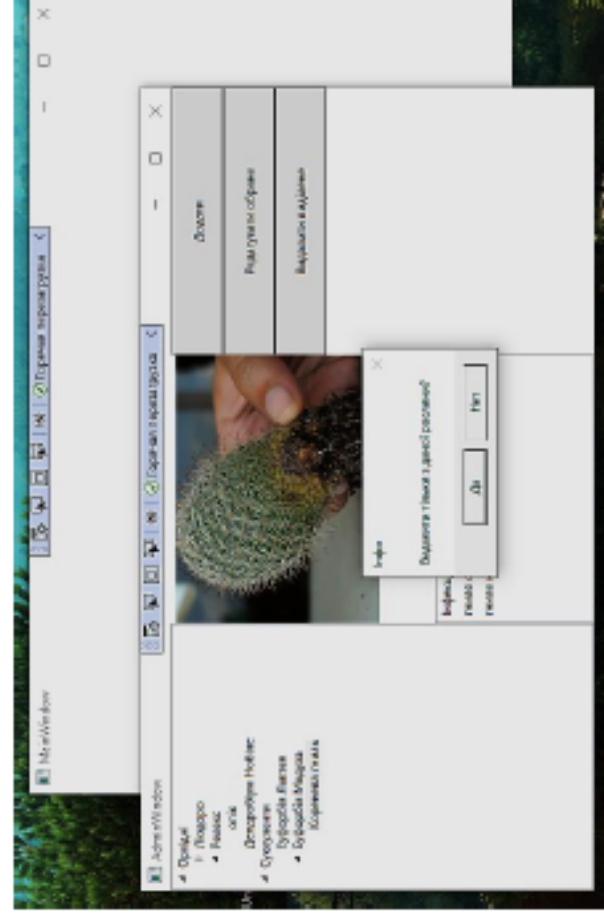


Рисунок 2 – Інтерфейс інформативної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури

Практичне використання розробленої системи авторами роботи для аналізу 93 випадків захворювань рослин із власного досвіду та світлих у вільному доступі, в порівнянні з системою Yara CheckIT виявило, що хоча на початковому етапі діагностування розроблена інформативна система одержала гірші результати (у середньому 78,5% проти 81,1%), за результатом додаткових запитів на симптоми результат розробленою інформативною системою був покращений до 86,9%. Дослідження підтверджує високу ефективність розробленого методу автоматизованого діагностування хвороб рослинної культури.

При використанні методу автоматизованого діагностування хвороб рослинної культури приймається за вихідне, що для різних сортів рослин при діагностуванні різних хвороб можуть враховуватись різні симптоми у різних параметричних проявах.

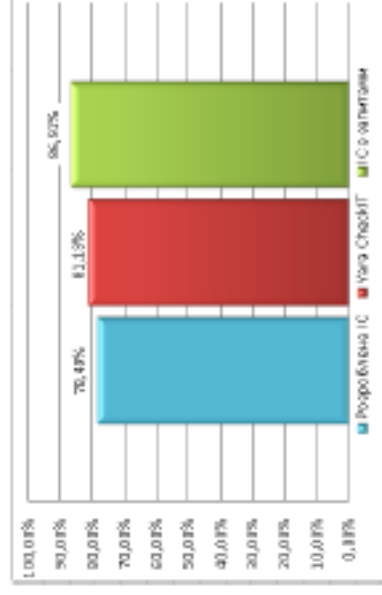


Рисунок 3 – Діаграма порівняння випадків коректного визначення захворювань рослинних культур розробленою інформативною системою, системою Yara CheckIT та розробленою інформативною системою з додатковими запитом на симптоми

Характерною рисою розробленого методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур також є те, що при його застосуванні виключається не тільки відхилення параметрично несприятливих по симптомах хвороб, а й запити користувачу на встановлення параметрів симптомів потенційно можливих захворювань, що дозволяє в процесі роботи методу розширити симптоматичну картину та взяти до розгляду відпочатку безпідставні діагнози. При зворотному використанні методу, можливе прогнозування супутніх хвороб рослинних культур формування шкідливих запитів на симптоми, які формуються за відповідним обсягом прогнозованих хвороб рослинних культур.

