



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **130845** (13) **C2**
(51) МПК (2026.01)

A01B 79/00

A01B 79/02 (2006.01)

A01C 21/00

A01G 25/16 (2006.01)

G01N 33/24 (2006.01)

G06Q 50/02 (2012.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки: a 2023 00812	(72) Винахідник(и): Вернер Флетчер (US), Губер Маркус (US), Лайонс Майк (US), Гарверт Метт (US)
(22) Дата подання заявки: 02.09.2021	(73) Володілець (володільці): КЛАЙМАТЕ ЛЛС, 4 City Place, Suite 100 Saint Louis, MO 63141, United States of America (US)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 28.05.2026	(74) Представник: Шамріна Олена Олексіївна, реєстр. №141
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 63/073,821	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: WO 2019040866 A2, 28.02.2019 US 2018259674 A1, 13.08.2018 US 2010223009 A1, 02.09.2010 US 2012237083 A1, 20.09.2012 US 2015216117 A1, 06.08.2015 US 2018146624 A1, 31.05.2018
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 02.09.2020	
(33) Код держави-учасниці US Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	
(41) Публікація відомостей про заявку: 10.04.2024, Бюл.№ 15	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 27.05.2026, Бюл.№ 21	
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ PCT/US2021/048852, 02.09.2021	

(54) СИСТЕМА, НОСІЙ ІНФОРМАЦІЇ ТА СПОСІБ ВІЯВЛЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ АБО ЗМІШУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ У ПОЛІГОНАХ ЗБИРАННЯ ВРОЖАЮ НА ВЕКТОРНОМУ РІВНІ

(57) Реферат:

Описані системи й способи визначення ступеня або коефіцієнта помилки для обробок на полі. У деяких варіантах здійснення система отримує перші дані, що відповідають першій агрономічній обробці на полі, та другі дані, що відповідають другій агрономічній обробці на полі. Система використовує перші й другі дані для визначення відмінностей і перекриттів між характеристиками перших і других даних для кількісної оцінки коефіцієнта помилки на окремих підгрупах поля. На основі кількісно визначеного коефіцієнта помилки, ряд показників і даних про врожайність можуть бути інтерпретовані по-різному або змінені, щоб відповідати результату кількісно визначеного коефіцієнта помилки. Система використовує кількісно визначений коефіцієнт помилки для прогнозування ефективності обробок, модифікації коефіцієнта фактичної врожайності на полі, а також для рекомендацій в режимі реального часу та подальших коригувальних дій на полі.

UA 130845 C2

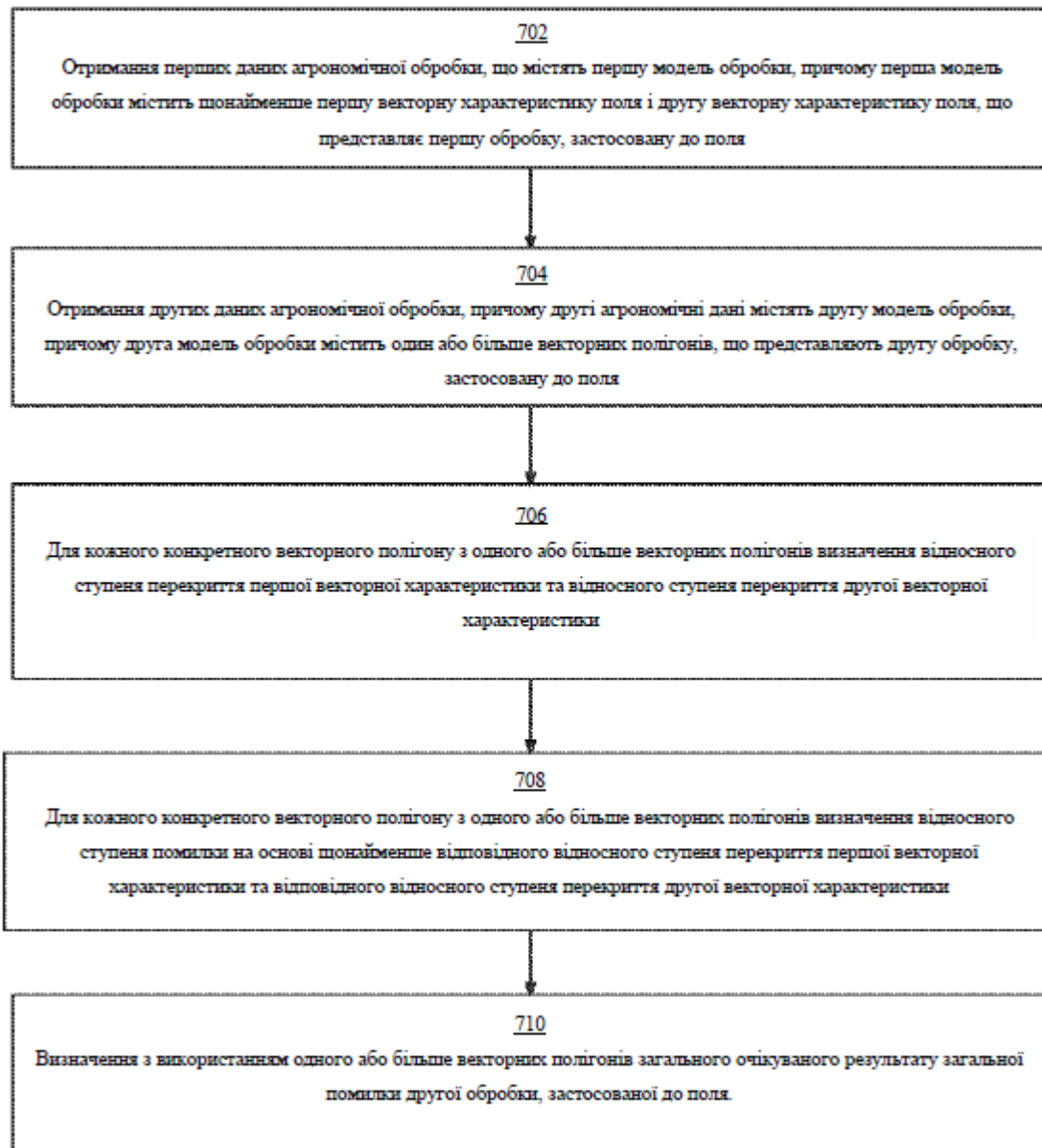


Fig. 7

ПОВІДОМЛЕННЯ ПРО АВТОРСЬКІ ПРАВА

Частина опису в цьому патентному документі містить матеріал, який є об'єктом авторського права. Власник авторських прав не заперечує проти факсимільного відтворення будь-ким патентного документа або розкриття патенту в тому вигляді, в якому він міститься в патентному реєстрі або записах Бюро з реєстрації патентів і товарних знаків, але в іншому випадку залишає за собою всі авторські права. © 2015-2021 The Climate Corporation.

ГАЛУЗЬ ТЕХНІКИ

Однією з технічних галузей даного розкриття є цифрове комп'ютерне моделювання сільськогосподарських полів та обробки сільськогосподарських полів. Ще однією технічною галуззю є використання згенерованих комп'ютером моделей для порівняння характеристик форми та векторних полів. Ще одна технічна галузь - використання моделей сільськогосподарських полів для визначення та виправлення помилок, характерних для сільськогосподарських полів.

РІВЕНЬ ТЕХНІКИ

Для ефективного управління сільськогосподарськими полями аграрні працівники та керівники хотіли б покладатися на точні та детальні моделі полів. Моделі повинні включати, наприклад, дані, що вказують на різні обробки, які вже застосовувалися на полях. Моделі також повинні вказувати на ідеальну кількість ресурсів, які працівники повинні використовувати для управління своїми полями.

Дані, зібрані до, під час і після обробки полів, можуть бути використані працівниками для прийняття рішень щодо посіву насіння, поливу полів або збору врожаю культур. Дійсно, застосування обробки полів у певний час може мати вирішальне значення для досягнення стану поля, оптимального для збору врожаю культур.

З розвитком сільськогосподарської науки й техніки розробляються точні та детальні моделі полів, які базуються, наприклад, на значній кількості випробувань. Керівники сільськогосподарських підприємств часто тестують і переглядають моделі, перш ніж використовувати їх для досягнення оптимального стану поля. Крім того, показники, що стосуються індивідуальної та загальної врожайності культур, неодноразово генеруються і ретельно вивчаються, а інформація про застосування певних методів обробки полів використовується для визначення курсу дій щодо культивування полів на наступні роки.

Відхилення у належному застосуванні обробки поля можуть призвести до генерування даних, які є невірними або оманливими. Це, в свою чергу, може призвести до отримання невірних прогнозів врожайності з плином часу.

Незважаючи на точність, яку можуть забезпечити сучасні сільськогосподарські знаряддя та техніка, методи збору даних все ще дуже схильні до помилок. Прикладами поширених помилок є помилки, спричинені фермером, або помилки, які виникають, коли людина-оператор неправильно використовує сільськогосподарські знаряддя або відхиляється від структурованого сільськогосподарського плану. Ці помилки можуть призвести до того, що сільськогосподарські знаряддя, які використовуються для збору даних на полі, повідомлятимуть хибну інформацію або виконуватимуть функції, які не були заплановані.

Іншими поширеними помилками є технічні помилки або помилки, які виникають, коли елемент машини, що працює в полі, неналежно відкалібрований. Прикладами таких помилок є помилки системи глобального позиціонування (GPS), які виникають, коли дані GPS для сільськогосподарського знаряддя не відображають фактичне положення знаряддя в полі. Неспроможність виявити ці помилки та/або неналежне застосування даних з помилками може мати катастрофічні наслідки для керівників сільськогосподарських підприємств. Наприклад, помилка у польових вимірюваннях або технічному обслуговуванні може знизити оцінку загальної врожайності і змусити керівника інтерпретувати втрату врожайності як спричинену іншим фактором, наприклад, обробкою, застосованою до поля. Це особливо проблематично, оскільки керівники можуть відмовитися від ефективної обробки, не виявивши і не виправивши помилки, що лежать в її основі.

Незважаючи на зростаючу складність і точність вимірювань сільськогосподарських даних, помилки залишаються поширеною проблемою в обслуговуванні полів. Сучасні системи сільськогосподарського моделювання значно виграють від врахування якомога більшої кількості змінних, а наявність помилок може бути проблематичною при плануванні польових робіт.

Таким чином, існує потреба в системі, яка використовує виміряні польові дані для виявлення наявності помилок і точного вимірювання впливу помилок на сільськогосподарську діяльність. Крім того, існує потреба в системі, яка активно визначає наявність помилок під час і після обробки поля і надає рекомендації щодо негайних і постійних коригувальних дій для оптимізації врожайності.

КОРОТКИЙ ОПИС ВИНАХОДУ

Додана формула винаходу може слугувати коротким описом винаходу.

КОРОТКИЙ ОПИС ГРАФІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

У графічних матеріалах зображено наступне.

5 На фіг. 1 зображено ілюстративну комп'ютерну систему, виконану з можливістю виконання описаних в цьому документі функцій, показаної в польових умовах з іншими апаратами, з якими система може взаємодіяти.

На фіг. 2 зображено два вигляди ілюстративної логічної організації наборів команд в основній пам'яті, коли ілюстративний мобільний застосунок завантажений для виконання.

10 На фіг. 3 зображено запрограмований процес, за допомогою якого сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система генерує одну або більше попередньо налаштованих агрономічних моделей, використовуючи агрономічні дані, надані одним або більше джерелами даних.

15 На фіг. 4 зображено блок-схему, яка ілюструє комп'ютерну систему, на якій можуть бути реалізовані деякі варіанти здійснення цього винаходу.

На фіг. 5 зображено ілюстративний варіант здійснення часової шкали для введення даних.

На фіг. 6 зображено ілюстративний варіант здійснення електронної таблиці для введення даних.

20 На фіг. 7 зображено ілюстративний спосіб використання зібраних даних про знаряддя для визначення процедурної помилки при застосуванні обробки до агрономічного поля.

На фіг. 8 зображено ілюстративну модель поля для висаджених гібридних культур згідно з деякими варіантами здійснення.

На фіг. 9 зображено ілюстративну модель поля для реалізації шляхів проходження згідно з деякими варіантами здійснення.

25 На фіг. 10А зображено ілюстративну модель поля, що включає накладання вимірюваних даних про посів на вимірювані дані про проходження знаряддя згідно з деякими варіантами здійснення.

На фіг. 10В зображено ілюстративну модель поля, що включає секційні польові дані, що відносяться до ступеня помилки, вимірюваної на полі, згідно з деякими варіантами здійснення.

30 На фіг. 11А зображено ілюстративну графічну модель, що включає дані, пов'язані із забрудненням груп полів на основі помилок.

На фіг. 11В зображено ілюстративну графічну модель, що включає дані, пов'язані із забрудненням груп полів на основі помилок.

ДЕТАЛЬНИЙ ОПИС ВИНАХОДУ

35 У наступному описі з метою пояснення викладено численні конкретні деталі, щоб забезпечити повне розуміння цього винаходу. Однак буде очевидно, що цей винахід може бути реалізований на практиці без цих специфічних деталей. В інших випадках відомі конструкції та пристрої показані у вигляді структурної схеми, щоб не перешкоджати розумінню цього винаходу. Варіанти здійснення розкриваються в розділах відповідно до наступної схеми:

1. ЗАГАЛЬНИЙ ОГЛЯД

40 2. ІЛЮСТРАТИВНА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА

2.1. СТРУКТУРНИЙ ОГЛЯД

2.2. ОГЛЯД ПРИКЛАДНОЇ ПРОГРАМИ

2.3. ВВЕДЕННЯ ДАНИХ ДО КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ

45 2.4. ОГЛЯД ПРОЦЕСУ - НАВЧАННЯ АГРОНОМІЧНОЇ МОДЕЛІ

2.5. ПРИКЛАД РЕАЛІЗАЦІЇ - ОГЛЯД АПАРАТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

3. ГЕНЕРУВАННЯ МОДЕЛІ ПОМИЛОК ДЛЯ ПОЛЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ВИМІРЯНИХ ПОЛЬОВИХ ДАНИХ

3.1. ВИМІРЮВАННЯ ДАНИХ ПОСІВУ

50 3.2. ВИМІРЮВАННЯ ДАНИХ ЗБИРАННЯ ВРОЖАЮ

3.3. ПОРІВНЯННЯ ЗАСТОСОВАНОЇ МОДЕЛІ ТА ВЕКТОРНИЙ АНАЛІЗ

3.4. ЗАСТОСУВАННЯ ЗГЕНЕРОВАНИХ МОДЕЛЕЙ ПОМИЛОК

4. ПРАКТИЧНІ ЗАСТОСУВАННЯ

5. ПЕРЕВАГИ ОКРЕМИХ ВАРІАНТІВ ЗДІЙСНЕННЯ

55 6. РОЗШИРЕННЯ ТА АЛЬТЕРНАТИВИ

1. ЗАГАЛЬНИЙ ОГЛЯД

60 У цьому документі описано комп'ютерні системи та реалізовані комп'ютером способи збору та використання вимірюваних польових даних як частину практичної реалізації системи виявлення та кількісної оцінки помилок в агрономічній галузі. Згідно з деякими варіантами здійснення сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система збирає, аналізує та/або

використовує дані, що відносяться до першої обробки поля. Перша обробка поля представлена даними, прийнятими в сільськогосподарській інтелектуальній комп'ютерній системі, і включає одну або більше характеристик поля, які можуть бути змодельовані в позиційному та/або векторному форматі. Перша обробка може включати посів певної кількості насіння на полі за певною схемою. Наприклад, сільськогосподарське знаряддя, що працює в полі, може висаджувати горизонтально або вертикально вирівняні ряди сільськогосподарського насіння, де кожен другий ряд насіння містить один і той самий гібридний рід або вид культури.

Згідно з деякими варіантами здійснення сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система збирає і аналізує дані, що стосуються другої обробки поля. Друга обробка поля представлена даними, прийнятими в сільськогосподарській інтелектуальній комп'ютерній системі, і включає схему проходження або обробки, застосовану до поля сільськогосподарським знаряддям. Схема проходження або обробки може бути пов'язана з орієнтацією характеристик першої обробки. Наприклад, дані другої обробки можуть представляти позиційні дані збирального знаряддя, що проходить полем за горизонтальними схемами для збирання врожаю гібридних культур, висаджених на ньому під час першої обробки. Схема другої обробки може бути додатково охарактеризована регулярними або періодичними положеннями знаряддя на полі. Наприклад, схеми проходження можуть бути віднесені до підкатегорії відповідно до положення знаряддя, регулярного періоду часу роботи знаряддя або формування інтервальних полігонів, що генеруються під час проходження поля.

Згідно з деякими варіантами здійснення сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система використовує дані, прийняті з першої та другої обробки, для визначення відмінностей між розташуванням та орієнтацією характеристик і схемою проходження сільськогосподарського знаряддя. Відмінності можуть бути визначені на основі загальної схеми проходження знаряддя або можуть бути визначені на індивідуальній геометричній основі для різних періодів і просторових векторів руху. Наприклад, сільськогосподарське знаряддя, що проходить полем, може бути представлене рядом векторних "полігонів", що відповідають періодам проходження знаряддя по полю. У різних варіантах здійснення полігон, у контексті цього опису, може являти собою будь-які дані або представлення даних, які передають певний аспект просторової області, як-от поле, і можуть відповідати схемі, формі, робочому порядку, обробці або будь-яким іншим даним або діям, що виконуються в просторовій області. Кожен окремих полігон може бути замкненою фігурою, що представляє частину застосованої обробки, і може бути порівняний з даними першої обробки для визначення ступеня перекриття між позиційними характеристиками першої обробки й окремого полігону.

Згідно з деякими варіантами здійснення сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система використовує визначені значення "перекриття" між полігоном проходження і характеристикою поля для визначення відносного коефіцієнта помилки, яка виникла під час другої обробки на полігоні проходження. Наприклад, кожен полігон проходження, що відноситься до другої обробки, може бути проаналізований індивідуально або колективно для визначення перекриття характеристик поля в наборі полігонів проходження для визначення коефіцієнта помилки при застосуванні другої обробки. Згідно з деякими варіантами здійснення сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система використовує визначені коефіцієнти помилки для визначення загального виміряного результату помилки обробки, застосованої до поля, або загального очікуваного результату помилки майбутньої обробки, застосованої до поля.

2. ІЛЮСТРАТИВНА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА

2.1 СТРУКТУРНИЙ ОГЛЯД

На фіг. 1 зображено ілюстративну комп'ютерну систему, виконану з можливістю виконання описаних в цьому документі функцій, показаної в польових умовах з іншими апаратами, з якими система може взаємодіяти. В одному варіанті здійснення користувач 102 має, експлуатує або володіє обчислювальним пристроєм 104 керівника поля, який знаходиться в польових умовах або пов'язаний з польовими умовами, як-от поле, призначене для сільськогосподарської діяльності, або місце управління одним або більше сільськогосподарськими полями. Комп'ютерний пристрій 104 керівника поля запрограмований або виконаний із можливістю надання польових даних 106 до сільськогосподарської інтелектуальної комп'ютерної системи 130 через одну або більше мереж 109.

Приклади польових даних 106 включають (а) ідентифікаційні дані (наприклад, площа, назва поля, ідентифікатори поля, географічні ідентифікатори, ідентифікатори меж, ідентифікатори культур та будь-які інші відповідні дані, які можуть бути використані для ідентифікації сільськогосподарських угідь, як-от загальна земельна одиниця (CLU - англ.: common land unit),

номер партії та блоку, номер ділянки, географічні координати та межі, серійний номер ферми (FSN - англ.: Farm Serial Number), номер ферми, номер урочища, номер поля, секція, населений пункт та/або діапазон), (b) дані про врожай (наприклад, тип культури, сорт культури, сівозмінна культури, чи вирощується культура органічно, дата збору врожаю, фактична історія виробництва (APH - англ.: Actual Production History), очікувана врожайність, врожайність, ціна культури, дохід від культури, вологість зерна, практика обробітку ґрунту та інформація про попередній сезон вирощування), (c) дані про ґрунт (наприклад, тип, склад, pH, органічна речовина (OM - англ.: organic matter), ємність катіонного обміну (CEC - англ.: cation exchange capacity)), (d) дані про посів (наприклад, дата посіву, тип насіння, відносна зрілість (RM - англ.: relative maturity) висадженого насіння, популяція насіння), (e) дані про добрива (наприклад, тип поживних речовин (азот, фосфор, калій), тип внесення, дата внесення, кількість, джерело, спосіб) (f) дані про внесення хімічних речовин (наприклад, пестицид, гербіцид, фунгіцид, інша речовина або суміш речовин, призначена для використання як регулятор росту рослин, дефоліант або осушувач, дата внесення, кількість, джерело, спосіб), (g) дані про зрошення (наприклад, дата застосування, кількість, джерело, спосіб), (h) метеорологічні дані (наприклад, опади, норма опадів, прогнозована кількість опадів, регіон швидкості стоку води, температура, вітер, прогноз, тиск, видимість, хмарність, тепловий індекс, точка роси, вологість, висота снігу, якість повітря, схід сонця, захід сонця), (i) дані знімків (наприклад, зображення та інформація про світловий спектр з датчика сільськогосподарського апарата, камери, комп'ютера, смартфона, планшета, безпілотного літального апарату, літаків або супутника), (j) розвідувальні спостереження (фото, відео, нотатки у довільній формі, голосові записи, погодні умови (температура, опади (поточні та з часом), вологість ґрунту, стадія росту культури, швидкість вітру, відносна вологість, точка роси, чорний шар)), та (k) звіти про ґрунт, насіння, фенологію культур, шкідників та хвороби, а також джерела та бази даних прогнозів.

Комп'ютер 108 сервера даних з'єднаний з можливістю зв'язку з сільськогосподарською інтелектуальною комп'ютерною системою 130 і запрограмований або виконаний із можливістю надсилання зовнішніх даних 110 до сільськогосподарської інтелектуальної комп'ютерної системи 130 через мережу(-і) 109. Комп'ютер 108 сервера зовнішніх даних може належати або експлуатуватися тією ж юридичною або фізичною особою, яка володіє та/або експлуатує сільськогосподарську інтелектуальну комп'ютерну систему 130, або іншою фізичною або юридичною особою, наприклад, державною установою, неурядовою організацією (NGO) та/або приватним постачальником послуг з обробки даних. Приклади зовнішніх даних включають погодні дані, дані знімків, дані про ґрунт або статистичні дані, що стосуються врожайності культур, серед іншого. Зовнішні дані 110 можуть складатися з того ж типу інформації, що і польові дані 106. У деяких варіантах здійснення зовнішні дані 110 надаються сервером 108 зовнішніх даних, що належить тій самій особі, яка володіє та/або експлуатує сільськогосподарську інтелектуальну комп'ютерну систему 130. Наприклад, сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система 130 може містити сервер даних, орієнтований виключно на тип даних, які в іншому випадку можуть бути прийняті зі сторонніх джерел, як-от погодні дані. У деяких варіантах здійснення сервер 108 зовнішніх даних може бути фактично включений в систему 130.

