



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **123863** (13) **C2**  
(51) МПК  
**G01W 1/10** (2006.01)  
**G06F 17/18** (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ"

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

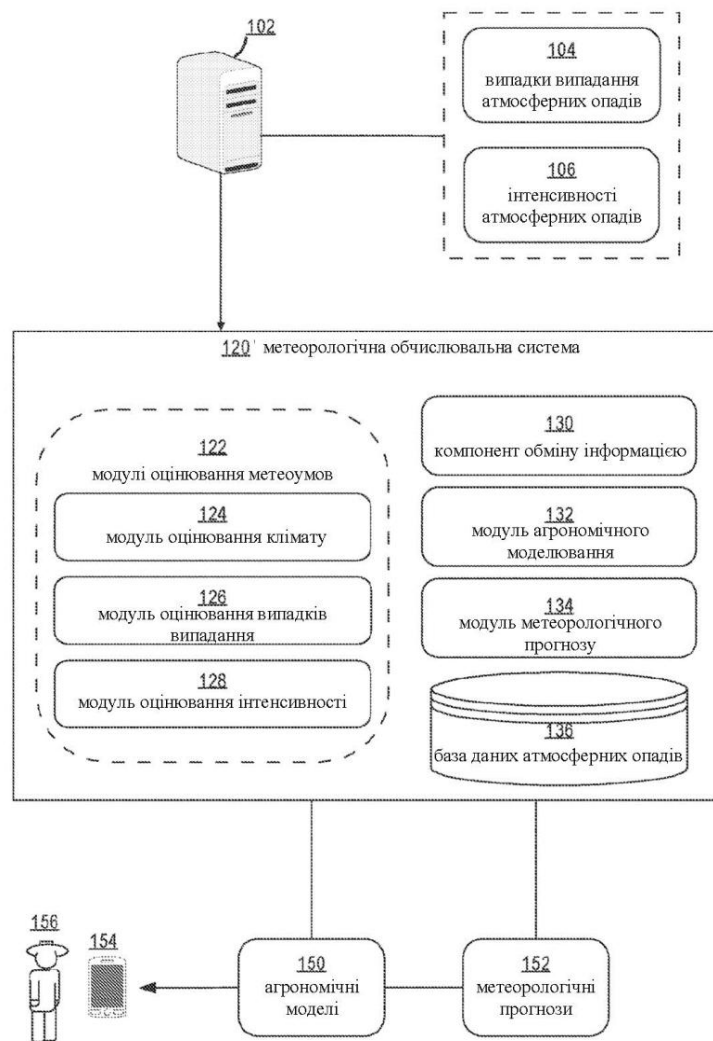
<b>(21)</b> Номер заявки: <b>а 2018 01415</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Кліман Алекс (US),</b> <b>Смол Тодд (US)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>26.04.2016</b>	<b>(73)</b> Володілець (володільці): <b>ЗЕ КЛАЙМЕТ КОРПОРЕЙШН,</b> 201 Third Street, Suite 1100, San Francisco, California 94103, United States of America (US)
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>17.06.2021</b>	<b>(74)</b> Представник: <b>Мамуня Олександр Сергійович, реєстр.</b> <b>№357</b>
<b>(31)</b> Номер попередньої заявки відповідно до Парижської конвенції: <b>14/798,256</b>	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою: MARTYN P. CLARK et al. Probabilistic Quantitative Precipitation Estimation in Complex Terrain. JOURNAL OF HYDROMETEOROLOGY, (20060201), vol. 7, no. 1, pages 3 - 22, XP 055288642
<b>(32)</b> Дата подання попередньої заявки відповідно до Парижської конвенції: <b>13.07.2015</b>	
<b>(33)</b> Код держави-учасниці Парижської конвенції, до якої подано попередню заявку: <b>US</b>	
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заявку: <b>10.10.2018, Бюл.№ 19</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>16.06.2021, Бюл.№ 24</b>	
<b>(86)</b> Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ <b>PCT/US2016/029388,</b> <b>26.04.2016</b>	

**(54) ПРЕДСТАВЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ ЩОДО АТМОСФЕРНИХ ОПАДІВ, ЩО БАЗУЄТЬСЯ НА ЗАСТОСУВАННІ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ**