Перелік посилань:

1. І.М. Мельніченко, І.В. Воронцов. Методи виявлення бур'янів, хвороб та шкідливих рослин за даними дистанційного зондування. URL: http://653.inforose.ru/433_com/3020163/72-83.pdf
2. Головної сайт для агрономів. Хвороби рослин. URL: <https://ziraagro.com/slovnik-agronoma/hvorobe-roslin-id19372>
3. Олешко Т.І., Квашук Д.М., Бизменко А.М. Сучасні підходи до аналізу зображень в системах ідентифікації захворювань рослин із застосуванням детектору FAST. URL: <https://jmi.knu.edu.ua/index.php/SBT/article/view/14575>
4. Д. М. Квашук, В. В. Палушкін. Діагностика захворювань рослин з використанням технологій розпізнавання образів в системі економічної безпеки фермерських домогосподарств. URL: http://www.economy.nauka.com.ua/pdf/6_2019/68.pdf
5. УкрНавіна. Хвороби рослин в саду і на городі URL: <https://ukrnavina.com.ua/articles/bolezni-gartemu-v-sadu-i-ogorode--45924/>

Додаток Д

Презентаційний матеріал

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

МЕТОД АВТОМАТИЗОВАНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ХВОРОБ РОСЛИННИХ КУЛЬТУР

Виконав:

студентка 2 курсу, група КНм-20-1
Житкевич Вікторія Вікторівна

Керівник:

к.ф.-м.н., доцент кафедри КН
Міхалевський Віталій Цезарійович

Мета роботи

Мета кваліфікаційної роботи магістра полягає у розробці методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур та супутніх засобів, необхідних для автоматизованого визначення захворювань рослинних культур за множиною наявних симптомів і їх параметрів та сортом рослини що діагностується.

Для досягнення поставленої мети розробки методу та засобів автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур потрібно розв'язати наступні **задачі дослідження**:

- Провести аналіз предметної області та відомих підходів до автоматизованого визначення захворювань рослинних культур.
- Вдосконалити інформаційну модель діагностування хвороб рослинних культур.
- Розробити метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур.
- Розробити інформаційну технологію автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.
- Розробити інформаційну систему автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.

Також слід провести функціональне та прикладне дослідження ефективності розроблених засобів, у тому числі для тестового аналізу випадків захворювань рослин.

Інформаційна модель діагностування хвороб рослинних культур

Інформаційна модель діагностування хвороб рослинних культур DHR має наступний вигляд:

$$\{ H \cup S \cup P \cup R \cup SH \cup XSH \cup YSH \cup SR \cup HR \} \subset DHR,$$

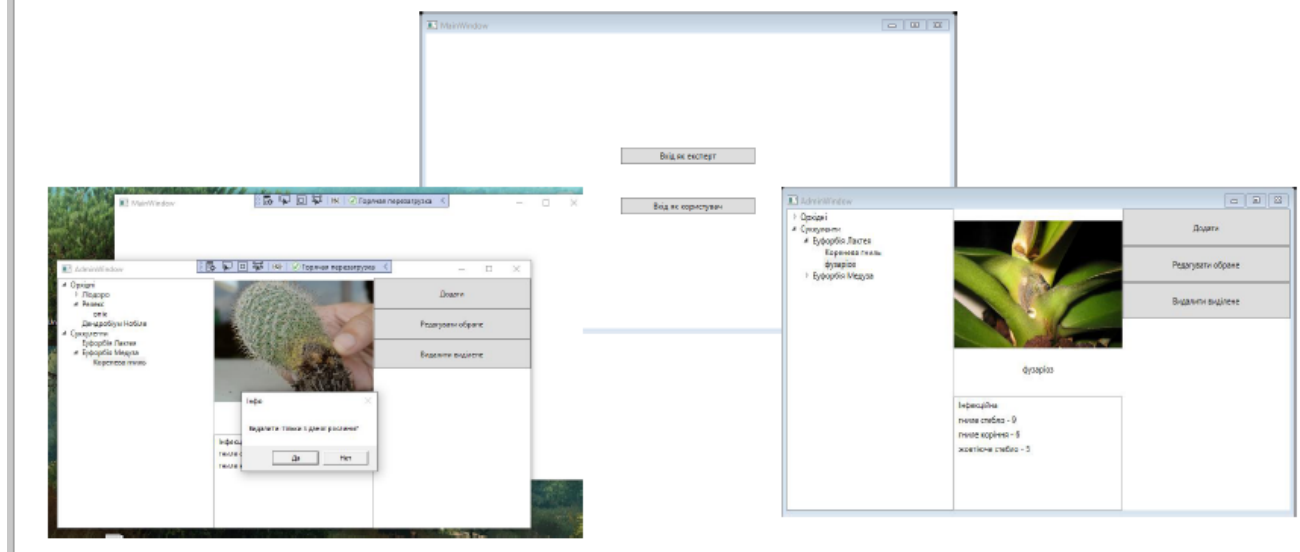
де H – хвороби рослин, S – симптоми, P – сорти рослин, R – діагностовані рослини, SH – симптоми s хвороб h сортів рослин p , XSH – мінімальні граничні параметри sh симптомів s хвороб h сортів рослин p , YSH – максимальні граничні параметри sh симптомів s хвороб h сортів рослин p , SR – наявні симптоми s в рослин r , HR – діагностовані хвороби h у в рослин r .