Сільськогосподарський апарат 111 може мати один або більше віддалених датчиків 112, закріплених на ньому, які безпосередньо або опосередковано через сільськогосподарський апарат 111 з'єднані з сільськогосподарською інтелектуальною комп'ютерною системою 130 і запрограмовані або виконані з можливістю надсилання даних датчика до сільськогосподарської інтелектуальної комп'ютерної системи 130. Приклади сільськогосподарських апаратів 111 включають трактори, комбайни, жатки, сівалки, вантажівки, обладнання для внесення добрив, літальні апарати, включаючи безпілотні літальні апарати, і будь-які інші фізичні машини або обладнання, як правило, мобільні машини, які можуть бути використані для виконання завдань, пов'язаних із сільським господарством. У деяких варіантах здійснення один блок апарата 111 може містити сукупність датчиків 112, які локально об'єднані в мережу на апараті; мережа контролерів (CAN) є прикладом такої мережі, яка може бути встановлена в комбайнах, жатках, обприскувачах і культиваторах. Контролер 114 застосунку з'єднаний з можливістю зв'язку з сільськогосподарською інтелектуальною комп'ютерною системою 130 через мережу (мережі) 109 і запрограмований або виконаний із можливістю отримання від сільськогосподарської інтелектуальної комп'ютерної системи 130 одного або більше сценаріїв, які використовуються для керування робочим параметром сільськогосподарського транспортного засобу або знаряддя. Наприклад, інтерфейс шини мережі контролерів (CAN) може бути використаний для забезпечення зв'язку від сільськогосподарської інтелектуальної комп'ютерної системи 130 до сільськогосподарського апарата 111, наприклад, як використовується система CLIMATE

FIELDVIEW DRIVE, доступна від The Climate Corporation, Сан-Франциско, штат Каліфорнія. Дані датчика можуть складатися з того ж типу інформації, що і польові дані 106. У деяких варіантах здійснення віддалені датчики 112 можуть бути не закріплені на сільськогосподарському апараті 111, але можуть бути віддалено розташовані в полі і можуть зв'язуватися з мережею 109.

5 Апарат 111 може містити бортовий комп'ютер 115, запрограмований з бортовим застосунком, який може містити версію або варіант мобільного застосунку для пристрою 104, що додатково описано в інших розділах цього документу. У деяких варіантах здійснення бортовий комп'ютер 115 містить компактний комп'ютер, часто розміром з планшет або смартфон, з графічним екраном, як-от кольоровий дисплей, який встановлений в кабіні
10 оператора апарата 111. Бортовий комп'ютер 115 може реалізовувати деякі або всі операції та функції, які описані далі в цьому документі для мобільного комп'ютерного пристрою 104.

Мережа (мережі) 109 в широкому сенсі являє собою будь-яку комбінацію однієї або більше мереж передачі даних, включаючи локальні мережі, глобальні мережі, інтернет- мережі або інтернет, за допомогою будь-яких дротових або бездротових каналів зв'язку, в тому числі
15 наземних або супутникових каналів зв'язку. Мережа (мережі) може бути реалізована за допомогою будь-якого засобу або механізму, що забезпечує обмін даними між різними елементами, зображеними на фіг. 1. Різні елементи на фіг. 1 можуть також мати прямі (дротові або бездротові) лінії зв'язку. Датчики 112, контролер 114, комп'ютер 108 сервера зовнішніх даних та інші елементи системи містять інтерфейс, сумісний з мережею (мережами) 109, і
20 запрограмовані або виконані з можливістю використання стандартизованих протоколів для зв'язку між мережами, як-от TCP/IP, Bluetooth, протокол CAN і протоколи вищого рівня, як-от HTTP, TLS і тому подібне.

Сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система 130 запрограмована або виконана з можливістю отримання польових даних 106 від обчислювального пристрою 104
25 керівника поля, зовнішніх даних 110 від комп'ютера 108 сервера зовнішніх даних і даних датчика від віддаленого датчика 112. Сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система 130 може бути додатково виконана з можливістю розміщення, використання або виконання однієї або більше комп'ютерних програм, інших програмних елементів, цифрової запрограмованої логіки, як-от FPGA або ASIC, або будь-якої їхньої комбінації для виконання
30 перетворення і зберігання значень даних, побудови цифрових моделей однієї або більше культур на одному або більше полях, генерування рекомендацій і сповіщень, а також генерування і надсилання сценаріїв на контролер 114 застосунку, як описано далі в інших розділах цього опису.

У деяких варіантах здійснення сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система
35 130 запрограмована або містить комунікаційний рівень 132, рівень 134 представлення, рівень 140 керування даними, апаратний/віртуалізаційний рівень 150, а також сховище 160 моделей і польових даних. "Рівень" у цьому контексті означає будь-яку комбінацію електронних цифрових інтерфейсних схем, мікроконтролерів, мікропрограм, як-от драйвери, та/або комп'ютерних програм або інших елементів програмного забезпечення.

40 Комунікаційний рівень 132 може бути запрограмований або виконаний із можливістю виконання функцій інтерфейсу вводу/виводу, включаючи надсилання запитів до обчислювального пристрою 104 керівника поля, комп'ютера 108 сервера зовнішніх даних та віддаленого датчика 112 для польових даних, зовнішніх даних та даних датчика відповідно. Комунікаційний рівень 132 може бути запрограмований або виконаний із можливістю
45 надсилання прийнятих даних до сховища 160 моделей та польових даних для зберігання як польові дані 106.

У деяких варіантах здійснення сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система 130 запрограмована або містить кодові команди 180. Кодові команди 180 можуть включати один або більше наборів команд програмного коду. Наприклад, кодові команди 180 можуть включати
50 команди 136 просторового статистичного моделювання, які при виконанні одним або більше процесорами призводять до того, що процесори приймають через комп'ютерну мережу електронні цифрові дані і використовують ці дані для генерування моделей даних. Кодові команди 180 можуть також включати команди 137 вибору обробки, які при виконанні викликають вибір обробки для полів. Крім того, кодові команди 180 можуть включати команди 138 вибору
55 місця, які при виконанні процесорами викликають вибір місць в полях.

Рівень 134 представлення може бути запрограмований або виконаний із можливістю генерування графічного інтерфейсу користувача (GUI - англ.: graphical user interface) для відображення на обчислювальному пристрої 104 керівника поля, бортовому комп'ютері 115 або
60 інших комп'ютерах, які з'єднані з системою 130 через мережу 109. Графічний інтерфейс користувача може містити елементи керування для введення даних, що надсилаються до

сільськогосподарської інтелектуальної комп'ютерної системи 130, генерування запитів на моделі та/або рекомендації, та/або відображення рекомендацій, сповіщень, моделей та інших польових даних.

Рівень 140 керування даними може бути запрограмований або виконаний із можливістю керування операціями зчитування та операціями запису за участю сховища 160 та інших функціональних елементів системи, включаючи запити та набори результатів, що передаються між функціональними елементами системи та сховищем. Приклади рівня 140 керування даними включають JDBC, код інтерфейсу сервера SQL та/або код інтерфейсу HADOOP, серед іншого. Сховище 160 може містити базу даних. У контексті цього документу термін "база даних" може стосуватися або масиву даних, або системи керування реляційною базою даних (RDBMS), або і того, і іншого. У контексті цього документу база даних може містити будь-яку сукупність даних, включаючи ієрархічні бази даних, реляційні бази даних, неструктуровані бази даних, об'єктно-реляційні бази даних, об'єктно-орієнтовані бази даних, розподілені бази даних та будь-яку іншу структуровану сукупність записів або даних, які зберігаються в комп'ютерній системі. Приклади RDBMS включають, зокрема, бази даних ORACLE®, MYSQL, IBM® DB2, MICROSOFT® SQL SERVER, SYBASE® та POSTGRESQL. Однак може бути використана будь-яка база даних, яка забезпечує роботу систем і способів, описаних у цьому документі.

Якщо польові дані 106 не надходять безпосередньо до сільськогосподарської інтелектуальної комп'ютерної системи через одну або більше сільськогосподарських машин або пристроїв сільськогосподарських машин, які взаємодіють з сільськогосподарською інтелектуальною комп'ютерною системою, користувачеві може бути запропоновано ввести таку інформацію через один або більше інтерфейсів користувача на користувацькому пристрої (який обслуговується сільськогосподарською інтелектуальною комп'ютерною системою). В ілюстративному варіанті здійснення користувач може вказати ідентифікаційні дані шляхом доступу до карти на користувацькому пристрої (що обслуговується сільськогосподарською інтелектуальною комп'ютерною системою) та вибору конкретних CLU, які були графічно показані на карті. В альтернативному варіанті здійснення користувач 102 може вказати ідентифікаційні дані шляхом доступу до карти на користувацькому пристрої (що обслуговується сільськогосподарською інтелектуальною комп'ютерною системою 130) і нанесення меж поля на карту. Такий вибір CLU або креслення на карті являють собою географічні ідентифікатори. В альтернативних варіантах здійснення користувач може вказати ідентифікаційні дані, отримавши доступ до ідентифікаційних даних поля (наданих у вигляді шейп-файлів або в аналогічному форматі) з Агентства сільськогосподарських послуг Міністерства сільського господарства США або з іншого джерела через користувацький пристрій і надавши такі ідентифікаційні польові дані сільськогосподарській інтелектуальній комп'ютерній системі.

В ілюстративному варіанті здійснення сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система 130 запрограмована з можливістю генерування та відображення графічного інтерфейсу користувача, що включає диспетчер даних для введення даних. Після ідентифікації одного або більше полів за допомогою описаних вище способів диспетчер даних може надати один або більше віджетів графічного інтерфейсу користувача, які при виборі можуть ідентифікувати зміни в полі, ґрунті, культурах, обробітку ґрунту або практиках внесення поживних речовин. Диспетчер даних може включати вигляд часової шкали, вигляд електронної таблиці та/або одну або більше програм для редагування.

На фіг. 5 зображено ілюстративний варіант здійснення часової шкали для введення даних. Використовуючи дисплей, зображений на фіг. 5, користувач може ввести вибір конкретного поля і конкретну дату для додавання події. Події, зображені у верхній частині часової шкали, можуть включати "Азот", "Посів", "Практики" та "Ґрунт". Щоб додати подію внесення азоту, комп'ютер користувача може надати введення для вибору вкладки "Азот". Потім комп'ютер користувача може вибрати місце на часовій шкалі для конкретного поля, щоб позначити внесення азоту на вибраному полі. У відповідь на вибір місця на часовій шкалі для конкретного поля диспетчер даних може відобразити накладення для введення даних, що дозволяє комп'ютеру користувача ввести дані, які стосуються внесення азоту, процедур посіву, внесення в ґрунт, процедур обробітку ґрунту, практик зрошення або іншої інформації, що стосується конкретного поля. Наприклад, якщо комп'ютер користувача вибирає частину часової шкали і вказує на внесення азоту, то накладення для введення даних може містити поля для введення кількості внесеного азоту, дати внесення, типу використаного добрива та будь-якої іншої інформації, пов'язаної із внесенням азоту.

У деяких варіантах здійснення диспетчер даних надає інтерфейс для створення однієї або більше програм. "Програма" в цьому контексті означає набір даних, що стосуються внесення азоту, процедур посіву, внесення в ґрунт, процедур обробітку ґрунту, практик зрошення або

іншої інформації, яка може бути пов'язана з одним або більше полями, і яка може бути збережена в цифровому сховищі даних для повторного використання як набір в інших операціях. Після створення програми її можна концептуально застосувати до одного або більше полів, а посилання на програму можна зберігати в цифровому сховищі разом з даними, що ідентифікують поля. Таким чином, замість того, щоб вручну вводити ідентичні дані, що стосуються однакового внесення азоту для кількох різних полів, комп'ютер користувача може створити програму, яка вказує на конкретне внесення азоту, а потім застосувати цю програму до кількох різних полів. Наприклад, на вигляді часової шкали на фіг. 5, на двох верхніх графіках вибрано програму "Весняне внесення", яка передбачає внесення 150 фунтів N/акр на початку квітня. Диспетчер даних може надавати інтерфейс для редагування програми. У деяких варіантах здійснення, коли редагується конкретна програма, редагується кожне поле, в якому вибрано цю конкретну програму. Наприклад, на фіг. 5, якщо програму "Весняне внесення" відредаговано, щоб зменшити внесення азоту до 130 фунтів N/акр, два верхні поля можуть бути оновлені зі зменшеним внесенням азоту на основі відредагованої програми.

У деяких варіантах здійснення, у відповідь на отримання редагування поля, для якого вибрано програму, диспетчер даних видаляє відповідність поля обраній програмі. Наприклад, якщо до верхнього поля на фіг. 5 додано внесення азоту, інтерфейс може оновитися, щоб вказати, що програма "Весняне внесення" більше не застосовується до верхнього поля. Хоча внесення азоту на початку квітня може залишитися, оновлення програми "Весняне внесення" не змінить квітнєве внесення азоту.

На фіг. 6 зображено ілюстративний варіант здійснення електронної таблиці для введення даних. За допомогою дисплею, зображеного на фіг. 6, користувач може створювати і редагувати інформацію для одного або більше полів. Диспетчер даних може містити електронні таблиці для введення інформації щодо азоту, посіву, практик та ґрунту, як показано на фіг. 6. Щоб відредагувати конкретний запис, комп'ютер користувача може вибрати конкретний запис в електронній таблиці та оновити значення. Наприклад, на фіг. 6 показано процес оновлення цільового значення врожайності для другого поля. Крім того, комп'ютер користувача може вибрати одне або більше полів, щоб застосувати одну або більше програм. У відповідь на вибір програми для конкретного поля, диспетчер даних може автоматично заповнити записи для конкретного поля на основі вибраної програми. Як і у випадку з виглядом часової шкали, диспетчер даних може оновити записи для кожного поля, пов'язаного з конкретною програмою, у відповідь на отримання оновлення програми. Крім того, диспетчер даних може видалити відповідність вибраної програми до поля у відповідь на отримання редагування одного з записів для поля.

У деяких варіантах здійснення дані моделі та поля зберігаються у сховищі 160 моделей і польових даних. Дані моделі включають моделі даних, створені для одного або більше полів. Наприклад, модель культури може включати створену в цифровому вигляді модель розвитку культури на одному або більше полях. "Модель" у цьому контексті означає електронний набір, що зберігається в цифровому вигляді, виконуваних команд і значень даних, пов'язаних між собою, які здатні приймати і реагувати на програмний або інший цифровий виклик, звернення або запит на вирішення на основі визначених вхідних значень, щоб отримати одне або більше збережених або розрахованих вихідних значень, які можуть слугувати основою для комп'ютерно реалізованих рекомендацій, виведення вихідних даних або керування машиною, серед іншого. Фахівці в даній галузі вважають зручним виражати моделі за допомогою математичних рівнянь, але така форма вираження не обмежує моделі, описані в цьому документі, абстрактними поняттями; натомість, кожна модель в цьому документі має практичне застосування в комп'ютері у вигляді збережених виконуваних команд і даних, які реалізують модель за допомогою комп'ютера. Модель може включати модель минулих подій на одному або більше полях, модель поточного стану одного або більше полів та/або модель прогнозованих подій на одному або більше полях. Модель та польові дані можуть зберігатися в структурах даних у пам'яті, рядках у таблиці бази даних, у неструктурованих файлах або електронних таблицях, або в інших формах зберігання цифрових даних.

У деяких варіантах здійснення кожна з команд 136 просторового статистичного моделювання, команд 137 вибору обробки та команд 138 вибору місця включає набір з однієї або більше сторінок основної пам'яті, як-от RAM, в сільськогосподарській інтелектуальній комп'ютерній системі 130, в яку завантажені виконувани команди, і які при виконанні змушують сільськогосподарську інтелектуальну комп'ютерну систему виконувати функції або операції, які описані в цьому документі з посиланням на ці модулі. Наприклад, команда 136 просторового статистичного моделювання може включати набір сторінок в RAM, які містять команди, що при виконанні викликають функції просторового статистичного моделювання, які описані в цьому

документі. Команди можуть бути у вигляді машинного виконуваного коду в наборі команд центрального процесора (ЦП) і можуть бути скопійовані на основі вихідного коду, написаного на JAVA, C, C++, OBJECTIVE-C або будь-якій іншій мові програмування або середовищі програмування, окремо або в поєднанні зі сценаріями на JAVASCRIPT, іншими мовами сценаріїв та іншим вихідним текстом програмування. Термін "сторінки" призначений для широкого позначення будь-якої області в основній пам'яті, а конкретна термінологія, що використовується в системі, може відрізнятися залежно від архітектури пам'яті або архітектури процесора. В іншому варіанті здійснення кожна з команд 136 просторового статистичного моделювання також може представляти один або більше файлів або проектів вихідного коду, які зберігаються в цифровому вигляді в масовому запам'ятовувальному пристрої, як-от енергонезалежний ОЗУ або дисковий накопичувач, в сільськогосподарській інтелектуальній комп'ютерній системі 130 або окремій системі сховища, які при компіляції або інтерпретації призводять до генерації виконуваних команд, які при виконанні призводять до того, що сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система виконує функції або операції, описані в цьому документі, з посиланнями на ті модулі. Іншими словами, фігура на графічних матеріалах може представляти спосіб, у який програмісти або розробники програмного забезпечення організовують і впорядковують вихідний код для подальшої компіляції у виконуваний файл або інтерпретації в байт-код або еквівалент для виконання сільськогосподарською інтелектуальною комп'ютерною системою 130.

Команда 136 просторового статистичного моделювання включає набір зчитуваних комп'ютером команд, які при виконанні одним або більше процесорами змушують сільськогосподарську інтелектуальну комп'ютерну систему генерувати просторову статистичну модель врожайності для використання при генеруванні контрольних даних для агрономічного випробування та/або для використання при визначенні місць для реалізації випробування. Команди 137 вибору обробки включають набір зчитуваних комп'ютером команд, які при виконанні одним або більше процесорами змушують сільськогосподарську інтелектуальну комп'ютерну систему вибирати конкретну обробку на основі просторової статистичної моделі врожайності та даних про врожайність для одного або більше місць випробування на полі, яке отримало іншу обробку, ніж решта агрономічних полів. Команди 138 вибору місця включають набір зчитуваних комп'ютером команд, які при виконанні одним або більше процесорами змушують сільськогосподарську інтелектуальну комп'ютерну систему вибирати місця для реалізації випробування на основі просторової статистичної моделі врожайності та даних про врожайність для агрономічного поля.

Апаратний/віртуалізаційний рівень 150 включає один або більше центральних процесорів (ЦП), контролерів пам'яті та інших пристроїв, компонентів або елементів комп'ютерної системи, як-от енергозалежна або енергонезалежна пам'ять, енергонезалежний накопичувач, як-от диск, і пристрої вводу/виводу або інтерфейси, як проілюстровано та описано, наприклад, у зв'язку з фіг. 4. Рівень 150 також може містити запрограмовані команди, які виконані з можливістю підтримки віртуалізації, контейнеризації або інших технологій.

З метою ілюстрації наочного прикладу, на фіг. 1 показано обмежену кількість екземплярів певних функціональних елементів. Однак в інших варіантах здійснення може бути будь-яка кількість таких елементів. Наприклад, у варіантах здійснення можуть використовуватися тисячі або мільйони різних мобільних обчислювальних пристроїв 104, пов'язаних із різними користувачами. Крім того, система 130 та/або комп'ютер 108 сервера зовнішніх даних можуть бути реалізовані за допомогою двох або більше процесорів, ядер, кластерів або екземплярів фізичних машин або віртуальних машин, сконфігурованих в окремому місці або розміщених спільно з іншими елементами в центрі обробки даних, об'єкті спільних обчислень або об'єкті хмарних обчислень.

2.2. ОГЛЯД ПРИКЛАДНОЇ ПРОГРАМИ

У деяких варіантах здійснення реалізація функцій, описаних у цьому документі, за допомогою однієї або більше комп'ютерних програм або інших програмних елементів, які завантажуються і виконуються за допомогою одного або більше комп'ютерів загального призначення, призводить до того, що комп'ютери загального призначення конфігуруються як певна машина або як комп'ютер, який спеціально виконаний із можливістю виконання функцій, описаних у цьому документі. Крім того, кожна з блок-схем, описаних далі в цьому документі, може служити, окремо або в поєднанні з описами процесів і функцій в цьому документі, алгоритмами, планами або вказівками, які можуть бути використані для програмування комп'ютера або логіки для реалізації функцій, які описані в цьому документі. Іншими словами, весь текст цього документу і всі графічні матеріали в сукупності призначені для розкриття алгоритмів, планів або вказівок, достатніх для того, щоб фахівець міг запрограмувати комп'ютер

для виконання функцій, описаних у цьому документі, у поєднанні з навичками і знаннями такої особи, враховуючи рівень кваліфікації, який є належним для винаходів і розкриттів такого типу.

У деяких варіантах здійснення користувач 102 взаємодіє з сільськогосподарською інтелектуальною комп'ютерною системою 130 за допомогою комп'ютерного пристрою 104 керівника поля, сконфігурованого з операційною системою та однією або більше прикладними програмами або застосунками; комп'ютерний пристрій 104 керівника поля також може взаємодіяти з сільськогосподарською інтелектуальною комп'ютерною системою незалежно і автоматично під програмним або логічним керуванням, причому пряма взаємодія користувача не завжди потрібна. Обчислювальний пристрій 104 керівника поля в широкому сенсі являє собою одне або більше зі смартфона, КПК, планшетного комп'ютера, ноутбука, настільного комп'ютера, робочої станції або будь-якого іншого обчислювального пристрою, здатного передавати і приймати інформацію і виконувати функції, описані в цьому документі. Обчислювальний пристрій 104 керівника поля може здійснювати зв'язок через мережу за допомогою мобільного застосунку, що зберігається на обчислювальному пристрої 104 керівника поля, і в деяких варіантах здійснення пристрій може бути з'єднаний за допомогою кабелю 113 або роз'єму з датчиком 112 та/або контролером 114. Конкретний користувач 102 може мати, експлуатувати або володіти і використовувати, у зв'язку з системою 130, більше одного обчислювального пристрою 104 керівника поля одночасно.

Мобільний застосунок може надавати функціональність на стороні клієнта через мережу одному або більше мобільним обчислювальним пристроям. В ілюстративному варіанті здійснення обчислювальний пристрій 104 керівника поля може отримати доступ до мобільного застосунку через веб-браузер або локальну клієнтську програму або застосунок. Обчислювальний пристрій 104 керівника поля може передавати дані на один або більше зовнішніх серверів та приймати дані від них, використовуючи веб-протоколи або формати, як-от HTTP, XML та/або JSON, або специфічні протоколи для застосунків. В ілюстративному варіанті здійснення дані можуть мати форму запитів і введення користувацької інформації, наприклад, польових даних, у мобільний обчислювальний пристрій. У деяких варіантах здійснення мобільний застосунок взаємодіє з апаратним та програмним забезпеченням відстеження місцезнаходження на обчислювальному пристрої 104 керівника поля, який визначає місцезнаходження обчислювального пристрою 104 керівника поля, використовуючи стандартні методи відстеження, як-от мультисигналізація радіосигналів, глобальна система позиціонування (GPS), системи позиціонування Wi-Fi або інші методи мобільного позиціонування. У деяких випадках дані про місцезнаходження або інші дані, пов'язані з пристроєм 104, користувачем 102 та/або обліковим(и) записом(ами) користувача, можуть бути отримані за допомогою запитів до операційної системи пристрою або за допомогою запиту застосунку на пристрої на отримання даних від операційної системи.

У деяких варіантах здійснення обчислювальний пристрій 104 керівника поля надсилає польові дані 106 до сільськогосподарської інтелектуальної комп'ютерної системи 130, які включають, зокрема, значення даних, що представляють одне або більше з наступного: географічне розташування одного або більше полів, інформацію про обробіток ґрунту одного або більше полів, культури, висаджені на одному або більше полях, та дані про ґрунт, отримані з одного або більше полів. Обчислювальний пристрій 104 керівника поля може надсилати польові дані 106 у відповідь на введення від користувача 102, що визначає значення даних для одного або більше полів. Крім того, обчислювальний пристрій 104 керівника поля може автоматично надсилати польові дані 106, коли одне або більше значень даних стають доступними для обчислювального пристрою 104 керівника поля. Наприклад, обчислювальний пристрій 104 керівника поля може бути з'єднаний з можливістю зв'язку з віддаленим датчиком 112 та/або контролером 114 застосунку, який включає датчик зрошення та/або контролер зрошення. У відповідь на отримання даних, які вказують на те, що контролер 114 застосунку випустив воду на одне або більше полів, обчислювальний пристрій 104 керівника поля може надсилати польові дані 106 до сільськогосподарської інтелектуальної комп'ютерної системи 130, вказуючи на те, що вода була випущена на одне або більше полів. Польові дані 106, визначені в цьому описі, можуть вводитися і передаватися за допомогою електронних цифрових даних, які передаються між обчислювальними пристроями за допомогою параметризованих URL-адрес через HTTP або інший відповідний протокол зв'язку або обміну повідомленнями.

Комерційним прикладом мобільного застосунку є CLIMATE FIELDVIEW, комерційно доступний від The Climate Corporation, Сан-Франциско, Каліфорнія. Застосунок CLIMATE FIELDVIEW або інші застосунки можуть бути модифіковані, розширені або адаптовані для включення можливостей, функцій і програмування, які не були розкриті раніше дати подання цього опису. В одному з варіантів здійснення мобільний застосунок містить інтегровану

програмну платформу, яка дозволяє фермеру приймати рішення, засновані на фактах, оскільки вона поєднує історичні дані про поля фермера з будь-якими іншими даними, які фермер бажає порівняти. Комбінації та порівняння можуть виконуватися в режимі реального часу і базуються на наукових моделях, які надають потенційні сценарії, що дозволяють фермеру приймати кращі, більш обґрунтовані рішення.

На фіг. 2 зображено два вигляди ілюстративної логічної організації наборів команд в основній пам'яті, коли ілюстративний мобільний застосунок завантажений для виконання. На фіг. 2 кожен названий елемент представляє область однієї або більше сторінок ОЗП або іншої основної пам'яті, або одного або більше блоків дискового накопичувача або іншого енергонезалежного накопичувача, а також запрограмовані команди в межах цих областей. В одному варіанті здійснення, як показано у вигляді (а), мобільний комп'ютерний застосунок 200 містить команди 202 щодо отримання та обміну даними про облікові записи/поля, команди 204 з огляду та попередження, команди 206 щодо цифрової картографічної книги, команди 208 щодо насіння та посіву, команди 210 щодо азоту, команди 212 щодо погоди, команди 214 щодо стану поля та команди 216 щодо продуктивності.

В одному варіанті мобільний комп'ютерний застосунок 200 містить обліковий запис, поля, команди 202 щодо отримання та обміну даними, які запрограмовані з можливістю приймання, перетворення та отримання польових даних зі сторонніх систем шляхом ручного завантаження або через API-інтерфейси. Типи даних можуть включати межі полів, карти врожайності, карти стану посівів, результати аналізів ґрунту, карти внесення добрив та/або зони управління, серед іншого. Формати даних можуть включати шейп-файли, власні формати даних третіх сторін та/або експорт з інформаційної системи керування фермерським господарством (FMIS - англ.: farm management information system), серед іншого. Отримання даних може відбуватися через ручне завантаження, електронну пошту з вкладенням, зовнішні API-інтерфейси, які передають дані до мобільного застосунку, або команди, які викликають API-інтерфейси зовнішніх систем для передачі даних до мобільного застосунку. В одному варіанті здійснення мобільний комп'ютерний застосунок 200 містить скриньку для вхідних даних. У відповідь на вибір скриньки для вхідних даних мобільний комп'ютерний застосунок 200 може відображати графічний інтерфейс користувача для ручного завантаження файлів даних та імпорту завантажених файлів до диспетчера даних.

В одному варіанті здійснення команди 206 щодо цифрової картографічної книги включають рівні даних карти поля, що зберігаються в пам'яті пристрою, і запрограмовані з інструментами візуалізації даних і геопросторовими польовими нотатками. Це забезпечує фермерів зручною інформацією під рукою для довідок, реєстрації та візуального розуміння продуктивності поля. В одному з варіантів здійснення команди 204 з огляду та попередження запрограмовані з можливістю забезпечення загального огляду того, що є важливим для фермера, і своєчасних рекомендацій щодо вжиття заходів або зосередження уваги на певних проблемах. Це дозволяє фермеру зосередити час на тому, що потребує уваги, заощадити час і зберегти врожайність протягом усього сезону. В одному варіанті здійснення команди 208 щодо насіння та посіву запрограмовані з можливістю надання інструментів для вибору насіння, розміщення гібридів та створення сценаріїв, включаючи створення сценаріїв зі змінною нормою (VR - англ.: variable rate), на основі наукових моделей та емпіричних даних. Це дозволяє фермерам максимізувати врожайність або рентабельність інвестицій шляхом оптимізації закупівлі, розміщення та популяції насіння.

В одному варіанті здійснення команди 205 щодо генерації сценаріїв запрограмовані з можливістю забезпечення інтерфейсу для генерації сценаріїв, включаючи сценарії фертильності зі змінною нормою (VR). Інтерфейс дозволяє фермерам створювати сценарії для польових знарядь, як-от внесення поживних речовин, посів та зрошення. Наприклад, інтерфейс сценарію посіву може містити інструменти для визначення типу насіння для посіву. Після отримання вибору типу насіння мобільний комп'ютерний застосунок 200 може відображати одне або більше полів, розбитих на зони управління, як-от рівні даних карти поля, створені як частина команд 206 щодо цифрової картографічної книги. В одному варіанті здійснення зони управління включають зони ґрунту разом з панеллю, що ідентифікує кожну зону ґрунту, а також назву ґрунту, текстуру, дренаж для кожної зони або інші польові дані. Мобільний комп'ютерний застосунок 200 може також відображати інструменти для редагування або створення таких зон, наприклад, графічні інструменти для нанесення зон управління, як-от зони ґрунту, на карту одного або більше полів. Процедури посіву можуть бути застосовані до всіх зон управління або різні процедури посіву можуть бути застосовані до різних підмножин зон управління. Коли сценарій створено, мобільний комп'ютерний застосунок 200 може зробити сценарій доступним для завантаження у форматі, придатному для читування контролером застосунку, наприклад,

заархівованому або стиснутому форматі. Додатково та/або альтернативно сценарій може бути надісланий безпосередньо на бортовий комп'ютер 115 з мобільного комп'ютерного застосунку 200 та/або завантажений на один або більше серверів даних і збережений для подальшого використання.

5 В одному варіанті здійснення команди 210 щодо азоту запрограмовані з можливістю надання інструментів для прийняття рішень щодо азоту шляхом візуалізації доступності азоту для культур. Це дозволяє фермерам максимізувати врожайність або рентабельність інвестицій за рахунок оптимізації внесення азоту протягом сезону. Приклади запрограмованих функцій включають відображення зображень, як-от зображення SSURGO, для створення зон внесення 10 добрив та/або зображень, згенерованих на основі даних про ґрунт на частині поля, як-от дані, отримані від датчиків, з високою просторовою роздільною здатністю (до міліметрів або менше залежно від близькості та роздільної здатності датчика); завантаження існуючих зон, визначених фермером; надання графіка доступності поживних речовин для рослин та/або карти для налаштування внесення азоту в різних зонах; виведення сценаріїв для керування технікою; 15 інструменти для масового введення і коригування даних та/або карти для візуалізації даних, серед іншого. "Масове введення даних" в цьому контексті може означати введення даних один раз, а потім застосування тих самих даних до декількох полів та/або зон, які були визначені в системі; ілюстративні дані можуть включати дані щодо внесення азоту, які є однаковими для багатьох полів та/або зон одного фермера, але таке масове введення даних застосовується до 20 введення будь-якого типу польових даних в мобільний комп'ютерний застосунок 200. Наприклад, команди 210 щодо азоту можуть бути запрограмовані з можливістю прийняття визначень програм внесення азоту та практик, а також на прийняття введення користувача, що вказує на застосування цих програм на декількох полях. "Програми внесення азоту" в цьому контексті означають збережені названі набори даних, які пов'язують: назву, колірний код або 25 інший ідентифікатор, одну або більше дат внесення, типи матеріалу або продукту для кожної з дат і кількості, метод внесення або включення, наприклад, ін'єкційний або розкидний, та/або кількість або норму внесення для кожного з дат, культури або гібрида, що є об'єктом внесення, серед іншого. "Програми практик внесення азоту" у цьому контексті означають збережені, названі набори даних, які пов'язують: назву практики; попередню культуру; систему обробітку 30 ґрунту; дату первинного обробітку ґрунту; одну або більше попередніх систем обробітку ґрунту, які використовувалися; один або більше індикаторів типу внесення, наприклад, гною, які використовувалися. Команди 210 щодо азоту також можуть бути запрограмовані з можливістю генерування та відображення графіку внесення азоту, який вказує на прогнози використання рослинами вказаного азоту та на те, чи прогнозується надлишок або нестача азоту; в деяких 35 варіантах здійснення різні кольорові індикатори можуть сигналізувати про величину надлишку або величину нестачі азоту. В одному варіанті виконання графік внесення азоту містить графічне відображення на комп'ютерному дисплеї, що складається з сукупності рядків, кожен з яких пов'язаний з полем та ідентифікує його; дані, що вказують, яка культура висаджена на полі, розмір поля, місце розташування поля та графічне зображення периметра поля; в кожному ряду 40 - часова шкала по місяцях з графічними індикаторами, що вказують на кожне внесення азоту та його кількість в точках, пов'язаних з назвами місяців; а також числові та/або кольорові індикатори надлишку або нестачі азоту, причому колір вказує на величину надлишку або нестачі азоту.

В одному з варіантів здійснення графік внесення азоту може включати одну або більше 45 функцій введення даних користувачем, як-от циферблати або повзунки, для динамічної зміни програм внесення азоту і практик, щоб користувач міг оптимізувати свій графік азоту. Потім користувач може використовувати оптимізований графік внесення азоту та пов'язані з ним програми внесення азоту та практик для реалізації одного або більше сценаріїв, включаючи сценарії фертильності зі змінною нормою (VR). Команди 210 щодо азоту також можуть бути 50 запрограмовані з можливістю генерування та відображення карти внесення азоту, яка вказує на прогнози використання рослинами вказаного азоту та на те, чи прогнозується надлишок або нестача азоту; в деяких варіантах здійснення різні кольорові індикатори можуть сигналізувати про величину надлишку або величину нестачі азоту. Карта внесення азоту може відображати прогнози використання рослинами зазначеного азоту, а також прогнозований надлишок або 55 нестачу для різних періодів у минулому та майбутньому (наприклад, щоденно, щотижня, щомісяця або щороку) за допомогою числових та/або кольорових індикаторів надлишку або нестачі, в яких колір вказує на величину. В одному з варіантів здійснення карта внесення азоту може включати одну або більше функцій введення даних користувачем, як-от циферблати або повзунки, для динамічної зміни програм внесення азоту і практик, щоб користувач міг 60 оптимізувати свою карту внесення азоту, наприклад, для отримання бажаного співвідношення

надлишку і нестачі азоту. Потім користувач може використовувати оптимізовану карту внесення азоту та пов'язані з нею програми внесення азоту та практик для реалізації одного або більше сценаріїв, включаючи сценарії фертильності зі змінною нормою (VR). В інших варіантах здійснення команди, подібні до команд 210 щодо азоту, можуть бути використані для внесення інших поживних речовин (наприклад, фосфору і калію), застосування пестицидів і програм зрощення.

В одному з варіантів здійснення команди 212 щодо погоди запрограмовані з можливістю надання конкретних для поля нещодавніх погодних даних та інформації про прогноз погоди. Це дозволяє фермерам економити час і мати ефективний інтегрований дисплей для прийняття щоденних операційних рішень.

В одному з варіантів здійснення команди 214 щодо стану поля запрограмовані з можливістю надання своєчасних зображень дистанційного зондування, що підкреслюють сезонні зміни врожаю та потенційні проблеми. Ілюстративні запрограмовані функції включають перевірку хмарності для виявлення можливих хмар або хмарних тіней; визначення індексів азоту на основі зображень поля; графічну візуалізацію шарів розвідки, включаючи, наприклад, ті, що стосуються стану поля, і перегляд та/або обмін нотатками розвідки; та/або завантаження супутникових зображень з декількох джерел і визначення пріоритетності зображень для фермера, серед іншого.

В одному варіанті здійснення команди 216 щодо продуктивності запрограмовані з можливістю надання звітів, аналізу та інструментів розуміння, використовуючи дані з ферми для оцінки, розуміння та прийняття рішень. Це дозволяє фермеру шукати кращі результати на наступний рік, роблячи висновки на основі фактів про те, чому рентабельність інвестицій була на попередніх рівнях, і розуміючи фактори, що обмежують врожайність. Команди 216 щодо продуктивності можуть бути запрограмовані з можливістю зв'язку через мережу(-і) 109 з внутрішніми аналітичними програмами, що виконуються на сільськогосподарській інтелектуальній комп'ютерній системі 130 та/або комп'ютері 108 сервера зовнішніх даних і виконані з можливістю аналізу таких показників, як врожайність, різниця врожайності, гібрид, популяція, зона SSURGO, властивості випробувань ґрунту або висота, серед іншого. Запрограмовані звіти та аналіз можуть включати аналіз змінності врожайності, оцінку ефекту обробки, порівняльний аналіз врожайності та інших показників з іншими фермерами на основі анонімних даних, зібраних від багатьох фермерів, або даних для насіння та посіву, серед іншого.

Застосунки з налаштованими таким чином командами можуть бути реалізовані для різних платформ обчислювальних пристроїв, зберігаючи при цьому однаковий загальний вигляд інтерфейсу користувача. Наприклад, мобільний застосунок може бути запрограмований з можливістю виконання на планшетах, смартфонах або серверних комп'ютерах, доступ до яких здійснюється за допомогою браузерів на клієнтських комп'ютерах. Крім того, мобільний застосунок, сконфігурований для планшетних комп'ютерів або смартфонів, може надавати досвід роботи з повномасштабним застосунком або з бортовим застосунком, який відповідає можливостям відображення та обробки даних бортового комп'ютера 115. Наприклад, як показано на вигляді (b) на фіг. 2, в одному варіанті здійснення застосунків 220 для бортового комп'ютера може містити бортові команди 222 щодо карт, команди 224 щодо віддаленого перегляду, команди 226 щодо збору та передачі даних, команди 228 щодо машинних сповіщень, команди 230 щодо передачі сценаріїв та бортові команди 232 щодо розвідки. Основа коду для команд за виглядом (b) може бути такою ж, як і для вигляду (a), а виконувані файли, що реалізують цей код, можуть бути запрограмовані з можливістю визначення типу платформи, на якій вони виконуються, і для надання через графічний інтерфейс користувача лише тих функцій, які відповідають бортовій платформі або повній платформі. Такий підхід дозволяє системі розпізнавати чітко відмінний користувацький досвід, який відповідає бортовому середовищу та іншому технологічному середовищу кабіни. Бортові команди 222 щодо карти можуть бути запрограмовані з можливістю забезпечення перегляду карт полів, ферм або областей, які є корисними для керування роботою машини. Команди 224 щодо віддаленого перегляду можуть бути запрограмовані з можливістю ввімкнення, керування та надання перегляду активності машини в реальному часі або близькому до реального часу іншим обчислювальним пристроям, підключеним до системи 130 через бездротові мережі, дротові з'єднувачі або адаптери тощо. Команди 226 щодо збору та передачі даних можуть бути запрограмовані з можливістю ввімкнення, управління та забезпечення передачі даних, зібраних на датчиках та контролерах, до системи 130 через бездротові мережі, дротові з'єднувачі або адаптери тощо. Команди 228 щодо машинних попереджень можуть бути запрограмовані з можливістю виявлення проблем з роботою машини або інструментів, які пов'язані з кабіною, і

генерування попереджень оператора. Команди 230 щодо передачі сценаріїв можуть бути виконані з можливістю передачі в сценарії команд, які виконані з можливістю керування роботою машини або збору даних. Бортові команди 232 щодо розвідки можуть бути запрограмовані з можливістю відображення сповіщень на основі місцезнаходження та інформації, отриманої від системи 130 на основі місцезнаходження обчислювального пристрою 104 керівника поля, сільськогосподарського апарата 111 або датчиків 112 в полі, а також для отримання, управління та передачі спостережень на основі місцезнаходження до системи 130 на основі місцезнаходження сільськогосподарського апарата 111 або датчиків 112 в полі.

2.3. ВВЕДЕННЯ ДАНИХ ДО КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ

У деяких варіантах здійснення комп'ютер 108 сервера зовнішніх даних зберігає зовнішні дані 110, включаючи дані про ґрунт, що представляють склад ґрунту для одного або більше полів, і погодні дані, що представляють температуру і опади на одному або більше полях. Погодні дані можуть включати минулі та поточні погодні дані, а також прогнози майбутніх погодних даних. У деяких варіантах здійснення комп'ютер 108 сервера зовнішніх даних включає сукупність серверів, розміщених на різних об'єктах. Наприклад, перший сервер може містити дані про склад ґрунту, тоді як другий сервер може містити погодні дані. Крім того, дані про склад ґрунту можуть зберігатися на декількох серверах. Наприклад, один сервер може зберігати дані про відсотковий вміст піску, мулу та глини в ґрунті, тоді як другий сервер може зберігати дані про відсотковий вміст органічної речовини (ОМ) в ґрунті.

У деяких варіантах здійснення віддалений датчик 112 включає один або більше датчиків, які запрограмовані або сконфігуровані для проведення одного або більше спостережень. Дистанційним датчиком 112 можуть бути повітряні датчики, як-от супутники, датчики транспортних засобів, датчики посівного обладнання, датчики обробітку ґрунту, датчики внесення добрив або інсектицидів, датчики жаток та будь-яке інше знаряддя, здатне приймати дані від одного або більше полів. У деяких варіантах здійснення контролер 114 застосунку запрограмований або виконаний із можливістю отримання команд від сільськогосподарської інтелектуальної комп'ютерної системи 130. Контролер 114 також може бути запрограмований або виконаний із можливістю керування робочим параметром сільськогосподарського транспортного засобу або знаряддя. Наприклад, контролер застосунку може бути запрограмований або виконаний із можливістю керування робочим параметром транспортного засобу, як-от трактор, посівне обладнання, ґрунтообробне обладнання, обладнання для внесення добрив або інсектицидів, обладнання для збирання врожаю або інші сільськогосподарські знаряддя, як-от водяний клапан. В інших варіантах здійснення може використовуватися будь-яка комбінація датчиків і контролерів, з яких наведені нижче є лише окремими прикладами.

Система 130 може отримувати або приймати дані під контролем користувача 102 на масовій основі від великої кількості фермерів, які внесли дані в спільну систему баз даних. Таку форму отримання даних можна назвати "ручним отриманням даних", оскільки одна або більше контрольованих користувачем комп'ютерних операцій запитуються або запускаються для отримання даних для використання системою 130. Наприклад, застосунок CLIMATE FIELDVIEW, що є комерційно доступним від The Climate Corporation, Сан- Франциско, Каліфорнія, може використовуватися для експорту даних до системи 130 для зберігання в сховищі 160.

Наприклад, системи моніторингу насіння можуть як контролювати компоненти сівалки, так і отримувати дані про посів, включаючи сигнали від датчиків насіння через сигнальний кабель, який містить магістраль CAN і точкові з'єднання для реєстрації та/або діагностики. Системи моніторингу насіння можуть бути запрограмовані або налаштовані для відображення відстані між насінням, популяції та іншої інформації користувачеві через бортовий комп'ютер 115 або інші пристрої в системі 130. Приклади описані в патентах США № 8738243 та публікаціях патенту США 20150094916, і даний опис передбачає інформацію з цих інших патентів.

Аналогічно, системи моніторингу врожайності можуть містити датчики врожайності для жатки, які надсилають дані вимірювання врожайності на бортовий комп'ютер 115 або інші пристрої в системі 130. Системи моніторингу врожайності можуть використовувати один або більше дистанційних датчиків 112 для одержання вимірювань вологості зерна в комбайні або іншій жатці і передавати ці вимірювання користувачеві через бортовий комп'ютер 115 або інші пристрої в системі 130.