При використанні інформаційної моделі діагностування хвороб рослинних культур приймається за вихідне, що для різних сортів рослин при діагностуванні різних хвороб можуть враховуватись різні симптоми у різних параметричних проявах.



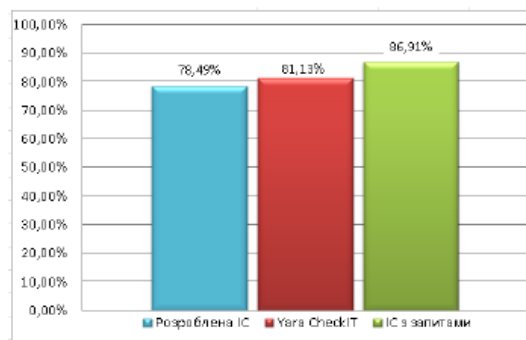


Інформаційна система автоматизованого визначення захворювань рослинної культури



Порівняння функцій діагностування інформаційних систем автоматизованого визначення захворювань рослинних культур

Функції	Plantix ADAMA Lab	«ЕД-визначник»	Yara CheckIT	Agrobase	Розроблена ІС
Діагностування кількох хвороб	Відсутнє	Наявне	Відсутнє	Наявне	Наявне
Діагностування по симптомах і їх параметрах	Наявне	Наявне	Наявне	Наявне	Наявне
Діагностування по світліні	Наявне	Відсутнє	Відсутнє	Наявне	Відсутнє
Додаткові запити симптомів для розширення бази пошуку	Відсутні	Відсутні	Відсутні	Відсутні	Наявні
Пояснення діагнозу	Наявне	Відсутнє	Наявне	Відсутнє	Наявне



Діаграма порівняння випадків коректного визначення захворювань рослинних культур розробленою інформаційною системою, системою Yara CheckIT та розробленою інформаційною системою з додатковими запитами на симптоми

Положення новизни та інновації

- **Вдосконалено інформаційну модель діагностування хвороб рослинних культур, яка відрізняється тим, що містить подання всіх необхідних сутностей для автоматизації операцій при діагностуванні хвороб рослинних культур**
- **Розроблено новий метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур, що дозволяє за множиною наявних симптомів, параметрами наявних симптомів та сортом рослини автоматизовано визначати множину діагностованих хвороб рослини.**
- **Розроблено нову інформаційну технологію автоматизованого визначення захворювань рослинної культури, що використовує метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур та інформаційну модель діагностування хвороб рослинних культур і дозволяє за вхідними даними симптомів захворюваності й їх параметрів одержувати вихідні дані у вигляді множин діагностованих хвороб рослини і зафіксованих симптомів рослини, а також експертного висновку із поясненням причин діагностування хвороб рослини.**
- **Розроблено нову інформаційну систему автоматизованого визначення захворювань рослинної культури, яка надає можливість за симптомами захворюваності і їх параметрами автоматизовано одержувати множину діагностованих хвороб рослини, множину зафіксованих симптомів рослини, яку було доповнено в ході додаткового діагностування, та формування експертного висновку з поясненням причин діагностування хвороб рослини.**

Загальні висновки

Кваліфікаційна робота магістра розв'язує науково-технічну задачу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур та розробки супутніх засобів, необхідних для автоматизованого визначення захворювань рослинних культур за множиною наявних симптомів і їх параметрів та сортом рослини що діагностується.