У деяких варіантах здійснення приклади датчиків 112, які можуть бути використані з будь-яким рухомих транспортним засобом або апаратом типу, описаного в цьому документі, включають кінематичні датчики й датчики положення. Кінематичні датчики можуть включати будь-які датчики швидкості, як-от радарні або датчики швидкості коліс, акселерометри або

гіроскопи. Датчики положення можуть включати GPS- приймачі або приймачі-передавачі, або застосунки для визначення положення або картографування на основі Wi-Fi, які запрограмовані з можливістю визначення місцезнаходження на основі найближчих точок доступу Wi-Fi, серед іншого.

У деяких варіантах здійснення приклади датчиків 112, які можуть використовуватися з тракторами або іншими рухомими транспортними засобами, включають датчики частоти обертання двигуна, датчики витрати палива, лічильники площі або лічильники відстані, які взаємодіють з GPS або радіолокаційними сигналами, датчики частоти обертання валу відбору потужності (PTO - англ.: power take-off), датчики гідравліки трактора, виконані з можливістю виявлення параметрів гідравліки, як-от тиск або витрата, та/або швидкість гідравлічного насоса, датчики частоти обертання коліс або датчики пробуксовки коліс. У деяких варіантах здійснення приклади контролерів 114, які можуть бути використані з тракторами, включають гідравлічні контролери напрямку руху, контролери тиску та/або контролери витрати; контролери швидкості гідравлічного насоса; контролери швидкості або регулятори швидкості; контролери положення зчіпки; або контролери положення коліс, що забезпечують автоматичне керування.

У деяких варіантах здійснення приклади датчиків 112, які можуть бути використані з обладнанням для посіву насіння, як-от сівалки, рядові сівалки або повітряні сівалки, включають датчики насіння, які можуть бути оптичними, електромагнітними або датчиками удару; датчики притискової сили, як-от навантажувальні штифти, датчики навантаження, датчики тиску; датчики властивостей ґрунту, як-от датчики відбивної здатності, датчики вологості, датчики електричної провідності, оптичні датчики залишків, або датчики температури; датчики робочих критеріїв компонентів, як-от датчики глибини висіву, датчики тиску циліндра притискової сили, датчики швидкості висівних дисків, датчики двигуна приводу висівного апарату, датчики швидкості конвеєрної системи для насіння або датчики рівня вакууму; або датчики внесення пестицидів, як-от оптичні або інші електромагнітні датчики, або датчики удару. У деяких варіантах здійснення приклади контролерів 114, які можуть бути використані з таким обладнанням для посіву насіння, включають контролери складання інструментальної панелі, як-от контролери клапанів, пов'язаних з гідравлічними циліндрами; контролери притискової сили, як-от контролери клапанів, пов'язаних з пневматичними циліндрами, подушками безпеки або гідравлічними циліндрами, і запрограмовані з можливістю застосування притискової сили до окремих висівних секцій або всієї рами сівалки; контролери глибини висіву, як-от лінійні приводи; контролери дозування, як-от електричні привідні двигуни лічильників насіння, гідравлічні привідні двигуни лічильників насіння або зчеплення для керування валками; контролери вибору гібридів, як-от приводні двигуни висівних апаратів або інші виконавчі механізми, запрограмовані з можливістю вибіркового дозволу або заборони подачі насіння або повітряно-насінневої суміші до або з висівних апаратів або центральних бункерів; контролери дозування, як-от електричні приводні двигуни висівних апаратів або гідравлічні приводні двигуни висівних апаратів; контролери конвеєрної системи для насіння, як-от контролери для двигуна стрічкового конвеєра для подачі насіння; контролери маркерів, як-от контролер пневматичного або гідравлічного виконавчого механізму; або контролери норм внесення пестицидів, як-от контролери приводу дозування, контролери розміру або положення отворів.

У деяких варіантах здійснення приклади датчиків 112, які можуть використовуватися з ґрунтообробним обладнанням, включають датчики положення інструментів, як-от сошники або диски; датчики положення інструментів для таких інструментів, які виконані з можливістю виявлення глибини, кута дискової батареї або бічної відстані; датчики притискової сили; або датчики сили тяги. У деяких варіантах здійснення приклади контролерів 114, які можуть бути використані з ґрунтообробним обладнанням, включають контролери притискової сили або контролери положення інструментів, як-от контролери, виконані з можливістю контролю глибини інструмента, кута дискової батареї або бічної відстані.

У деяких варіантах здійснення приклади датчиків 112, які можуть бути використані з апаратами для внесення добрив, інсектицидів, фунгіцидів тощо, як-от системи внесення водорозчинних добрив на сівалці, підґрунтові аплікатори добрив або розпилювачі добрив, включають датчики критеріїв рідинної системи, як-от датчики витрати або датчики тиску; датчики, що вказують, які клапани розпилювальної головки або клапани рідинної лінії відкриті; датчики, пов'язані з баками, як-от датчики рівня заповнення; секційні або загальносистемні датчики лінії подачі або датчики лінії подачі для конкретного ряду; або кінематичні датчики, як-от акселерометри, розміщені на штангах обприскувача. У деяких варіантах здійснення приклади контролерів 114, які можуть використовуватися з такими апаратами, включають контролери швидкості насоса; контролери клапанів, які запрограмовані з можливістю керування тиском, витратою, напрямком, PWM тощо; або позиційні виконавчі механізми, наприклад, для висоти

штанги, глибини ґрунторозпушувача або положення штанги.

У деяких варіантах здійснення приклади датчиків 112, які можуть бути використані з жатками, включають монітори врожайності, як-от датчики деформації ударної пластини або датчики положення, ємнісні датчики потоку, датчики навантаження, датчики ваги або датчики крутного моменту, пов'язані з підйомниками або шнеками, або оптичні або інші електромагнітні датчики висоти зерна; датчики вологості зерна, як-от ємнісні датчики; датчики втрат зерна, включаючи ударні, оптичні або ємнісні датчики; датчики критеріїв роботи жатки, як-от висота жатки, тип жатки, зазор між пластинами деки, швидкість живильника й швидкість мотовила; датчики критеріїв роботи сепаратора, як-от датчики зазору увігнутості, швидкості ротора, зазору між башмаками або зазору верхнього решета; датчики положення, роботи або швидкості шнека; або датчики частоти обертання двигуна. У деяких варіантах здійснення приклади контролерів 114, які можуть бути використані з жатками, включають контролери критеріїв роботи жатки для таких елементів, як висота жатки, тип жатки, зазор між пластинами деки, швидкість подачі або швидкість мотовила; контролери критеріїв роботи сепаратора для таких характеристик, як зазор увігнутості, частота обертання ротора, зазор між башмаками або зазор верхнього решета; або контролери для положення, роботи або швидкості шнека.

У деяких варіантах здійснення приклади датчиків 112, які можуть використовуватися з візками для зерна, включають датчики ваги або датчики положення, роботи або швидкості шнека. У деяких варіантах здійснення приклади контролерів 114, які можуть використовуватися з візками для зерна, включають контролери положення, роботи або швидкості шнека.

У деяких варіантах здійснення приклади датчиків 112 і контролерів 114 можуть бути встановлені в безпілотних літальних апаратах (БПЛА) або "дронах". Такі датчики можуть містити камери з детекторами, ефективними для будь-якого діапазону електромагнітного спектра, включаючи видиме світло, інфрачервоний, ультрафіолетовий, ближній інфрачервоний (NIR - англ.: near-infrared) спектр тощо; акселерометри; висотоміри; датчики температури; датчики вологості; датчики на основі трубки Піто або інші датчики швидкості повітря або швидкості вітру; датчики заряду акумулятора; або радіолокаційні випромінювачі та апарати виявлення відбитої радіолокаційної енергії; інші випромінювачі електромагнітного випромінювання та апарати виявлення відбитого електромагнітного випромінювання. Такі контролери можуть включати апарати керування наведенням або двигунами, контролери поверхні керування, контролери камер або контролери, запрограмовані з можливістю увімкнення, застосування, управління та налаштування будь-якого з вищезгаданих датчиків або отримання даних, від них. Приклади описані в патенті США № 9922405, і даний опис передбачає інформацію з цього патенту.

У деяких варіантах здійснення датчики 112 і контролери 114 можуть бути прикріплені до апарату для відбору проб ґрунту і вимірювання, який налаштований або запрограмований з можливістю відбору проб ґрунту і проведення хімічних аналізів ґрунту, аналізів вологості ґрунту та інших аналізів, пов'язаних із ґрунтом. Наприклад, може використовуватися апарат, описаний в патенті США 8767194 та патенті США 8712148, і даний опис передбачає інформацію з цих патентів. У деяких варіантах здійснення датчики 112 і контролери 114 можуть містити метеорологічні пристрої для моніторингу погодних умов на полях. Наприклад, може використовуватися апарат, розкритий в патенті США №10768340, і даний опис передбачає інформацію з цих патентів.

2.4. ОГЛЯД ПРОЦЕСУ - НАВЧАННЯ АГРОНОМІЧНОЇ МОДЕЛІ

У деяких варіантах здійснення сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система 130 запрограмована або виконана з можливістю створення агрономічної моделі. У цьому контексті агрономічна модель є структурою даних у пам'яті сільськогосподарської інтелектуальної комп'ютерної системи 130, яка включає польові дані 106, як-от ідентифікаційні дані та дані про врожай для одного або більше полів. Агрономічна модель може також включати розраховані агрономічні властивості, які описують або умови, що можуть вплинути на ріст однієї або більше культур на полі, або властивості однієї або більше культур, або і те, і інше. Крім того, агрономічна модель може містити рекомендації, засновані на агрономічних факторах, як-от рекомендації щодо культур, рекомендації щодо зрошення, рекомендації щодо посіву, рекомендації щодо добрив, рекомендації щодо фунгіцидів, рекомендації щодо пестицидів, рекомендації щодо збирання врожаю та інші рекомендації щодо управління культурами. Агрономічні фактори також можуть бути використані для оцінки одного або більше результатів, пов'язаних з культурою, як-от агрономічна врожайність. Агрономічна врожайність культури - це оцінка кількості вирощеної культури, або, в деяких прикладах, доходу чи прибутку, отриманого від вирощеної культури.

У деяких варіантах здійснення сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система

130 може використовувати попередньо налаштовану агрономічну модель для розрахунку агрономічних властивостей, пов'язаних з поточною інформацією про місцезнаходження та культуру для одного або більше полів. Попередньо налаштована агрономічна модель базується на попередньо оброблених польових даних, включаючи, зокрема, ідентифікаційні дані, дані про врожай, дані про добрива та погодні дані. Попередньо налаштована агрономічна модель може пройти перехресну перевірку для забезпечення точності моделі. Перехресна перевірка може включати порівняння з натурними даними, коли прогнозовані результати порівнюються з фактичними результатами на полі, наприклад, порівняння оцінки опадів з даними дощоміра або датчика, що надає погодні дані в тому ж або сусідньому місці, або оцінка вмісту азоту з результатами вимірювання зразка ґрунту.

На фіг. 3 зображено запрограмований процес, за допомогою якого сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система генерує одну або більше попередньо налаштованих агрономічних моделей, використовуючи польові дані, надані одним або більше джерелами даних. Фіг. 3 може слугувати алгоритмом або інструкцією для програмування функціональних елементів сільськогосподарської інтелектуальної комп'ютерної системи 130 для виконання операцій, які описані далі.

У блоці 305 сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система 130 налаштована або запрограмована з можливістю виконання попередньої обробки агрономічних даних польових даних, прийнятих від одного або більше джерел даних. Польові дані, прийняті від одного або більше джерел даних, можуть бути попередньо оброблені з метою видалення шуму, спотворюючих ефектів і плутанини в агрономічних даних, включаючи виміряні відхилення, які можуть негативно вплинути на прийняті значення польових даних. Варіанти здійснення попередньої обробки агрономічних даних можуть включати, зокрема, видалення значень даних, які зазвичай асоціюються з екстремальними значеннями даних, конкретних точок вимірювання даних, які, як відомо, надмірно спотворюють інші значення даних, методи згладжування, агрегування або вибірки даних, що використовуються для видалення або зменшення адитивних або мультиплікативних ефектів шуму, а також інші методи фільтрації або виведення даних, що використовуються для забезпечення чіткого розмежування між позитивними та негативними вхідними даними.

У блоці 310 сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система 130 запрограмована або виконана з можливістю виконання вибору підмножини даних за допомогою попередньо оброблених польових даних з метою ідентифікації наборів даних, корисних для початкової генерації агрономічної моделі. Сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система 130 може реалізовувати методи вибору підмножин даних, включаючи, зокрема, метод генетичного алгоритму, метод всіх моделей підмножин, метод послідовного пошуку, метод покрокової регресії, метод оптимізації рою частинок і метод оптимізації мурашиних колоній. Наприклад, метод генетичного алгоритму використовує адаптивний евристичний алгоритм пошуку, заснований на еволюційних принципах природного відбору та генетики, для визначення та оцінки наборів даних у попередньо оброблених агрономічних даних.

У блоці 315 сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система 130 запрограмована або виконана з можливістю здійснення оцінки набору польових даних. У деяких варіантах здійснення конкретний набір польових даних оцінюється шляхом створення агрономічної моделі та використання конкретних порогових значень якості для створеної агрономічної моделі. Агрономічні моделі можна порівнювати та/або перевіряти за допомогою одного або більше методів порівняння, як-от, наприклад, середньоквадратична помилка з перехресним затвердженням з виключенням (RMSECV - англ.: root mean square error with leave-one-out cross validation), середня абсолютна помилка та середня відсоткова помилка, зокрема. Наприклад, RMSECV може здійснювати перехресну перевірку агрономічних моделей шляхом порівняння спрогнозованих значень агрономічних властивостей, створених агрономічною моделлю, з історичними значеннями агрономічних властивостей, зібраними та проаналізованими. У деяких варіантах здійснення логіка оцінки набору агрономічних даних використовується як цикл зворотного зв'язку, де набори агрономічних даних, які не відповідають налаштованим пороговим значенням якості, використовуються під час майбутніх етапів вибору підмножини даних (блок 310).

У блоці 320 сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система 130 налаштована або запрограмована з можливістю виконання створення агрономічної моделі на основі перехресної перевірки наборів агрономічних даних. У деяких варіантах здійснення створення агрономічної моделі може реалізовувати методи багатовимірної регресії для створення попередньо налаштованих моделей агрономічних даних.

У блоці 325 сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система 130 запрограмована

або виконана з можливістю зберігання попередньо налаштованих моделей агрономічних даних для майбутньої оцінки польових даних.

2.5. ПРИКЛАД РЕАЛІЗАЦІЇ - ОГЛЯД АПАРАТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Згідно з одним варіантом здійснення описані в цьому документі способи реалізуються за допомогою одного або більше спеціалізованих обчислювальних пристроїв. Спеціалізовані обчислювальні пристрої можуть бути дрововими для виконання способів або можуть включати цифрові електронні пристрої, як-от одна або більше спеціалізованих інтегральних схем (ASIC - англ.: application-specific integrated circuits) або програмованих користувачем вентильних матриць (FPGA - англ.: field programmable gate arrays), які постійно запрограмовані з можливістю виконання способів, або можуть включати один або більше апаратних процесорів загального призначення, запрограмованих на виконання способів відповідно до програмних команд у мікропрограмі, пам'яті, іншому сховищі, або їх комбінації. Такі спеціалізовані обчислювальні пристрої можуть також поєднувати спеціальну апаратно реалізовану логіку, ASIC або FPGA зі спеціальним програмним забезпеченням для виконання методів. Спеціалізовані обчислювальні пристрої можуть бути настільними комп'ютерними системами, портативними комп'ютерними системами, портативними пристроями, мережевими пристроями або будь-якими іншими пристроями, які включають вбудовану та/або програмну логіку для реалізації методів.

Наприклад, на фіг. 4 зображено блок-схему, яка ілюструє комп'ютерну систему 400, на якій можуть бути реалізовані деякі варіанти здійснення цього винаходу. Комп'ютерна система 400 містить шину 402 або інший комунікаційний механізм для передачі інформації та апаратний процесор 404, з'єднаний з шиною 402 для обробки інформації. Апаратний процесор 404 може бути, наприклад, мікропроцесором загального призначення.

Комп'ютерна система 400 також містить основну пам'ять 406, як-от оперативний запам'ятовувальний пристрій (ОЗУ) або інший динамічний запам'ятовувальний пристрій, з'єднаний з шиною 402 для зберігання інформації та команд, що виконуються процесором 404. Основна пам'ять 406 також може використовуватися для зберігання тимчасових змінних або іншої проміжної інформації під час виконання команд, що виконуються процесором 404. Такі команди, коли вони зберігаються на постійних носіях інформації, доступних процесору 404, перетворюють комп'ютерну систему 400 на спеціалізовану машину, яка налаштована для виконання операцій, зазначених в командах.

Комп'ютерна система 400 також містить постійну пам'ять (ROM) 408 або інший статичний запам'ятовувальний пристрій, з'єднаний з шиною 402 для зберігання статичної інформації та команд для процесора 404. Запам'ятовувальний пристрій 410, як-от магнітний диск, оптичний диск або твердотільний накопичувач, наданий з'єднаний з шиною 402 для зберігання інформації та команд.

Комп'ютерна система 400 може бути з'єднана через шину 402 з дисплеєм 412, як-от електронно-променевою трубкою (CRT - англ.: cathode ray tube), для відображення інформації користувачеві комп'ютера. Пристрій 414 введення, включаючи алфавітно-цифрові та інші клавіші, з'єднаний з шиною 402 для передачі інформації та вибору команд до процесора 404. Іншим типом пристрою введення користувача є пристрій керування курсором 416, як-от миша, трекбол або клавіші керування курсором для передачі інформації про напрямки і вибір команд до процесора 404 і для керування рухом курсору на дисплеї 412. Цей пристрій введення зазвичай має два ступені свободи за двома осями, першою віссю (наприклад, x) і другою віссю (наприклад, y), що дозволяє пристрою задавати положення на площині.

Комп'ютерна система 400 може реалізовувати методи, описані в цьому документі, за допомогою спеціальної апаратно реалізованої логіки, однієї або більше ASIC або FPGA, мікропрограми та/або програмної логіки, яка в поєднанні з комп'ютерною системою змушує або програмує комп'ютерну систему 400 бути машиною спеціального призначення. Згідно з одним варіантом здійснення методи, описані в цьому документі, виконуються комп'ютерною системою 400 у відповідь на виконання процесором 404 однієї або більше послідовностей однієї або більше команд, що містяться в основній пам'яті 406. Такі команди можуть бути зчитані в основну пам'ять 406 з іншого носія інформації, як-от запам'ятовувальний пристрій 410. Виконання послідовностей команд, що містяться в основній пам'яті 406, призводить до того, що процесор 404 виконує етапи процесу, описані в цьому документі. В альтернативних варіантах здійснення замість програмних команд або в комбінації з ними може бути застосована апаратно реалізована схема.

Термін "носії інформації" у контексті цього документу відноситься до будь-якого постійного носія, який зберігає дані та/або команди, що змушують машину працювати певним чином. Такі носії інформації можуть включати енергонезалежні носії та/або енергозалежні носії. До

енергонезалежних носіїв належать, наприклад, оптичні диски, магнітні диски або твердотільні накопичувачі, як-от запам'ятовувальний пристрій 410. До енергозалежних носіїв належить динамічна пам'ять, наприклад, основна пам'ять 406. До поширених форм носіїв інформації належать, наприклад, дискета, гнучкий диск, жорсткий диск, твердотільний диск, магнітна стрічка або будь-який інший магнітний носій інформації, CD-ROM, будь-який інший оптичний носій інформації, будь-який фізичний носій з візерунками отворів, ОЗП, ППЗП і СППЗП, ФЛЕШ-СППЗП, ЕНПЗП, будь-яка інша мікросхема пам'яті або картридж.

Носії інформації відрізняються від засобів передачі інформації, але можуть використовуватися разом з ними. Засоби передачі інформації беруть участь у передачі інформації між носіями інформації. Наприклад, до засобів передачі інформації відносяться коаксіальні кабелі, мідний дріт і волоконна оптика, включаючи дроти, які містять шину 402. Засоби передачі інформації можуть також мати форму акустичних або світлових хвиль, наприклад, тих, що генеруються під час радіохвильової та інфрачервоної передачі даних.

Різні форми носіїв можуть бути задіяні для передачі однієї або більше послідовностей однієї або більше команд до процесора 404 для виконання. Наприклад, команди можуть спочатку зберігатися на магнітному диску або твердотільному накопичувачі віддаленого комп'ютера. Віддалений комп'ютер може завантажити команди у свою динамічну пам'ять і відправити команди по телефонній лінії за допомогою модему. Модем, локальний до комп'ютерної системи 400, може приймати дані по телефонній лінії і використовувати інфрачервоний передавач для перетворення даних в інфрачервоний сигнал. Інфрачервоний детектор може приймати дані, що передаються в інфрачервоному сигналі, і відповідна схема може розміщувати дані на шині 402. Шина 402 передає дані до основної пам'яті 406, з якої процесор 404 отримує і виконує команди. Команди, прийняті основною пам'яттю 406, можуть необов'язково зберігатися на запам'ятовувальному пристрої 410 до або після виконання процесором 404.

Комп'ютерна система 400 також містить комунікаційний інтерфейс 418, з'єднаний з шиною 402. Комунікаційний інтерфейс 418 забезпечує двосторонню передачу даних до мережевого каналу 420, який підключений до локальної мережі 422. Наприклад, комунікаційний інтерфейс 418 може бути картою цифрової мережі з інтегрованими послугами (ISDN - англ.: integrated services digital network), кабельним модемом, супутниковим модемом або модемом для забезпечення з'єднання передачі даних із відповідним типом телефонної лінії. Іншим прикладом комунікаційного інтерфейсу 418 може бути карта локальної мережі (LAN - англ.: local area network) для забезпечення з'єднання для передачі даних із сумісною LAN. Також можуть бути реалізовані бездротові канали. У будь-якому такому варіанті реалізації комунікаційний інтерфейс 418 надсилає і приймає електричні, електромагнітні або оптичні сигнали, які несуть цифрові потоки даних, що представляють різні типи інформації.

Мережевий канал 420 зазвичай забезпечує передачу даних через одну або більше мереж до інших пристроїв передачі даних. Наприклад, мережевий канал 420 може забезпечувати з'єднання через локальну мережу 422 з головним комп'ютером 424 або з обладнанням передачі даних, що експлуатується постачальником послуг Інтернету (ISP - англ.: Internet Service Provider) 426. ISP 426, у свою чергу, надає послуги передачі даних через всесвітню мережу пакетної передачі даних, яку зараз зазвичай називають "Інтернет" 428. Локальна мережа 422 та Інтернет 428 використовують електричні, електромагнітні або оптичні сигнали, які передають цифрові потоки даних. Сигнали через різні мережі та сигнали на мережевому каналі 420 і через комунікаційний інтерфейс 418, які передають цифрові дані до і з комп'ютерної системи 400, є прикладами форм засобів передачі інформації.