У результаті виконання роботи були поставлені та *вирішені наступні завдання:*

- ✓ Проведено аналіз предметної області та відомих підходів до автоматизованого визначення захворювань рослинних культур.
- ✓ Вдосконалено інформаційну модель діагностування хвороб рослинних культур.
- ✓ Розроблено метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур.
- ✓ Розроблено інформаційну технологію автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.
- ✓ Розроблено інформаційну систему автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.
- ✓ Проведено функціональне та прикладне дослідження ефективності розроблених засобів, у тому числі для тестового аналізу випадків захворювань рослин.

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальное совпадение с одним документом 1.0%

Словари проверки: en_US, ru_RU, ua_UA. **Ошибок в документах: 9%**

ID: 97439 Название: Метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур Добавлено в БД: 2021-11-29 Авторы: В.В. Житкевич Руководители: В.Ц. Міхалевський Консультанты: Оponentы:	Документ		Суммарное совпадение по Базе Данных	
	Символы	Лексемы	Символы	Лексемы
	96907	642	2176 (2%)	30 (5%)

Источник плагиата

ID	Описание	Наличие плагиата в документе	
		Символы	Лексемы

Ім'я користувача:
Кафедра КН

ID перевірки:
1009400768

Дата перевірки:
29.11.2021 12:11:06 EET

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
29.11.2021 12:13:25 EET

ID користувача:
100005671

Назва документа: 2021_KPM_Житкевич 20211128 1 Lite

Кількість сторінок: 82 Кількість слів: 13759 Кількість символів: 115769 Розмір файлу: 2.63 MB ID файлу: 1009419501

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

3.4% Схожість

Найбільша схожість: 1.83% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1009334714)

0.63% Джерела з Інтернету

25

Сторінка 84

2.94% Джерела з Бібліотеки

91

Сторінка 84

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

9

Підозріле форматування

16
сторінок

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ

КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА ДО ЗАХИСТУ ЗА
РЕЗУЛЬТАТАМИ АНАЛІЗУ ЗВІТУ ПОДІБНОСТІ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур

Автор: Житкевич В.В., група КНм-20-1

Спеціальність: 122 – Комп'ютерні науки

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: к.ф-м.н., доц. кафедри КН Міхалевський В.Ц.

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

1) за програмою Anti-Plagiarism виявлені 1% запозичень, що підтверджує авторство дослідження.

2) За програмою UNICHECK виявлені 3,4% запозичень є фрагментарними – містять поширені конструкції, загальновідомі терміни, скорочення та визначення.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 1% і 3,4% відповідно, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри КН



В. Ц. Міхалевський

Р. О. Багрій

О. В. Бармак



ВІДГУК ОПОНЕНТА

на кваліфікаційну роботу магістра

гр. КНМ-20-1 Житкевич Вікторії Вікторівни за темою: Метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур

1. Актуальність обраної теми

В кваліфікаційній роботі магістра було розроблено метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур. Тема роботи є актуальною на даний час, актуальність детально обґрунтована дослідженнями процесів захисту рослин, методами прийняття рішень щодо їхнього лікування та аналізом ряду програмних продуктів, що допомагають вирішувати задачу діагностування різних захворювань рослинних культур.

2. Відповідність роботи предметній області спеціальності 122 Комп'ютерні науки та загальним вимогам до наукових робіт

Предметна область метода автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур та супутніх засобів дозволяє формалізацію, систематизацію, збір та аналіз інформації для автоматизованого визначення захворювань рослинних культур за множиною наявних симптомів і їх параметрів та сортом рослини, що діагностується. Розроблена інформаційна система описує, аналізує та оптимізує архітектурні рішення для автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.

Кваліфікаційна робота відповідає вимогам стандарту до роботи магістра за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки.