Комп'ютерна система 400 може надсилати повідомлення і приймати дані, включаючи програмний код, через мережу(-і), мережевий канал 420 і комунікаційний інтерфейс 418. У прикладі з Інтернетом сервер 430 може передавати запитуваний код прикладної програми через Інтернет 428, ISP 426, локальну мережу 422 і комунікаційний інтерфейс 418.

Отриманий код може бути виконаний процесором 404 по мірі його отримання та/або збережений у запам'ятовувальному пристрої 410 або іншому енергонезалежному накопичувачі для подальшого виконання.

3. ГЕНЕРУВАННЯ МОДЕЛІ ПОМИЛОК ДЛЯ ПОЛЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ВИМІРЯНИХ ПОЛЬОВИХ ДАНИХ

На фіг. 7 зображено ілюстративний спосіб використання зібраних даних про знаряддя для визначення процедурної помилки при застосуванні обробки до агрономічного поля. Як приклад, на фіг. 7 зображено блок-схему, що представляє спосіб використання зібраних даних польових робіт для визначення ступеня та/або коефіцієнта помилки для конкретної вимірної обробки, застосованої на полі. Спосіб, описаний на фіг. 7, може бути запрограмований у сільськогосподарській інтелектуальній комп'ютерній системі або реалізований за допомогою неї

з метою надання інформації про помилки різним суб'єктам, включаючи операторів знарядь, керівників сільськогосподарських підприємств, науковців з агрономічних даних або будь-яких інших суб'єктів, які отримують вигоду від способу визначення помилки в застосуванні обробки.

На етапі 702 отримують перші дані агрономічної обробки, що містять першу модель обробки, причому перша модель обробки містить щонайменше першу векторну характеристику поля і другу векторну характеристику поля, що представляє першу обробку, застосовану до поля. Перші дані агрономічної обробки можуть бути прийняті від будь-якого джерела і в будь-якому форматі, необхідному для виконання етапів, зображених на фіг. 7. Наприклад, джерела можуть включати, зокрема, один або більше дистанційних датчиків 112, бортовий комп'ютер 115, сховище 160 моделей і польових даних та/або бездротове з'єднання, що з'єднує польове знаряддя з мережею. Формати можуть включати, зокрема, необроблені числові дані, дані, зчитувані людиною, ймовірнісні/статистичні дані та/або дані польового моделювання. У різних варіантах здійснення активне польове знаряддя генерує та зберігає дані за допомогою сільськогосподарської інтелектуальної комп'ютерної системи в режимі реального часу. В одному з варіантів здійснення дія в режимі реального часу означає, що сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система виконує одну або більше операцій одразу після отримання вхідних даних від одного або більше суб'єктів, або протягом декількох секунд після отримання даних. В одному варіанті здійснення дія в режимі, близькому до реального часу, означає виконання сільськогосподарською інтелектуальною комп'ютерною системою однієї або більше операцій протягом періоду часу, що включає відносно коротку затримку або період реакції між отриманням вхідних даних і виконанням дії у відповідь на вхідні дані.

Наприклад, перші дані агрономічної обробки можуть включати дані, згенеровані та надіслані до сільськогосподарської інтелектуальної комп'ютерної системи від посівного знаряддя, що активно працює в полі. Під час руху посівного знаряддя по полю комп'ютерний елемент знаряддя може активно й періодично вимірювати та компілювати дані про положення і розміщення насіння в полі. У деяких варіантах здійснення перші дані агрономічної обробки включають або використовуються для генерування моделі, що представляє діяльність на полі. Наприклад, коли посівне знаряддя проходить полем, може генеруватися цифрове представлення поля, що відповідає фізичному полю, на якому знаходиться знаряддя. Цифрова модель поля може наповнюватися даними в реальному часі, коли знаряддя проходить полем. Наприклад, цифрова модель поля може бути заповнена даними, що відповідають конкретним ділянкам або векторам певного насіння, коли посівне знаряддя проходить полем в конкретному напрямку.

Дані, згенеровані сільськогосподарським знаряддям, можуть представляти характеристику поля або обробку, що застосовується до поля цим знаряддям. Наприклад, цифрова модель поля, через яке проходить посівне знаряддя, може бути оновлена, щоб показати певним чином орієнтовані ряди гібридних культур, які були висаджені у відповідний спосіб. Таке представлення є активною характеристикою поля і може відповідати або бути пов'язаним з окремою векторною інформацією, що ідентифікує відмінні властивості характеристики на полі. У різних варіантах здійснення поле може передбачати одне або більше знарядь та/або одну або більше обробок, які відповідають окремим характеристикам поля. Наприклад, посівне знаряддя може висівати насіння на полі за один прохід по полю, але може висівати різні види насіння з кожним наступним проходом по полю по черзі. Таким чином, поле може включати декілька різних характеристик, які можуть бути пов'язані або представлені різними векторними значеннями в польовому режимі. Приклад такої моделі показано нижче на фіг. 8.

У різних варіантах здійснення перші дані агрономічної обробки отримуються сільськогосподарською інтелектуальною комп'ютерною системою після польових робіт. Наприклад, польове знаряддя може генерувати перші агрономічні дані під час проходження поля і зберігати їх для подальшого використання сільськогосподарською інтелектуальною комп'ютерною системою. Дані можуть зберігатися в будь-якому місці, придатному для даних обробки, включаючи, зокрема, сховище 160 моделей та польових даних, комп'ютер 108 сервера даних або бортовий комп'ютер 115. У різних варіантах сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система отримує виміряні польові дані від польового знаряддя і генерує першу модель обробки. Потім сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система може зберігати першу модель обробки в комп'ютерному накопичувачі до тих пір, поки наступні обробки не будуть готові до виконання або не будуть виконані на тому ж самому полі.

На етапі 704 отримують другі дані агрономічної обробки, причому другі агрономічні дані містять другу модель обробки, причому друга модель обробки містить один або більше векторних полігонів, що представляють другу обробку, застосовану до поля. Другі дані агрономічної обробки можуть бути прийняті від будь-якого джерела і в будь-якому форматі,

необхідному для виконання етапів, зображених на фіг. 7. Джерела та формати прийнятих даних можуть бути подібними або відмінними від тих, що обговорювалися вище стосовно перших агрономічних даних.

Прийняті другі агрономічні дані можуть стосуватися будь-якої моделі або даних, що представляють другу обробку, застосовану до поля. У різних варіантах здійснення обробки, яку застосовують до поля, пов'язана з однією або більше схемами проходження сільськогосподарського знаряддя по полю. Наприклад, збиральне знаряддя, що проходить полем, може бути пов'язане з конкретним вектором руху та/або покритою зоною проходження, яка охоплює все змодельоване в цифровому вигляді поле або його частину. Збиральне знаряддя виконує обробку конкретної зони в конкретному напрямку руху. Коли збиральне знаряддя проходить полем, конкретна двовимірна зона поля зазнає обробки від збирального знаряддя.

У різних подальших варіантах здійснення одна або більше схем проходження включають одну або більше підсхем, або "полігонів" проходження відповідно до другої моделі обробки. Наприклад, оскільки збиральне знаряддя під час проходження охоплює конкретну зону поля, певні частини охопленої зони можуть бути закриті від інших зон проходження для створення полігону проходження. Полігон проходження охоплює фіксовану частину поля, яка була пройдена, і відрізняється від інших частин поля, які були пройдені. У різних варіантах здійснення один полігон представляє всю схему проходження знаряддя. У різних варіантах здійснення вся схема проходження знаряддя розбивається на один або більше полігонів на основі регулярних періодів часу, протягом яких знаряддя проходить полем. У різних варіантах здійснення вся схема проходження знаряддя розбивається на один або більше полігонів на основі обмежень на розмір полігону, заснованих на відстані або сітці. Наприклад, кожне горизонтальне проходження поля може бути розбито на два окремі полігони в середині розділення, що проходить вертикально через поле. Приклад таких варіантів здійснення зображено на фіг. 9 нижче.

На етапі 706 визначають відносний ступінь перекриття першої векторної характеристики та відносний ступінь перекриття другої векторної характеристики для кожного окремого векторного полігону одного або більше векторних полігонів. У різних варіантах здійснення перекриття характеристики в полігоні визначається величиною площі в межах полігону, що відповідає характеристиці відносно перших агрономічних даних. Наприклад, друга модель обробки, що містить один або більше векторних полігонів, може бути накладена на першу модель обробки для формування складеної моделі, що зображує один або більше векторних полігонів відносно щонайменше двох характеристик поля. Накладання може бути виконано на будь-якому пристрої або системі, здатній відображати накладання, наприклад, на комп'ютерному пристрої 104 керівника поля, бортовому комп'ютері 115 та/або будь-якому персональному обчислювальному пристрої, підключеному до сільськогосподарської інтелектуальної комп'ютерної системи 130. Приклад складеної моделі зображений на фіг. 10 нижче.

У різних варіантах здійснення відносний ступінь перекриття для перших векторних характеристик і відносний ступінь перекриття для других векторних характеристик визначають для кожного полігону проходження. Наприклад, певний полігон проходження може відповідати першому горизонтальному проходженню поля збиральним знаряддям до лінії зрізу посередині поля. Отриманий полігон, у порівнянні з першою моделлю обробки, може показати, що збиральне знаряддя збило лише культури, що відповідають першій характеристиці гібридної культури, і не збило жодної культури, що відповідає другій характеристиці гібридної культури. У цьому випадку відносний ступінь перекриття першого гібрида становить 100 % або 1,0, а відносний ступінь перекриття другого гібрида становить 0 % або 0,0.

Як ще один приклад, конкретний полігон проходження може відповідати другому горизонтальному проходженню поля збиральним знаряддям, що починається на лінії зрізу посередині поля і закінчується на порожній ділянці поля, або "поворотній смузі". Отриманий полігон, якщо його порівняти з першою моделлю обробки, може показати, наприклад, що збиральне знаряддя збило культури, що відповідають першій характеристиці гібридної культури, втричі частіше, ніж культури, які відповідають другій характеристиці гібридної культури. У цьому випадку відносний ступінь перекриття першого гібрида становить 75 % або 0,75, а відносний ступінь перекриття другого гібрида становить 25 % або 0,25. Приклад відносного перекриття характеристик наведено на фіг. 11 нижче.

На етапі 708 визначають відносний ступінь помилки для кожного конкретного векторного полігону в одному або більше векторних полігонах. Ступінь помилки виводиться з визначених відносних ступенів перекриття першої векторної характеристики та другої векторної характеристики. Визначений відносний ступінь помилки може бути будь-якими даними,

показником, визначенням, моделлю або іншим вимірюванням, яке представляє ступінь помилки для другої обробки, виконаної на полі. У різних варіантах здійснення ступінь перекриття, визначений на кожному векторному полігоні, використовується для визначення індивідуальних ступенів помилки для кожного векторного полігону. Наприклад, ступінь помилки може

відповідати відносній пропорції першої характеристики, що міститься в полігоні, до другої характеристики, що міститься в полігоні.

На етапі 710 на основі одного або більше векторних полігонів визначають загальний очікуваний результат сумарної помилки другої обробки, застосованої до поля. У різних варіантах здійснення сумарний результат помилки є підсумовуванням коефіцієнтів помилки окремих векторних полігонів. У різних варіантах загальний очікуваний коефіцієнт помилки є середнім значенням коефіцієнтів помилки окремих векторних полігонів.

3.1. ВИМІРЮВАННЯ ДАНИХ ПОСІВУ

На фіг. 8 зображено ілюстративну модель поля для висаджених гібридних культур згідно з деякими варіантами здійснення. Як приклад, на фіг. 8 зображена перша модель обробки, що представляє обробку поля. Наприклад, на фіг. 8 показано GUI, реалізований у пристрої, який зображує декілька горизонтально орієнтованих рядів полігонів, що представляють гібридні культури на полі. Пристрій 800 може бути будь-яким пристроєм, на якому можуть відображатися польові дані або дані, що стосуються обробки поля. Наприклад, пристрій 800 є або пов'язаний з комп'ютерним пристроєм 104 керівника поля, бортовим комп'ютером 115 та/або будь-яким персональним комп'ютерним пристроєм, підключеним до сільськогосподарської інтелектуальної комп'ютерної системи 130. Як показано на фіг. 8, пристрій 800 в даний час відображає графічне зображення поля відповідно до застосування обробки посіву.

Список 810 полів - це спискове меню, що відображається на пристрої 800, що може бути інтерактивним по відношенню до користувача. Користувачем може бути будь-який суб'єкт, який отримує вигоду від використання інтерфейсу на пристрої 800, включаючи керівника поля, оператора знаряддя, фахівця з аналізу даних або будь-якого іншого суб'єкта, який може використовувати способи, описані в цьому документі. Як показано на фіг. 8, список 810 полів - це меню, яке наразі перебуває у стані вибору ПОЛЯ №11A2 для перегляду. Список 820 рівнів - це спискове меню, що відображається на пристрої 800, що може бути інтерактивним для користувача і з якого можна вибрати, щоб визначити, який вид або обробку поля відтворювати на GUI. Як показано на фіг. 8, список 820 рівнів - це меню, яке в даний час знаходиться в стані вибору РІВНЯ ПОСІВУ. В результаті цього вибору пристрій 800 в даний час відображає на графічному інтерфейсі користувача обробку посіву, застосовану до ПОЛЯ № 11A2 за допомогою моделі 830 посіву. Модель 830 посіву може бути будь-яким полем або цифровим представленням поля чи обробки поля. Модель 830 поля містить зони поля, які піддаються обробці, а також зони поля, які не піддаються обробці, як-от поворотні смуги, які є зонами поля, на яких оператори можуть розвертатися або переорієнтувати польові знаряддя для подальшої обробки.

Модель 830 посіву містить характеристику 840 гібриду. У різних варіантах здійснення характеристика, як-от характеристика 840 гібриду, являє собою певну зону поля, що відповідає попередній обробці або розміщенню культур. Наприклад, характеристика 840 гібриду, зображена на фіг. 8, представляє ГІБРИД В, який є гібридною культурою певного роду або виду культури. Полігон, що відповідає характеристиці 840 гібриду, представляє конкретну зону поля, на якій посівне знаряддя висіяло насіння для ГІБРИДУ В в певний попередній час під час попередньої обробки.

Модель 830 посіву містить декілька характеристик ГІБРИДУ А і ГІБРИДУ В. Як показано на фіг. 8, ГІБРИД В є іншим типом культури, ніж ГІБРИД А, і може вимагати інших методів посіву, догляду або збирання, ніж ГІБРИД А. Відповідно, ГІБРИД В може потребувати іншого способу збирання врожаю, ніж ГІБРИД А під час обробки збирання на полі.

У різних варіантах одна або більше характеристик поля відповідають полігонам, що представляють обробку посіву, застосовану до поля. У різних подальших варіантах здійснення сільськогосподарське знаряддя, як-от посівне знаряддя, активно збирає дані під час обробки поля для посіву насіння. Під час виконання обробки знаряддям активні дані вимірюються, збираються, компілюються та/або передаються до сільськогосподарської інтелектуальної комп'ютерної системи. Зібрані дані можуть бути будь-якими даними, достатніми для визначення та генерування даних, що представляють одну або більше характеристик на полі. Наприклад, посівне знаряддя на полі може активно та періодично надсилати дані про місцезнаходження до сільськогосподарської інтелектуальної комп'ютерної системи. Дані про місцезнаходження знаряддя відповідають вимірюванню за допомогою GPS місцезнаходженню знаряддя в полі.

Активне знаряддя може надсилати будь-яку кількість даних до сільськогосподарської

інтелектуальної комп'ютерної системи. Наприклад, для створення моделі, подібної до першої моделі обробки, зображеної на фіг. 8, може знадобитися декілька змінних, включаючи властивості гібридної культури А, властивості гібридної культури В, площу поля і поворотних смуг, ширину обробки, яку застосовує знаряддя, і положення посівного знаряддя, коли воно проходить полем. У різних варіантах здійснення перша модель обробки активно генерується сільськогосподарською інтелектуальною комп'ютерною системою, коли знаряддя збирає дані, проходячи полем. У різних варіантах здійснення згенерована модель відображається в реальному часі або майже в реальному часі суб'єкту, наприклад, сільськогосподарському керівнику, оператору польового знаряддя або будь-якому іншому суб'єкту, який отримує вигоду від знання першої моделі обробки.

3.2. ВИМІРЮВАННЯ ДАНИХ ЗБИРАННЯ ВРОЖАЮ

На фіг. 9 зображено ілюстративну модель поля для реалізації шляхів проходження згідно з деякими варіантами здійснення. Як приклад, на фіг. 9 зображено другу модель обробки, що представляє обробку поля, як вона відображається на GUI пристрою 800. Наприклад, на фіг. 9 показані схеми проходження польового знаряддя, коли воно проходить полем. Як показано на фіг. 9, список 820 рівнів встановлено в стан вибору рівня збирання врожаю, який буде показано на пристрої 800. Як результат, зображено модель 900 збирання врожаю, яка може бути будь-яким полем або цифровим представленням поля, до якого було застосовано обробку. Модель 900 збирання врожаю містить цифрове представлення схем проходження поля, розбите на окремі полігони, що містяться в моделі поля.

Модель 900 збирання врожаю містить сукупність полігонів проходження, як-от полігон 910 проходження. У різних варіантах здійснення полігон проходження, як-от полігон проходження 910, представляє конкретну зону поля, яка була піддана обробці польовим знаряддям. Наприклад, полігони, показані в моделі 900 збирання врожаю, представляють схему проходження польового знаряддя, що виконує обробку на полі. Схема проходження розбита на окремі полігони проходження для підвищення достовірності даних про проходження та точності збору даних. Наприклад, полігон 910 проходження, зображений на фіг. 9, є полігоном проходження сільськогосподарського знаряддя, який формується під час другого "проходу" по полю, обмеженого початковим порогом, що відповідає початковому порогу поля, і середньою лінією поля.

У різних варіантах здійснення схема проходження і одержані в результаті полігони проходження відповідають обробці, що застосовується до поля. У різних подальших варіантах здійснення сільськогосподарське знаряддя, наприклад, збиральне знаряддя, активно збирає дані під час збирання врожаю на полі. Під час виконання обробки знаряддям активні дані вимірюються, збираються, компілюються та/або передаються до сільськогосподарської інтелектуальної комп'ютерної системи. Зібрані дані можуть бути будь-якими даними, достатніми для визначення та генерування даних, що представляють обробку та/або проходження поля. Наприклад, збиральне знаряддя на полі може активно та періодично надсилати дані про місцезнаходження до сільськогосподарської інтелектуальної комп'ютерної системи. Дані про місцезнаходження знаряддя відповідають вимірюванню за допомогою GPS місцезнаходженню знаряддя в полі.

Активне знаряддя може надсилати будь-яку кількість даних до сільськогосподарської інтелектуальної комп'ютерної системи. Наприклад, для створення моделі, подібної до другої моделі обробки, зображеної на фіг. 9, може знадобитися декілька змінних, включаючи площу поля і поворотних смуг, полігональні характеристики поля, ширину обробки, що застосовується знаряддям, і положення посівного знаряддя, коли воно проходить полем. У різних варіантах здійснення друга модель обробки активно генерується сільськогосподарською інтелектуальною комп'ютерною системою, коли знаряддя збирає дані, проходячи полем. У різних варіантах здійснення згенерована модель відображається в реальному часі суб'єкту, наприклад, керівнику сільськогосподарського підприємства, оператору польового знаряддя або будь-якому іншому суб'єкту, який отримує вигоду від знання першої моделі обробки.

У різних подальших варіантах здійснення відображення схеми проходження через другу модель обробки може включати генерування та відображення рекомендованої інформації для застосування обробки на полі в режимі реального часу. Наприклад, сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система може інтерпретувати активно зібрані дані з польового знаряддя для генерування та відображення рекомендованих змін в роботі знаряддя в режимі реального часу. Такі рекомендації можуть включати зміну прискорення, швидкості, напрямку, положення, способу обробки або типу обробки поля в будь-якій комбінації. У різних варіантах здійснення сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система може автоматично керувати, спрямовувати, обмежувати або іншим чином змушувати знаряддя виконувати

рекомендовані зміни на полі. Наприклад, сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система може змусити знаряддя рухатися по полю зі швидкістю, обмеженою до нижчої за порогову, на основі згенерованої рекомендації.

3.3. ПОРІВНЯННЯ ЗАСТОСОВАНОЇ МОДЕЛІ ТА ВЕКТОРНИЙ АНАЛІЗ

На фіг. 10А зображено ілюстративну модель поля, що включає накладання вимірних даних про посів на вимірні дані про проходження знаряддя згідно з деякими варіантами здійснення. Як приклад, на фіг. 10А зображено накладання другої обробки, зображеної на фіг. 9, на першу обробку, зображену на фіг. 8. Як показано на фіг. 10А, список 820 рівнів встановлено в стан, який відображатиме на GUI пристрою 800 складену модель поля, що представляє ступені помилки в другій обробці. У різних варіантах здійснення порівняння результатів двох або більше обробок генерує дані, які сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система може використовувати для визначення результатів обробок на полі. Наприклад, накладення і одержана в результаті складена модель 1000, зображена на фіг. 10А, показує маршрути проходження поля сільськогосподарським знаряддям під час другої обробки відносно обмежень і меж характеристик, сформованих першою обробкою з метою створення складеної моделі 1000.

Стосовно наведених вище прикладів посіву та збирання врожаю, фіг. 10А може представляти схему проходження збирального знаряддя після того, як окреме посівне знаряддя пройшло полем під час посіву насіння. Для збирального знаряддя може бути корисним проходити полем у векторній схемі, що відповідає векторній схемі посіву насіння посівним знаряддям. Оскільки культура ГІБРИД А може мати деякі властивості, які відрізняються від культури ГІБРИД В, може бути оптимальним збирати культуру ГІБРИД А певним способом, а культуру ГІБРИД В - іншим способом.

Наприклад, такі культури, як пшениця та канولا, дають різну врожайність зерна залежно від того, скільки пожнивних решток культури залишається після збирання врожаю, або від того, скільки культури залишається після збирання врожаю. Оскільки пшениця та канولا можуть потребувати різного рівня пожнивних решток для отримання оптимальної врожайності, рекомендується, щоб оператори знаряддя у полі відрегулювали висоту комбайна до оптимального рівня перед проходженням ділянки з гібридними культурами. Відповідно, збирання врожаю канולי, коли комбайн оптимізований для збирання врожаю пшениці, може не тільки викривити врожайність пшениці, але й може призвести до зниження врожайності канולי нижче оптимального рівня. Хоча певні культури, знаряддя та способи обробки розглядаються як приклади з метою надання чіткого опису способів і систем, описаних у цьому документі, слід розуміти, що ці способи і системи є незалежними по відношенню до культур, знарядь і способів обробки, що використовуються.

Повертаючись до складеної моделі на фіг. 10А, накладання проходження в порівнянні з характеристиками культури вигідно показує ступінь помилки для кожного полігону проходження другої обробки. Як показано на фіг. 10А, декілька полігонів проходження другої моделі обробки перетинають обидві характеристики поля, отримані в результаті першої обробки, представляючи потенційну помилку під час другої обробки. Використовуючи полігони проходження і характеристики другої і першої моделей, можна визначити, яка величина перекриття характеристик відбулася на конкретних полігонах проходження.

У різних варіантах здійснення сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система автоматично визначає оптимальну пропорцію перекриття для кожного полігону для порівняння з вимірною пропорцією перекриття для кожного полігону. У різних варіантах здійснення сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система визначає оптимальну пропорцію на основі виміряного ступеня перекриття. Наприклад, сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система може визначити, що оптимальне перекриття для полігону охоплює пропорційне перекриття 1,0: 0,0 для характеристики з більшим вимірним ступенем перекриття. У цьому випадку будь-який полігон, що має перекриття з характеристикою понад 51 % площі полігону, вважається таким, що має ідеальне перекриття у 100 % цієї характеристики. У різних варіантах здійснення сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система визначає оптимальне перекриття для полігону на основі виміряного положення знаряддя на полігоні відносно характеристики. Наприклад, якщо полігон безпосередньо прилягає або містить подібний вектор до характеристики, сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система визначить, що полігон повинен оптимально перекривати характеристику на 100 %.

У різних варіантах здійснення сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система визначає вимірну врожайність культур у полігоні на основі формули розподілу маси, зваженої за площею. Наприклад, сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система може розбити полігон на окремі підполігони, щоб визначити врожайність гібридів на кожному з

підполігонів. У цьому випадку сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система може розділити полігони проходження відповідно до перекриття з різними характеристиками і визначити врожайність для кожного з підполігонів, коли кожен з підполігонів охоплює 100 % перекриття з певною характеристикою поля. Таким чином, сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система може контролювати польові дані на предмет помилок, спричинених фермером, і робити правильне визначення врожайності гібридів на конкретному полігоні проходження.

У різних варіантах здійснення полігон представлений структурою даних, доступною для сільськогосподарської інтелектуальної комп'ютерної системи. Наприклад, полігон може бути цифровим об'єктом даних, що має такі поля, як фізична площа, коефіцієнти перекриття характеристик та/або координатні дані, що представляють розташування і форму полігону. У різних варіантах здійснення елементи типу даних полігону можуть використовуватися для зміни способу, у який показники виводяться з полігону та застосовуються до нього. Наприклад, якщо кожен полігон має показник площі, що представляє квадрат довжини двовимірного полігону, то полігони з більшим значенням площі мають більший вплив на дані обробки, ніж полігони з меншою помилкою. Відповідно, сума значень перекриття для визначення коефіцієнта помилки обробки може бути зважена за полігоном, де полігони з більшою площею впливають на коефіцієнт помилки сильніше, ніж полігони з меншою площею.

3.4. ЗАСТОСУВАННЯ ЗГЕНЕРОВАНИХ МОДЕЛЕЙ ПОМИЛОК

На фіг. 10В зображено ілюстративну модель поля, що включає секційні польові дані, що відносяться до ступеня помилки, виміряної на полі, згідно з деякими варіантами здійснення. Як приклад, на фіг. 10В зображено кількісні рівні перекриття характеристик у конкретних полігонах проходження, визначені на основі складеної моделі на фіг. 10А. Як показано на фіг. 10В, певні полігони проходження були проаналізовані і перекриття було кількісно оцінено за допомогою сільськогосподарської інтелектуальної комп'ютерної системи. Наприклад, ідентифікатор 1010 перекриття відображає конкретні показники перекриття, пов'язані з полігоном проходження, ідентифікованим як ПОЛІГОН 5 у складеній моделі. Згідно з ідентифікатором 1010 перекриття, весь полігон проходження ПОЛІГОН 5 перекриває частину характеристичного ГІБРИДУ А і ГІБРИДУ В. Відповідний індикатор співвідношення показує пропорцію перекриття ГІБРИДУ А в ПОЛІГОНІ 5, рівну 0,78, і пропорцію перекриття ГІБРИДУ В в ПОЛІГОНІ 5, рівну 0,22.

У різних варіантах здійснення сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система використовує зібрані дані на кожному полігоні проходження для визначення загального коефіцієнта спричиненої помилки для другої обробки поля. Наприклад, сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система може використовувати формулу підсумовування всіх полігонів проходження для визначення загального коефіцієнта помилки на основі коефіцієнтів перекриття кожного полігону проходження. Одержаний в результаті показник може являти собою кількісний коефіцієнт спричиненої помилки однієї або більше обробок поля. Наприклад, сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система може інтерпретувати коефіцієнти перекриття для міноритарних характеристик для кожного полігону і повідомити середній коефіцієнт помилки для загального набору полігонів як коефіцієнт спричиненої помилки другої обробки.

У різних варіантах здійснення спричинена помилка використовується як окремий показник для визначення або модифікації іншого похідного коефіцієнта, наприклад, показника загальної врожайності. Наприклад, сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система може використовувати відомий коефіцієнт спричиненої помилки для обробки для модифікації загального показника врожайності, щоб врахувати помилку у виміряній врожайності культур. Таким чином, сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система може вважати, що обробка була більш ефективною, ніж свідчать дані про врожайність, оскільки спричинена помилка в застосуванні обробки вплинула на результати вимірювань.

У різних варіантах здійснення коефіцієнт спричиненої помилки через змішування обробки полігону або набору полігонів, що представляють виміряні результати обробки, може вказувати на загальний стан поля або обробки. Наприклад, конкретний коефіцієнт спричиненої помилки може призвести до того, що сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система класифікує полігон або поле як "забруднене", якщо коефіцієнт помилки перевищує певний поріг. Наприклад, наявність помилкового забруднення в обробці або полі може бути представлена рівнянням

$$C = \frac{1 - \sum_i f_{i,T}^2 \cdot A_i}{\sum_i f_{i,T}^2 \cdot A_i},$$

де C - коефіцієнт забруднення, підсумовування виконується для всіх полігонів збирання врожаю з індексом i , $f_{i,T}^2$ - частка (за площею) обробки, яка присутня в даному полігоні збирання врожаю з індексом i , A_i - площа даного полігону збирання врожаю з індексом i . Як приклад порогового значення, сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система може лише розпізнавати поля або обробки з коефіцієнтом забруднення вище 0,05 як такі, що забруднені помилкою.

У різних варіантах здійснення сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система використовує коефіцієнт забруднення для отримання та відображення унікального значення, що представляє фактичну врожайність зібраних культур під час обробки. Наприклад, одержана на досвіді врожайність обробки може бути представлена рівнянням

$$Y_T^{\text{experienced}} = (1 - C) \cdot Y_T + C \cdot Y_0,$$

де $Y_T^{\text{experienced}}$ - це отримана одержана на досвіді врожайність обробки, C - коефіцієнт забруднення, Y_T - неспостережувана фактична врожайність цільової обробки, що представляє інтерес, Y_0 - неспостережувана фактична врожайність інших обробок, які забруднюють результат врожайності цільової обробки. Одержана на досвіді врожайність являє собою врожайність від збирання врожаю відповідно до фактичних даних про обробку та врожай, згенерованих користувачем.

У різних варіантах здійснення сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система використовує коефіцієнт спричиненої помилки для зміни або пропонування змін в експлуатації поля в теперішній або майбутній час. Наприклад, сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система може визначити коефіцієнт спричиненої помилки як дані, що вказують на помилку GPS, і автоматично виконати або порекомендувати користувачеві виконати повторне калібрування можливостей GPS знаряддя. Зміни в роботі можуть надаватися оператору знаряддя в режимі реального часу. Наприклад, сільськогосподарське знаряддя може прийняти вказівку від сільськогосподарської інтелектуальної комп'ютерної системи про те, що під час обробки виявлено помилку, спричинену фермером, і дати вказівку оператору перекалібрувати обладнання або змінити напрямок руху на поворотній смузі. Наприклад, сільськогосподарське знаряддя може прийняти попереджувальний сигнал на бортовому комп'ютері, який чітко вказує оператору знаряддя, що знаряддя рухається в напрямку, який збільшує ризики забруднення, і що слід виконати повторне калібрування. В іншому прикладі сільськогосподарське знаряддя може прийняти символ попередження про погоду, який вказує на те, що вітер, що надходить, може призвести до забруднення операції збирання врожаю, і операція повинна бути тимчасово припинена.

У різних варіантах здійснення похідні дані, включаючи коефіцієнт спричиненої помилки, можуть бути використані для генерування та відображення графіків, щоб допомогти операторам знаряддя, сільськогосподарським дослідникам та "альфа"-тестувальникам, які розробляють та випробовують експериментальні методи обробки. Приклади графіків включають стовпчикові діаграми, гістограми, лінійні графіки або будь-які інші діаграми або графіки, які представляють похідні дані, описані в цьому документі. В одному з прикладів гістограма може вимірювати відсоток або фіксовану кількість полів, які забруднені в певному ступені відповідно до коефіцієнта забруднення.

У різних варіантах здійснення виміряні значення, похідні значення або інші дані, описані в цьому документі, можуть бути використані як частина системи машинного навчання, що працює в сільськогосподарській інтелектуальній комп'ютерній системі або в поєднанні з нею. Наприклад, система машинного навчання може бути розроблена та впроваджена як частина сільськогосподарської інтелектуальної комп'ютерної системи для визначення ефективності обробок на полі за допомогою різноманітних змінних умов. Одним із вхідних даних для моделі машинного навчання може бути розрахований коефіцієнт спричиненої помилки на основі обробок поля. Така модель машинного навчання може застосовувати різні коефіцієнти спричиненої помилки для визначення впливу помилки на загальну різницю врожайності при різних способах обробки.

Крім того, інформація про помилки і забруднення на полі може бути змодельована і

відображена на графіку, щоб суб'єкт міг переглянути результати вимірювання помилок. На фіг. 11A зображено ілюстративну графічну модель, що включає дані, пов'язані із забрудненням груп полів на основі помилок. Як показано на фіг. 11A, список 1100 графіків вибрано для генерування ВИГЛЯДУ ГІСТОГРАМИ, а список 1110 полів встановлено, щоб вказати, що ГРУПА ПОЛІВ 11A буде об'єктом гістограми. В результаті цього вибору генерується гістограма 1120, що представляє коефіцієнти забруднення полів з групи 11A. Вісь x гістограми представляє отримане значення забруднення на полі, а вісь y - загальну кількість полів у групі, що мають конкретне значення забруднення. Такий графік корисний для суб'єктів, які вивчають помилки на полях, щоб визначити загальні коефіцієнти помилок і частоту виникнення тих помилок, які призводять до забруднення.

На фіг. 11B зображено ілюстративну графічну модель, що включає дані, пов'язані із забрудненням груп полів на основі помилок. Як показано на фіг. 11B, список 1100 графіків встановлено в стан вибору генерації графіка сумарної діаграми для групи полів 11A. Як результат, у GUI пристрою 800 генерується сумарна діаграма 1130. Сумарна діаграма показує відсоток полів у групі, які мають конкретне значення забруднення. Вісь x графіка представляє значення забруднення, а вісь y графіка представляє відсоток полів, які мають конкретне значення забруднення.

4. ПРАКТИЧНІ ЗАСТОСУВАННЯ

У деяких варіантах визначення помилки і рекомендовані поправки використовуються як частина практичного застосування для управління агрономічним полем. Наприклад, сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система може використовувати значення забруднення і моделі для калібрування роботи сільськогосподарських знарядь і рекомендувати операції для зменшення помилки в майбутніх операціях. Згенеровані моделі можуть бути використані для генерування рекомендацій щодо управління сільськогосподарською діяльністю, як-от зміни в посіві, фертильності, боротьбі з бур'янами, зрошенні та/або збиранні врожаю культур.

У деяких варіантах сільськогосподарський інтелектуальний комп'ютер використовує значення забруднення для моніторингу в режимі реального часу або майже в реальному часі різних наборів забруднення, щоб оцінити загальний коефіцієнт помилки або коефіцієнт ефективності обробок, що виконуються на полі. Коефіцієнти та дата збору можуть бути скомпільовані з метою покращення майбутніх польових робіт. Наприклад, сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система може використовувати збережені цифрові моделі для ідентифікації основних факторів забруднення, як-от несправність обладнання, неправильне калібрування, погодні перешкоди, людська помилка, форма поля або будь-який інший фактор, який може вплинути на обробки, застосовані до поля. Потім сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система може рекомендувати або автоматично коригувати операції сільськогосподарських знарядь, щоб виправити помилки або забруднення, виявлені під час польових робіт протягом певного періоду часу.

У деяких варіантах сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система додатково забезпечує виконання рекомендацій щодо зменшення забруднення на агрономічному полі шляхом генерування одного або більше сценаріїв. Сценарії містять зчитувані комп'ютером команди, які при виконанні контролером застосунку змушують контролер застосунку керувати робочим параметром сільськогосподарського знаряддя на агрономічному полі, щоб застосувати обробку на випробувальній ділянці агрономічного поля у переглянутий спосіб. Сценарії можуть бути сконфігуровані відповідно до згенерованих моделей забруднення таким чином, щоб при виконанні сценаріїв одне або більше сільськогосподарських знарядь виконували коригування або повторні калібрування під час роботи на полі. Наприклад, моделі, отримані в результаті обробки поля, можуть вказувати на те, що помилка забруднення зростає експоненціально зі збільшенням швидкості вітру, перпендикулярного до напрямку збирання врожаю на полі. Тоді сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система може генерувати і реалізовувати сценарій для зміни курсу збирання врожаю збиральним знаряддям на ступінь, пропорційний перпендикулярній швидкості вітру, виявленій на полі в режимі реального часу.

У деяких варіантах здійснення сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система генерує покращене відображення, включаючи в нього очікувану помилку або коефіцієнти забруднення, які можуть відповідати роботі сільськогосподарського знаряддя, або фактичну помилку або коефіцієнти забруднення, виміряні на полі в режимі реального часу. Дисплей може містити картографічний дисплей, який використовує значення пікселів для позначення форм полігонів або моделей, що відповідають очікуваному забрудненню або забрудненню в режимі реального часу, яке відбувається на полі.

У деяких варіантах здійснення в сільськогосподарську інтелектуальну комп'ютерну систему

130 можуть бути додані команди для використання історичних або скоригованих дій або обробок, які сприяли забрудненню, для модифікації роботи знаряддя. Наприклад, команди можуть бути надіслані до сільськогосподарської інтелектуальної комп'ютерної системи 130, яка містить дані, що стосуються історичного коефіцієнта забруднення на полі. Історичні дані можуть

5 бути використані для прогнозування або аналізу тенденцій забруднення для визначення майбутніх калібрувань для операцій, які слід рекомендувати.

5. ПЕРЕВАГИ ОКРЕМИХ ВАРІАНТІВ ЗДІЙСНЕННЯ

Якщо розглядати специфікацію в світлі цього документу та його характер в цілому, це розкриття спрямоване на вдосконалення використання систем моніторингу та обробок для

10 вимірювання очікуваного або активного забруднення внаслідок обробок. Цей опис не має на меті охопити або стверджувати абстрактну модель аналізу даних, а скоріше практичне застосування комп'ютерів і датчиків для активних рекомендацій і зміни операцій сільськогосподарського знаряддя або обробки для зменшення забруднення і збільшення ефективної врожайності.

15 Виправляючи визначені забруднюючі дії, система додатково здатна підвищити точність, надійність і зручність польових обробок, а також збільшити загальну та ефективну врожайність культур. Таким чином, реалізація винаходу, описаного в цьому документі, може мати відчутні переваги в підвищенні агрономічної врожайності культури, зменшенні витрат ресурсів при управлінні культурою та/або поліпшенні самої культури.

20 6. РОЗШИРЕННЯ ТА АЛЬТЕРНАТИВИ

У наведеному вище описі варіанти здійснення описані з посиланням на численні конкретні деталі, які можуть відрізнятися від варіанта до варіанта реалізації. Опис і графічні матеріали, відповідно, слід розглядати в ілюстративному, а не в обмежувальному сенсі. Єдиним і винятковим показником обсягу розкриття і того, що заявники вважають обсягом розкриття, є

25 буквальний і еквівалентний обсяг формули винаходу, що впливає з цієї заявки, у тій конкретній формі, в якій вона подана, включаючи будь-які подальші виправлення.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

30 1. Реалізовуваний комп'ютером спосіб збору та використання виміряних польових даних як частини практичної реалізації системи виявлення та кількісної оцінки помилок в агрономічному полі, причому спосіб включає:

отримання сільськогосподарською інтелектуальною комп'ютерною системою перших даних агрономічної обробки, що містять першу модель обробки, причому перша модель обробки

35 містить щонайменше першу векторну характеристику поля та другу векторну характеристику поля, що представляє першу обробку, застосовану до поля;

отримання других даних агрономічної обробки, що містять другу модель обробки, причому друга модель обробки містить один або більше векторних полігонів, що представляють другу

40 обробку, застосовану до поля;

для кожного конкретного векторного полігону в одному або більше векторних полігонах визначення відносного ступеня перекриття першої векторної характеристики та відносного

ступеня перекриття другої векторної характеристики;

45 для кожного окремого векторного полігону в одному або більше векторних полігонах визначення відносного ступеня помилки на основі щонайменше відповідного відносного ступеня перекриття першої векторної характеристики та відповідного відносного ступеня перекриття другої векторної характеристики;

визначення за допомогою одного або більше векторних полігонів загального очікуваного результату загальної помилки другої обробки, застосованої до поля;

генерування графічного представлення загального очікуваного результату загальної помилки другої обробки, застосованої до поля, та передачу графічного представлення загального очікуваного результату загальної помилки другої обробки на пристрій відображення, щоб змусити пристрій відображення відображати за допомогою графічного інтерфейсу користувача графічне представлення загального очікуваного результату загальної помилки другої обробки.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що перші дані агрономічної обробки належать до

55 першої обробки поля;

причому перші дані агрономічної обробки включають одну або більше характеристик поля, які можуть бути змодельовані в позиційному та/або векторному форматі;

причому перша обробка включає кількість насіння, посіяного на полі за певною схемою;

причому посів певної кількості насіння на полі включає посів за допомогою сільськогосподарського знаряддя, що працює в полі, горизонтально або вертикально вирівняних рядів сільськогосподарського насіння;

причому кожен другий ряд посіяного насіння містить той самий гібридний рід або вид культури.

5 3. Спосіб за п. 2, який **відрізняється** тим, що другі дані агрономічної обробки належать до другої обробки поля;

причому другі дані агрономічної обробки включають схему проходження або обробки, застосованої до поля сільськогосподарським знаряддям;

10 причому схема проходження або обробки може стосуватися орієнтації характеристик першої обробки;

причому другі дані агрономічної обробки представляють позиційні дані сільськогосподарського знаряддя, що проходить полем в горизонтальному напрямку для збирання врожаю гібридних культур, висаджених на ньому під час першої обробки;

15 причому схема проходження другої обробки додатково характеризується регулярними або періодичними положеннями сільськогосподарського знаряддя на полі;

причому схема проходження належить до підкатегорії відповідно до одного або більше з наступних критеріїв: положення сільськогосподарського знаряддя, регулярний період часу роботи сільськогосподарського знаряддя або формування інтервальних полігонів, що генеруються під час проходження поля.

20 4. Спосіб за п. 3, який **відрізняється** тим, що сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система використовує перші дані агрономічної обробки та другі дані агрономічної обробки для визначення відмінностей між одним або більше місцеположеннями та однією або більше орієнтаціями характеристик та схеми проходження сільськогосподарського знаряддя.

25 5. Спосіб за п. 4, який **відрізняється** тим, що сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система визначає відмінності між одним або більше місцеположеннями та однією або більше орієнтаціями характеристик на основі загальної схеми проходження сільськогосподарського знаряддя.

30 6. Спосіб за п. 4, який **відрізняється** тим, що сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система визначає відмінність між одним або більше місцеположеннями та однією або більше орієнтаціями характеристик на індивідуальній геометричній основі для різних періодів та просторових векторів переміщення;

причому сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система визначає відмінність на основі ряду одного або більше векторних полігонів, що відповідають періодам проходження сільськогосподарського знаряддя;

35 причому полігон з одного або більше векторних полігонів представлений полігональними даними, які передають один або більше аспектів просторової області;

причому один або більше аспектів просторової області включає одне або більше зі схеми проходження, форми, порядку виконання робіт, обробки або будь-яких інших даних або дії, що виконується в просторовій області;

40 причому полігон з одного або більше векторних полігонів є замкненою формою, що представляє частину обробки, застосованої до поля;

причому дані полігону порівнюють з першими даними агрономічної обробки для визначення ступеня перекриття між позиційними характеристиками першої агрономічної обробки та окремого полігону.

45 7. Спосіб за п. 6, який **відрізняється** тим, що сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система використовує ступінь перекриття між полігоном проходження та характеристикою поля для визначення відносного коефіцієнта помилки, яка виникла під час другої обробки на полігоні проходження;

50 при цьому кожен полігон проходження, що належить до другої обробки, аналізується індивідуально або колективно для визначення ступеня перекриття між характеристиками поля в наборі полігонів проходження для визначення коефіцієнта помилки при застосуванні другої обробки;

55 причому сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система використовує визначені коефіцієнти помилки для визначення загального виміряного результату помилки обробки, застосованої до поля, або загального очікуваного результату помилки майбутньої обробки, застосованої до поля.

8. Щонайменше один постійний зчитуваний носій інформації, що зберігає команди, які при виконанні одним або більше обчислювальними пристроями змушують один або більше обчислювальних пристроїв виконувати:

отримання сільськогосподарською інтелектуальною комп'ютерною системою перших даних агрономічної обробки, що містять першу модель обробки, причому перша модель обробки містить щонайменше першу векторну характеристику поля та другу векторну характеристику поля, що представляє першу обробку, застосовану до поля;

5 отримання других даних агрономічної обробки, що містять другу модель обробки, причому друга модель обробки містить один або більше векторних полігонів, що представляють другу обробку, застосовану до поля;

для кожного конкретного векторного полігону в одному або більше векторних полігонах визначення відносного ступеня перекриття першої векторної характеристики та відносного ступеня перекриття другої векторної характеристики;

10 для кожного окремого векторного полігону в одному або більше векторних полігонах визначення відносного ступеня помилки на основі щонайменше відповідного відносного ступеня перекриття першої векторної характеристики та відповідного відносного ступеня перекриття другої векторної характеристики;

15 визначення за допомогою одного або більше векторних полігонів загального очікуваного результату загальної помилки другої обробки, застосованої до поля;

генерування графічного представлення загального очікуваного результату загальної помилки другої обробки, застосованої до поля, та передачу графічного представлення загального очікуваного результату загальної помилки другої обробки на пристрій відображення, щоб змусити пристрій відображення відображати за допомогою графічного інтерфейсу користувача графічне представлення загального очікуваного результату загальної помилки другої обробки.