3. Повнота розкриття мети та завдань дослідження

Завдання дослідження повністю розкривають мету роботи. Розроблено нову інформаційну систему автоматизованого визначення захворювань рослинної культури, яка надає можливість за симптомами захворюваності і їх параметрами автоматизовано одержувати множину діагностованих хвороб рослини, множину зафіксованих симптомів рослини та формувати експертний висновок з поясненням причин діагностування хвороб рослини.

4. Наявність наукової новизни

Наукова новизна підтверджена розробкою методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур, що дозволяє за множиною наявних симптомів, параметрами наявних симптомів і сортом рослини автоматизовано визначати множину діагностованих хвороб рослини, та розробкою нової інформаційної системи автоматизованого визначення

захворювань рослинної культури, яка надає можливість за симптомами захворюваності і їх параметрами автоматизовано одержувати множину діагностованих хвороб рослини, множину зафіксованих симптомів рослини та формувати експертний висновок з поясненням причин діагностування хвороб рослини.

5. Зміст кожного розділу роботи

В першому розділі проаналізована предметна область та сформована постановка задачі на розробку системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.

В другому розділі проаналізовано існуючі технології та запропоновано і розроблено метод і засоби автоматизованого визначення захворювань рослинних культур.

В третьому розділі розроблено інформаційну систему автоматизованого визначення захворювань рослинної культури, запропоновано схему взаємодії функціональних модулів інформаційної системи та визначено комбінації засобів розробки інформаційної системи

В четвертому розділі протестовано і досліджено ефективність інформаційної технології автоматизованого визначення захворювань рослинної культури, описано функції та особливості використання інформаційної системи, наведено результати порівняння ключових функцій діагностування відомих інформаційних систем автоматизованого визначення захворювань рослинних культур та зроблена оцінка отриманих результатів.

6. Ступінь розкриття теми роботи

Тема роботи розкрита повністю. Достовірність результатів підтверджена процесом тестування на основі вхідних параметрів для автоматизованого визначення захворювань рослинної культури.

7. Якість оформлення кваліфікаційної роботи

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи магістра оформлена відповідно до норм. Мовних, граматичних, синтаксичних помилок не виявлено.

8. Недоліки кваліфікаційної роботи

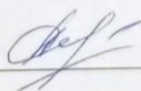
Явних недоліків в роботі не виявлено. Можна було б провести узагальнення роботи системи шляхом удосконалення інтерфейсу користувача.

9. Загальний висновок (допускається чи не допускається до захисту), якої оцінки заслуговує кваліфікаційна робота.

Рекомендую допустити кваліфікаційну роботу до захисту.

Робота заслуговує на оцінку « добре ».

Опонент _____



к.т.н., доц. Корецька Л.О.



ВІДГУК НАУКОВОГО КЕРІВНИКА

на кваліфікаційну роботу магістра

гр. КНм-20-1 Житкевич Вікторії Вікторівни за темою: Метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур

1. Актуальність теми

Актуальність теми обґрунтована в достатній мірі: на сьогоднішній день існує ряд рішень, що допомагають вирішувати задачу діагностування хвороб рослинних культур, проте вони мають ряд недоліків. Враховуючи те, що багато хвороб можуть мати схожий зовнішній вигляд, можливі помилки діагностування та з таких даних може бути визначений неповний перелік симптомів, розробка методів і засобів діагностування хвороб рослинних культур за шаблонами хвороб на поточному етапі є актуальним.

2. Відповідність роботи предметній області спеціальності 122 Комп'ютерні науки та загальним вимогам до наукових робіт

В кваліфікаційній роботі магістра було розроблено метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур. Детально досліджені процеси захисту рослин, методи прийняття рішень щодо їхнього лікування та проведено аналіз ряду програмних продуктів для діагностування різних захворювань рослин.

Тема кваліфікаційної роботи магістра відповідає предметній області спеціальності 122 Комп'ютерні науки та вимогам до кваліфікаційної роботи магістра: 1) Виконавцем сплановано і реалізовано процес розробки комп'ютерної систем та програмного забезпечення, проведено тестування та порівняльний аналіз. 2) Виконавець обрав інформаційне середовище розробки та дослідження, що дозволило знайти правильне і ефективне рішення, а запропонований метод дозволяє обрати найоптимальніший алгоритм діагностування хвороб рослинних культур.