9. Носій інформації за п. 8, який **відрізняється** тим, що перші дані агрономічної обробки належать до першої обробки поля;

причому перші дані агрономічної обробки включають одну або більше характеристик поля, які можуть бути змодельовані в позиційному та/або векторному форматі;

25 причому перша обробка включає кількість насіння, посіяного на полі за певною схемою; причому посів певної кількості насіння на полі включає посів за допомогою сільськогосподарського знаряддя, що працює в полі, горизонтально або вертикально вирівняних рядів сільськогосподарського насіння;

30 причому кожен другий ряд посіяного насіння містить той самий гібридний рід або вид культури.

10. Носій інформації за п. 9, який **відрізняється** тим, що другі дані агрономічної обробки належать до другої обробки поля;

причому другі дані агрономічної обробки включають схему проходження або обробки, застосованої до поля сільськогосподарським знаряддям;

35 причому схема проходження або обробки може стосуватися орієнтації характеристик першої обробки;

причому другі дані агрономічної обробки представляють позиційні дані сільськогосподарського знаряддя, що проходить полем в горизонтальному напрямку для збирання врожаю гібридних культур, висаджених на ньому під час першої обробки;

40 причому схема проходження другої обробки додатково характеризується регулярними або періодичними положеннями сільськогосподарського знаряддя на полі;

причому схема проходження належить до підкатегорії відповідно до одного або більше з наступних критеріїв: положення сільськогосподарського знаряддя, регулярний період часу роботи сільськогосподарського знаряддя або формування інтервальних полігонів, що генеруються під час проходження поля.

45 11. Носій інформації за п. 10, який **відрізняється** тим, що сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система використовує перші дані агрономічної обробки та другі дані агрономічної обробки для визначення відмінностей між одним або більше місцеположеннями та однією або більше орієнтаціями характеристик та схеми проходження сільськогосподарського знаряддя.

50 12. Носій інформації за п. 11, який **відрізняється** тим, що сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система визначає відмінності між одним або більше місцеположеннями та однією або більше орієнтаціями характеристик на основі загальної схеми проходження сільськогосподарського знаряддя.

13. Носій інформації за п. 11, який **відрізняється** тим, що сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система визначає відмінність між одним або більше місцеположеннями та однією або більше орієнтаціями характеристик на індивідуальній геометричній основі для різних періодів та просторових векторів переміщення;

причому сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система визначає відмінність на основі ряду одного або більше векторних полігонів, що відповідають періодам проходження сільськогосподарського знаряддя;

60

причому полігон з одного або більше векторних полігонів представлений полігональними даними, які передають один або більше аспектів просторової області;

причому один або більше аспектів просторової області включає одне або більше зі схеми проходження, форми, порядку виконання робіт, обробки або будь-яких інших даних або дії, що виконується в просторовій області;

причому полігон з одного або більше векторних полігонів є замкненою формою, що представляє частину обробки, застосованої до поля;

причому дані полігону порівнюють з першими даними агрономічної обробки для визначення ступеня перекриття між позиційними характеристиками першої агрономічної обробки та окремого полігону.

14. Носій інформації за п. 13, який **відрізняється** тим, що сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система використовує ступінь перекриття між полігоном проходження та характеристикою поля для визначення відносного коефіцієнта помилки, яка виникла під час другої обробки на полігоні проходження;

при цьому кожен полігон проходження, що належить до другої обробки, аналізується індивідуально або колективно для визначення ступеня перекриття між характеристиками поля в наборі полігонів проходження для визначення коефіцієнта помилки при застосуванні другої обробки;

причому сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система використовує визначені коефіцієнти помилки для визначення загального виміряного результату помилки обробки, застосованої до поля, або загального очікуваного результату помилки майбутньої обробки, застосованої до поля.

15. Система обробки даних, яка містить:

один або більше комп'ютерних процесорів;

носії інформації; та

команди, що зберігаються на носіях інформації, які при виконанні одним або більше комп'ютерними процесорами змушують один або більше комп'ютерних процесорів виконувати:

отримання сільськогосподарською інтелектуальною комп'ютерною системою перших даних агрономічної обробки, що містять першу модель обробки, причому перша модель обробки

містить щонайменше першу векторну характеристику поля та другу векторну характеристику поля, що представляє першу обробку, застосовану до поля;

отримання других даних агрономічної обробки, що містять другу модель обробки, причому друга модель обробки містить один або більше векторних полігонів, що представляють другу обробку, застосовану до поля;

для кожного конкретного векторного полігону в одному або більше векторних полігонах визначення відносного ступеня перекриття першої векторної характеристики та відносного ступеня перекриття другої векторної характеристики;

для кожного окремого векторного полігону в одному або більше векторних полігонах визначення відносного ступеня помилки на основі щонайменше відповідного відносного ступеня перекриття першої векторної характеристики та відповідного відносного ступеня перекриття другої векторної характеристики;

визначення за допомогою одного або більше векторних полігонів загального очікуваного результату загальної помилки другої обробки, застосованої до поля;

генерування графічного представлення загального очікуваного результату загальної помилки другої обробки, застосованої до поля, та передачу графічного представлення загального очікуваного результату загальної помилки другої обробки на пристрій відображення, щоб змусити пристрій відображення відображати за допомогою графічного інтерфейсу користувача графічне представлення загального очікуваного результату загальної помилки другої обробки.

16. Система за п. 15, яка **відрізняється** тим, що перші дані агрономічної обробки належать до першої обробки поля;

причому перші дані агрономічної обробки включають одну або більше характеристик поля, які можуть бути змодельовані в позиційному та/або векторному форматі;

причому перша обробка включає кількість насіння, посіяного на полі за певною схемою;

причому посів певної кількості насіння на полі включає посів за допомогою сільськогосподарського знаряддя, що працює в полі, горизонтально або вертикально вирівняних рядів сільськогосподарського насіння;

причому кожен другий ряд посіяного насіння містить той самий гібридний рід або вид культури.

17. Система за п. 16, яка **відрізняється** тим, що другі дані агрономічної обробки належать до другої обробки поля;

причому другі дані агрономічної обробки включають схему проходження або обробки, застосованої до поля сільськогосподарським знаряддям;
причому схема проходження або обробки може стосуватися орієнтації характеристик першої обробки;

- 5 причому другі дані агрономічної обробки представляють позиційні дані сільськогосподарського знаряддя, що проходить полем в горизонтальному напрямку для збирання врожаю гібридних культур, висаджених на ньому під час першої обробки;
причому схема проходження другої обробки додатково характеризується регулярними або періодичними положеннями сільськогосподарського знаряддя на полі;
- 10 причому схема проходження належить до підкатегорії відповідно до одного або більше з наступних критеріїв: положення сільськогосподарського знаряддя, регулярний період часу роботи сільськогосподарського знаряддя або формування інтервальних полігонів, що генеруються під час проходження поля.
18. Система за п. 17, яка **відрізняється** тим, що сільськогосподарська інтелектуальна
- 15 комп'ютерна система використовує перші дані агрономічної обробки та другі дані агрономічної обробки для визначення відмінностей між одним або більше місцеположеннями та однією або більше орієнтаціями характеристик та схеми проходження сільськогосподарського знаряддя.
19. Система за п. 18, яка **відрізняється** тим, що сільськогосподарська інтелектуальна
- 20 комп'ютерна система визначає відмінності між одним або більше місцеположеннями та однією або більше орієнтаціями характеристик на основі загальної схеми проходження сільськогосподарського знаряддя.
20. Система за п. 18, яка **відрізняється** тим, що сільськогосподарська інтелектуальна
- 25 комп'ютерна система визначає відмінність між одним або більше місцеположеннями та однією або більше орієнтаціями характеристик на індивідуальній геометричній основі для різних періодів та просторових векторів переміщення;
причому сільськогосподарська інтелектуальна комп'ютерна система визначає відмінність на основі ряду одного або більше векторних полігонів, що відповідають періодам проходження сільськогосподарського знаряддя;
причому полігон з одного або більше векторних полігонів представлений полігональними
- 30 даними, які передають один або більше аспектів просторової області;
причому один або більше аспектів просторової області включає одне або більше зі схеми проходження, форми, порядку виконання робіт, обробки або будь-яких інших даних або дії, що виконується в просторовій області;
причому полігон з одного або більше векторних полігонів є замкненою формою, що представляє
- 35 частину обробки, застосованої до поля;
причому дані полігону порівнюють з першими даними агрономічної обробки для визначення ступеня перекриття між позиційними характеристиками першої агрономічної обробки та окремого полігону.

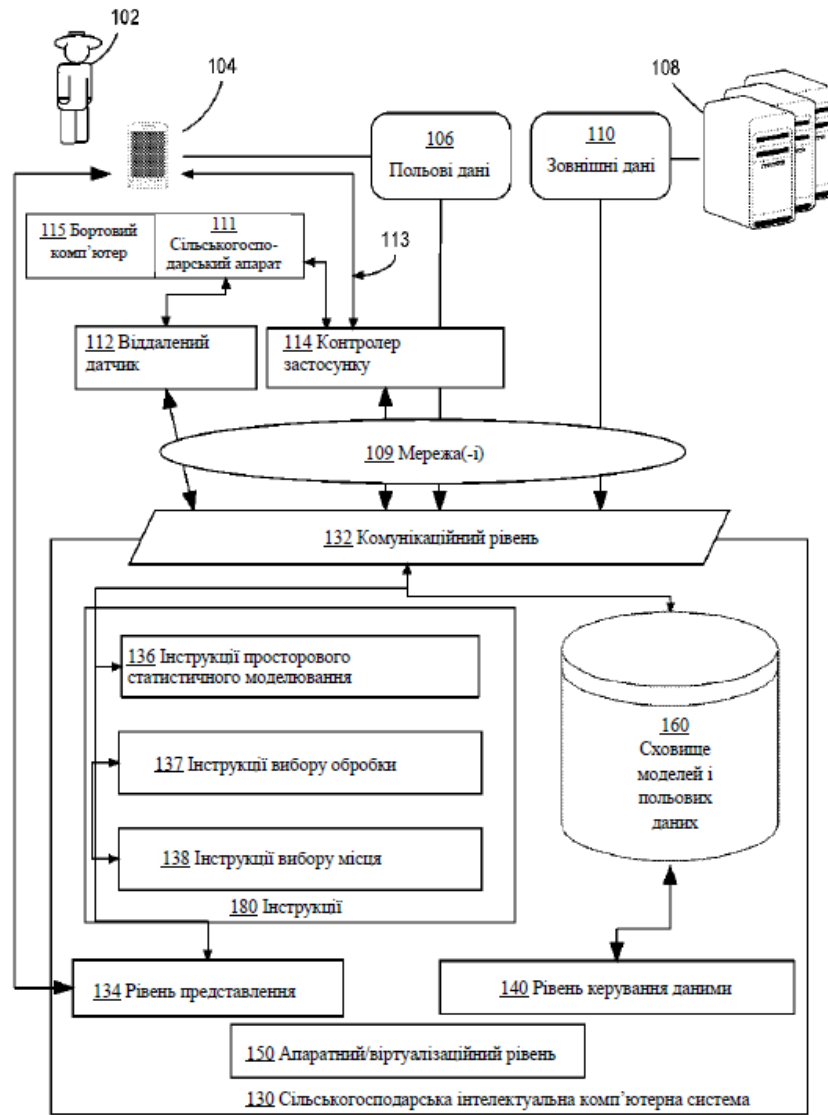
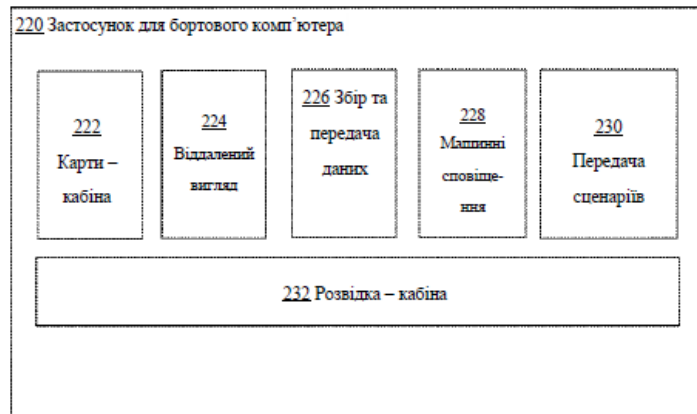


Fig. 1

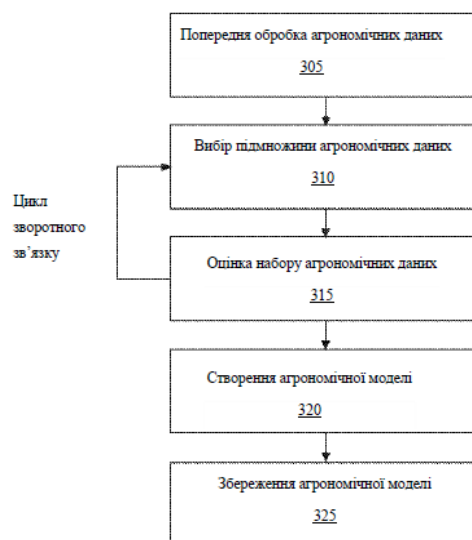
(a)



(b)



Фіг. 2



Фіг. 3

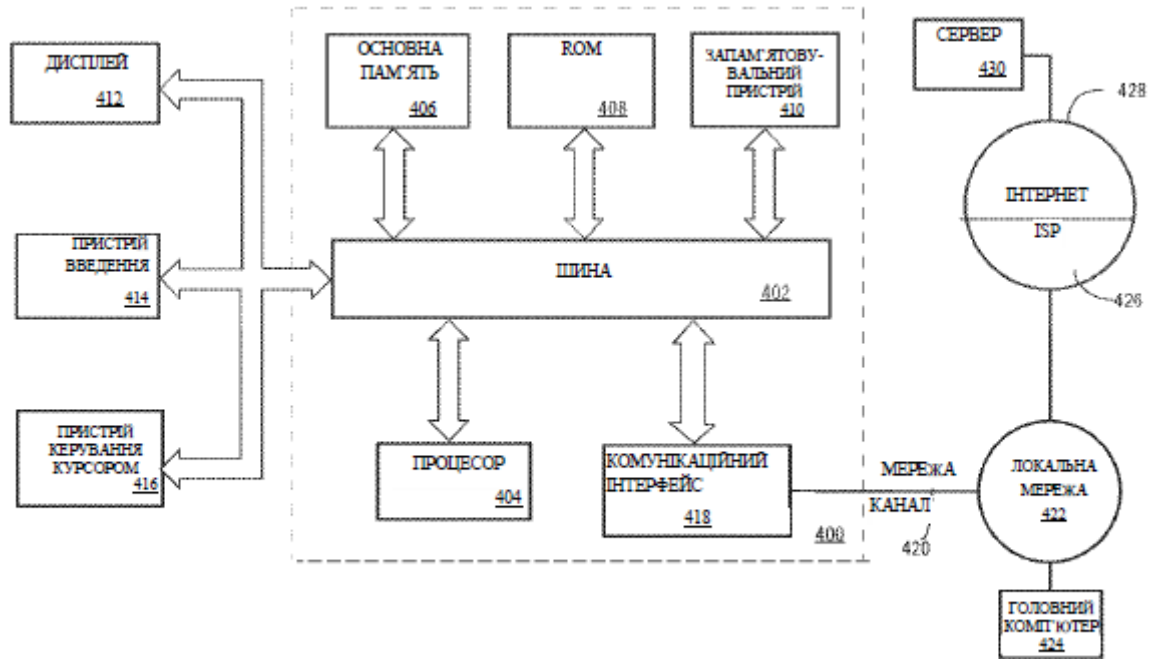


Fig. 4

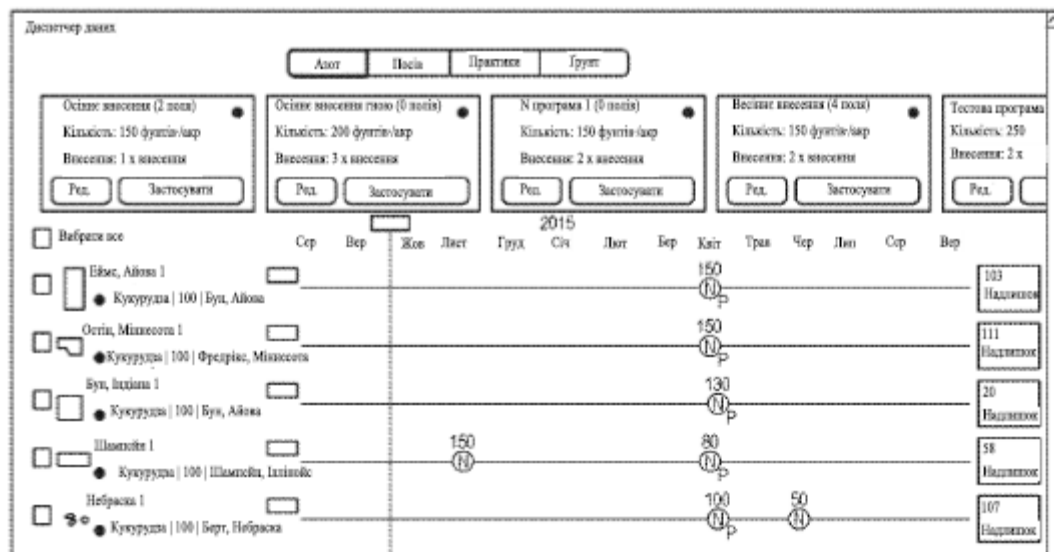


Fig. 5

Диспетчер даних

Асорт Посів Практики Грунт

Посів 1(4 паки)
Продукт: кукурудзяна култура
Дата посіву: 12.04.2016
ПЛУ 112 | Пол.: 34000
Ред. Застосувати

Посів 2(0 паки)
Продукт: кукурудзяна култура
Дата посіву: 2016-04-15
ПЛУ 83 | Пол.: 34000
Ред. Застосувати

Посів 3(0 паки)
Продукт: кукурудзяна култура
Дата посіву: 2016-04-13
ПЛУ 83 | Пол.: 34000
Ред. Застосувати

Посів 4(1 паки)
Продукт: кукурудзяна култура
Дата посіву: 2016-04-13
ПЛУ 112 | Пол.: 34000
Ред. Застосувати

+
Додати новий
план посіву

☐ Вибрати все	КУЛЬТУРА	ЗАСІЯНІ АЗРИ	ПРОДУКТ	ВІДНОСНА ЗРІЛІСТЬ	ЦІЛЬОВА ВРОЖАЙІСТЬ	ПОПУЛЯЦІЯ (СЕР.)	PLA	
☐ ☐	Ейвс, Айова 1 Кукурудза 100 Бун, Айова	Кукурудза	---	DMC82-M	112	160	34000	Кейт
☐ ☐	Остіс, Мінесота 1 Кукурудза 100 Фредрікс, Мінесота	Кукурудза	---	DMC82-M	114	100	36000	Кейт
☐ ☐	Бун, Індіана 1 Кукурудза 100 Бун, Айова	Кукурудза	---	DMC82-M	112	160	34000	Кейт
☐ ☐	Шампейн 1 Кукурудза 100 Шампейн, Іллінойс	Кукурудза	---	---	112	200	34000	Кейт
☐ ☐	Небраска 1 Кукурудза 100 Берт, Небраска	Кукурудза	---	---	112	160	34000	Кейт

Fig. 6

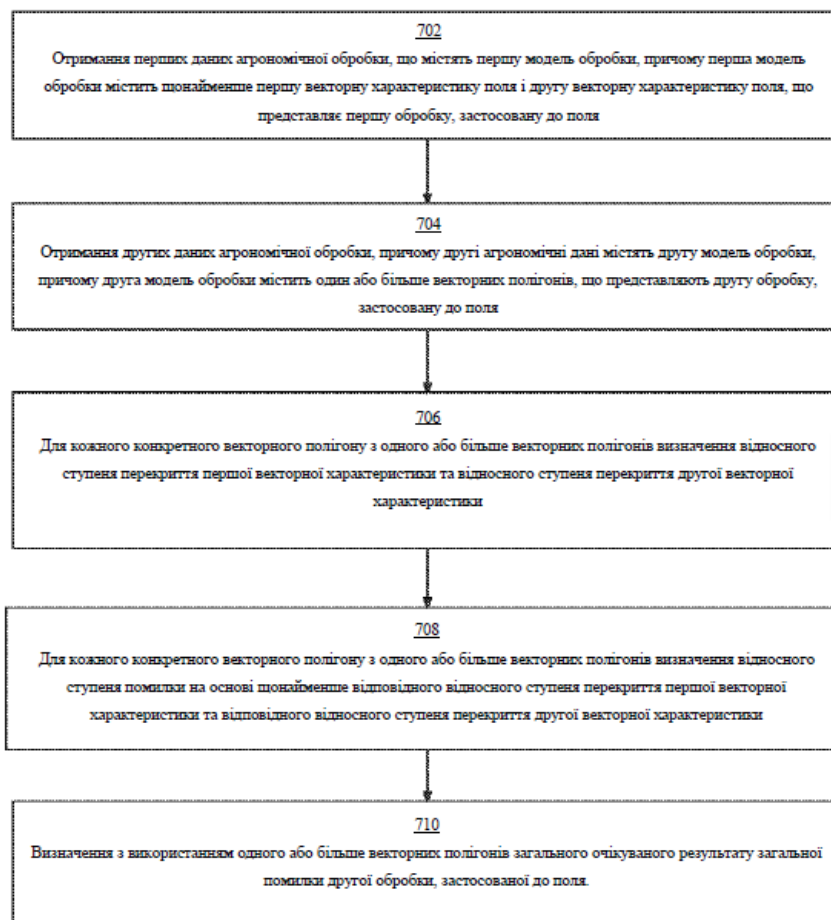


Fig. 7

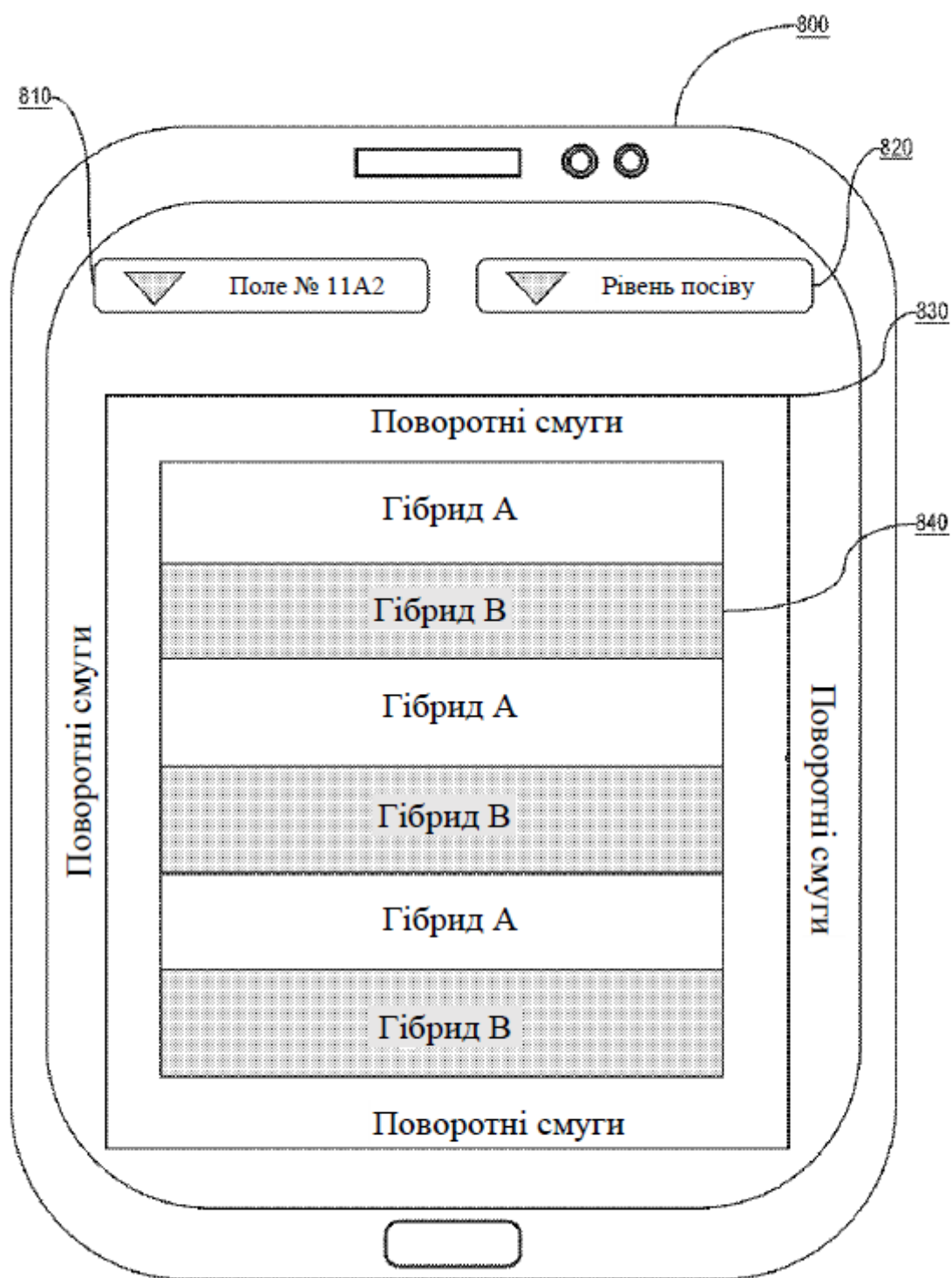


Fig. 8

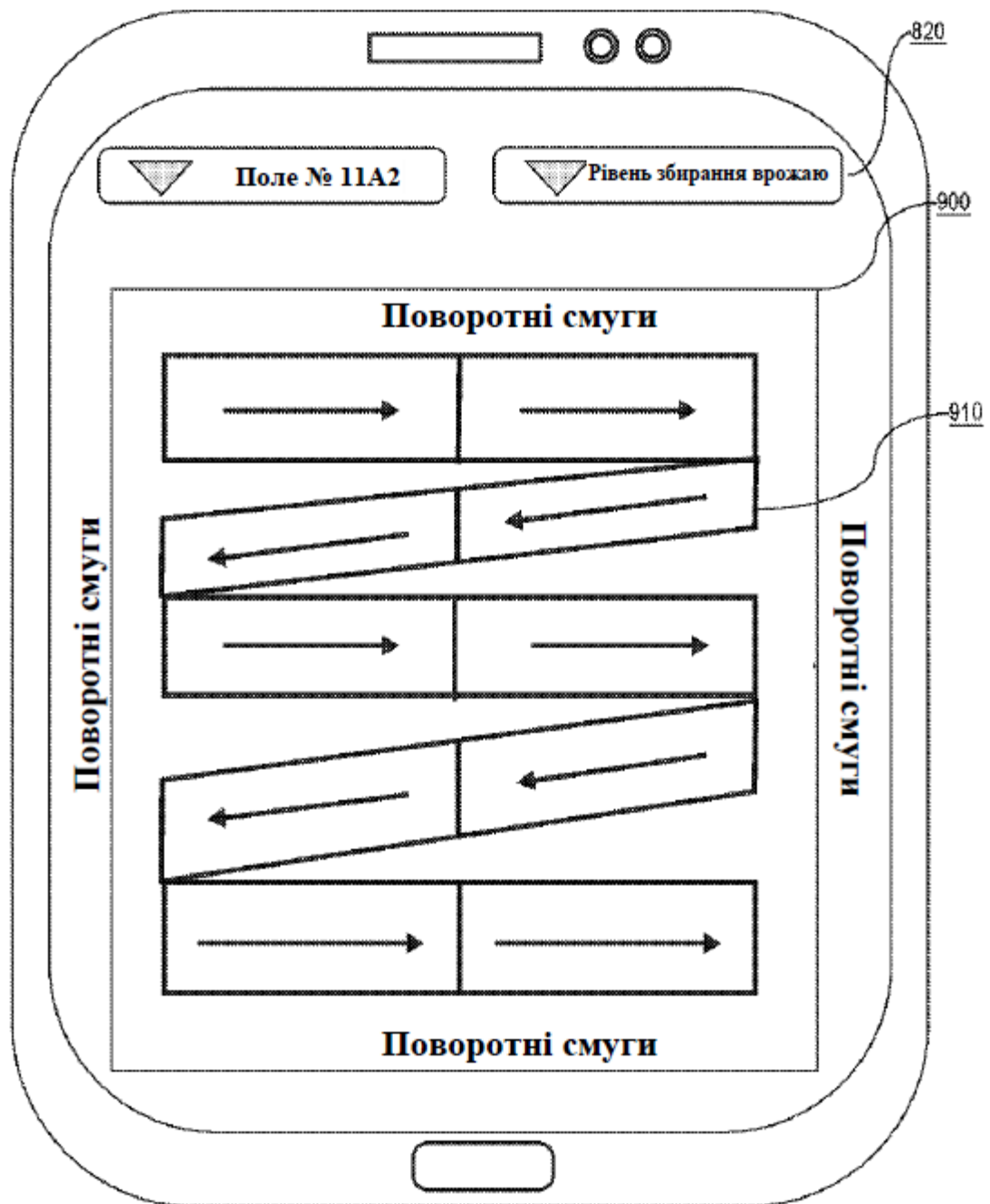


Fig. 9

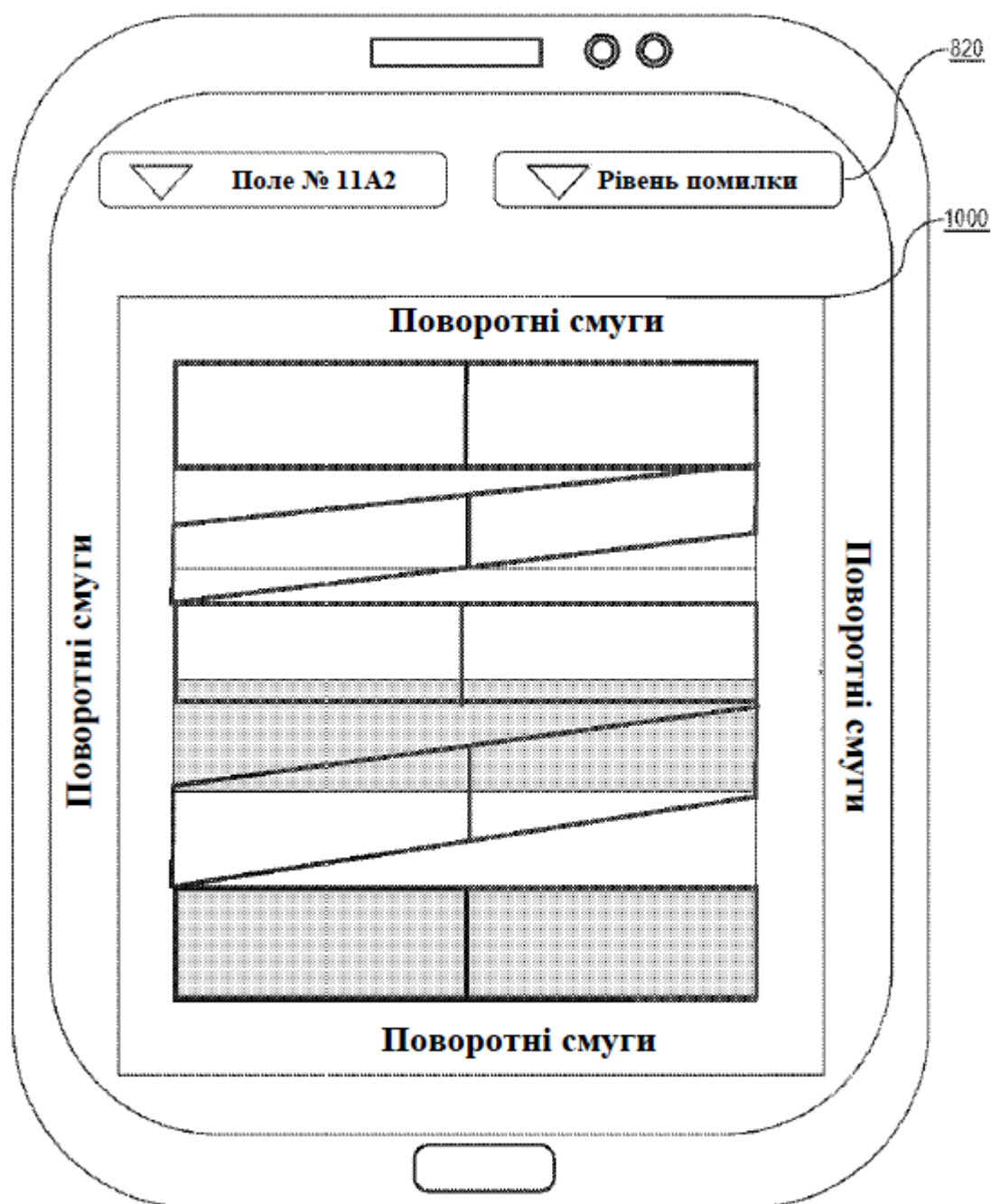
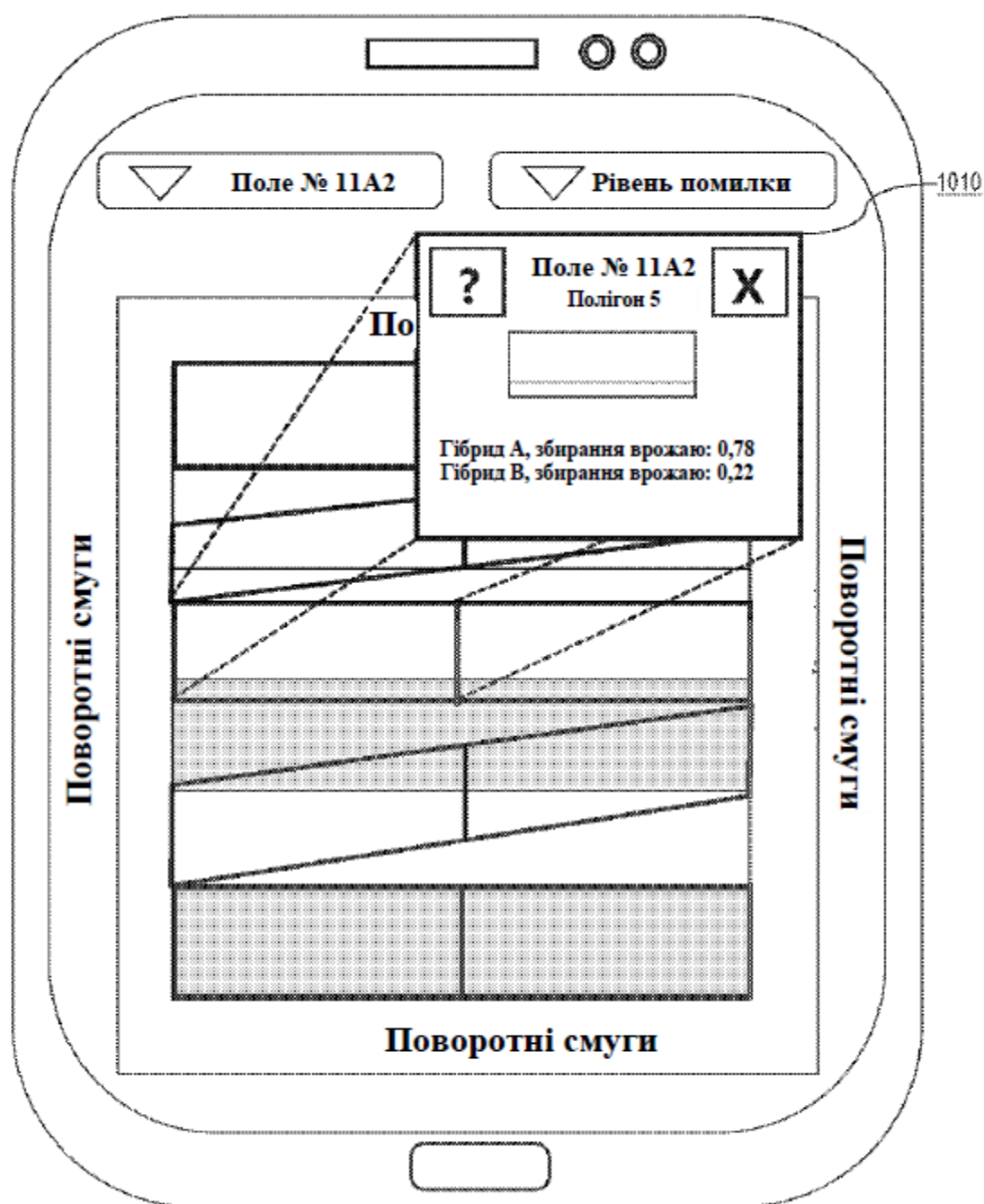


Fig. 10A



Фіг. 10В

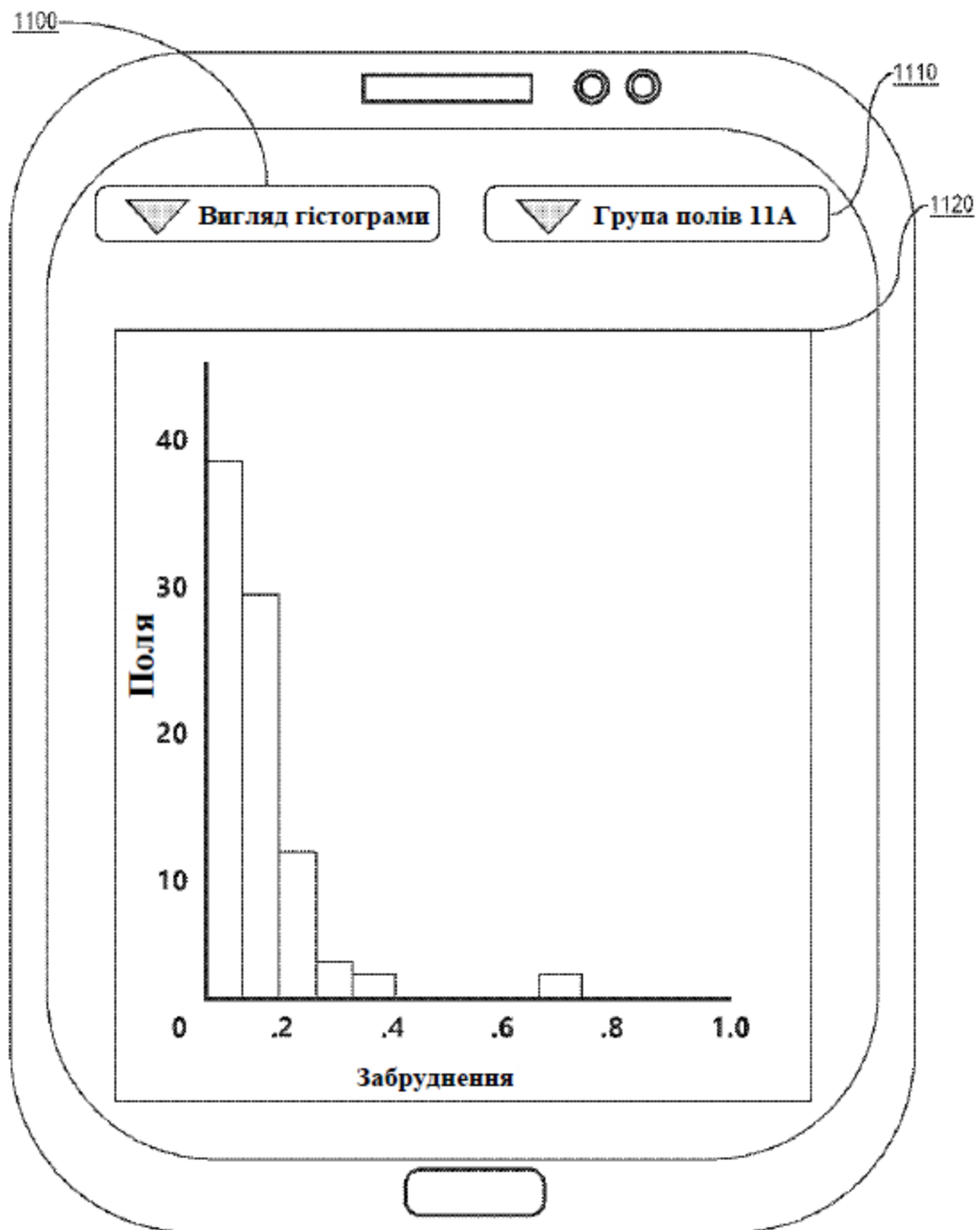


Fig. 11A

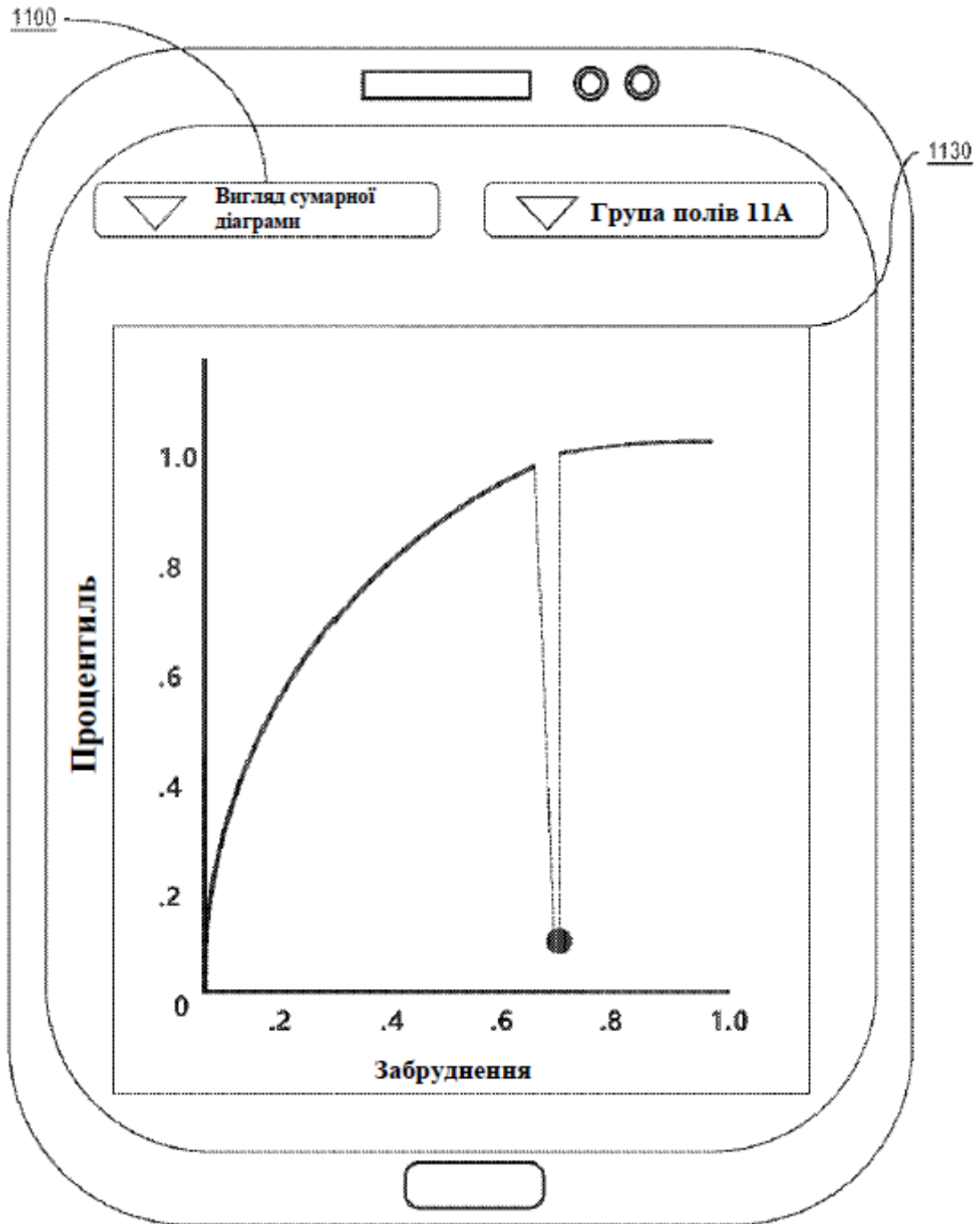


Fig. 11B