Проаналізовано, оцінено та порівняно різні технології процесів для встановлення пріоритетів у відповідності з критеріями продуктивності та якості, що визначені завданням. Розроблено інформаційну систему автоматизованого визначення захворювань рослинної культури. Проведено функціональне та прикладне дослідження ефективності розроблених засобів, у тому числі для тестового аналізу випадків захворювань рослин.

3. Професійні та особистісні якості магістранта

Магістрант володіє в достатній мірі професійними якостями дослідника: 1) Має здатність збирати, формалізувати, систематизувати і аналізувати потреби та вимоги до комп'ютерної системи, що розробляється. 2) Має здатність формалізувати предметну область проекту у вигляді відповідної інформаційної моделі.

Серед особистісних якостей магістранта слід виділити відповідальність, цілеспрямованість, здатність навчатися, нестандартність мислення.

4. Ступінь самостійності під час виконання кваліфікаційної роботи

Студент більшу частину роботи виконав самостійно. Особисто магістрантом досліджено предметну область, проведено порівняльний аналіз переваг та недоліків існуючих програмних засобів для діагностування хвороб рослинних культур; підібрано алгоритм для опрацювання даних; розроблено нову інформаційну систему автоматизованого визначення захворювань рослинної культури, проведено функціональне

та прикладне дослідження ефективності розроблених засобів, у тому числі для тестового аналізу випадків захворювань рослин.

5. Наукова новизна та оригінальність запропонованих підходів

У виконаній роботі наукова новизна присутня в достатній мірі. Інноваційний підхід проявлено в розробці методу автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур, що дозволяє за множиною наявних симптомів, параметрами наявних симптомів та сортом рослини автоматизовано визначати множину діагностованих хвороб рослини.

Результати дослідження доповідались на 1-й конференції та оприлюднені в 1-х тезах.

6. Ступінь оволодіння методами дослідження

Магістрантка в достатній мірі оволоділа методами дослідження, які були використані у роботі: порівняння, аналізу, класифікації, узагальнення.

7. Повнота та якість розкриття теми роботи

Тема роботи розкрита достатньо в рамках поставлених завдань: спроектовано структуру і здійснено прикладну програмну розробку інформаційної системи автоматизованого визначення захворювань рослинної культури. Інформаційна система включає в себе базу даних, базу знань і п'ять функціональних модулів, що мають різне призначення: модуль роботи користувача з експертними даними, модуль роботи користувача з каталоговими даними, модуль взаємодії користувача з оперативними даними, модуль формування множини хвороб рослини та модуль експертного пояснення встановленого діагнозу і виведення користувачу результатів роботи.

8. Логічність, послідовність, аргументованість, літературна грамотність викладу матеріалу

Магістрант матеріал виклав логічно, послідовно, аргументовано. Наводилися наявні розробки, ставилося завдання та послідовно розв'язувалося. Для аргументації отриманих рішень проводилося теоретичне обґрунтування та порівняльний аналіз експериментів.

Літературна та граматична якість матеріалу на достатньому рівні.

9. Можливість практичного застосування кваліфікаційної роботи, окремих її частин

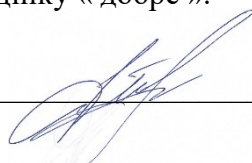
Результати кваліфікаційної роботи магістра можуть застосовуватися на практиці після налаштувань під конкретно запропоновану модель автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур. Практична цінність роботи полягає в тому, що при застосуванні методу діагностування виконується не тільки відкидання параметрично неприйнятних по симптомах хвороб, а й запити користувачу на встановлення параметрів симптомів потенційно можливих захворювань, що дозволяє в процесі роботи методу розширити симптоматичну картину та взяти до розгляду відпочатку безпідставні діагнози. При зворотному використанні методу, можливе прогнозування супутніх хвороб рослинних культур формування шаблонів запитів на симптоми, які формуються за відповідним обсягом прогнозованих хвороб рослинних культур.

10. Висновок про можливість допуску кваліфікаційної роботи до захисту, на яку оцінку заслуговує робота

Рекомендую допустити кваліфікаційну роботу магістра до захисту.

Робота заслуговує на оцінку « добре ».

Науковий керівник _____



к.фіз.-мат.н., доц. Віталій Міхалевський