**(57) Реферат:**

Запропоновано спосіб оцінювання значень атмосферних опадів та пов'язаних з ними невизначеностей. В одному варіанті здійснення винаходу метеорологічна обчислювальна система отримує записи про опади, що вказують на випадки випадання та інтенсивність атмосферних опадів у певних місцях. Метеорологічна обчислювальна система використовує інформацію вимірювальних приладів, щоб окремо створювати декілька реалізацій полів випадіння атмосферних опадів та полів інтенсивності атмосферних опадів. Метеорологічна обчислювальна система може моделювати випадки випадання атмосферних опадів, незалежно пропонуючи значення для кожної точки та використовуючи запропоновані значення для актуалізації всіх попередніх пропозицій. Метеорологічна обчислювальна система може моделювати інтенсивність атмосферних опадів шляхом моделювання просторової кореляції інтенсивності атмосферних опадів та вибірки з розподілень в кожному місці для визначення інтенсивності атмосферних опадів у кожному місці розташування. Потім метеорологічна обчислювальна система може поєднувати поля інтенсивності та випадків випадання атмосферних опадів в одному або декількох остаточних полях оцінювання.

UA 123863 C2



Фіг. 1

[0001] В цілому даний винахід відноситься до комп'ютерних систем, що успішно використовуються у кліматології та сільському господарстві. Більш конкретно, даний винахід відноситься до комп'ютерних систем, які запрограмовані для надання ймовірнісних великомасштабних оцінювань кількості атмосферних опадів у певних місцях розташування.

## 5 РІВЕНЬ ТЕХНІКИ

[0002] Випадки випадання атмосферних опадів та їх інтенсивність можуть мати значний вплив на виробників сільськогосподарської продукції. Дані щодо кількості атмосферних опадів можуть бути надзвичайно цінними для виробників сільськогосподарської продукції у прийнятті стратегічних рішень. Агрономічні моделі, що базуються на застосуванні комп'ютерної техніки, можуть спиратися на архівні дані спостережень атмосферних опадів, щоб створювати прогноз майбутніх атмосферних опадів.

[0003] Хоча дані щодо кількості атмосферних опадів є надзвичайно цінними, вони не завжди є загальнодоступними. Хоча в даний час багато районів контролюються за допомогою супутника або радіолокатора, деякі райони отримують лише поточні дані про кількість атмосферних опадів через дощові вимірювальні прилади у конкретних місцях розташування. Інші області, що в даний час вже контролюються за допомогою супутника або радіолокатора, раніше отримували дані про кількість атмосферних опадів лише через дощові вимірювальні прилади.

[0004] Через брак як архівних даних, так і поточних даних у деяких місцевостях, важливо створити достовірні розрахункові показники кількості атмосферних опадів у певних місцях розташування. Для оцінювання кількості атмосферних опадів у заданих точках можуть бути використані сучасні методи моделювання на основі спостережень вимірювальних приладів. Однак, сучасні методи моделювання мають різноманітні проблеми. По-перше, багато методів моделювання не враховують просторову кореляцію атмосферних опадів, а саме те, що ймовірність випадання атмосферних опадів у даному місці розташування різко зростатиме, якщо вимірювальні прилади, що знаходяться поблизу, фіксують атмосферні опади. По-друге, хоч сучасні моделі можуть оцінювати кількість атмосферних опадів у певних місцях розташування, створення крупномасштабних моделей, заснованих на широкому масиві спостережень, стає неефективним у обчислювальному відношенні. Нарешті, хоча багато методів моделювання можуть оцінювати кількість атмосферних опадів у певному місці, вони не можуть розповсюджувати ймовірнісні оцінювання. При створенні великомасштабних полів створення точних оцінювань стає ще більш складним, оскільки точкові оцінювання не включають помилку, що розповсюджується, і яка буде існувати в ймовірнісному оцінюванні.

## 35 КОРОТКИЙ ОПИС СУТІ ВИНАХОДУ

[0005] Формула винаходу, що додається, може виконувати функцію викладення сутності винаходу.

## СТИСЛИЙ ОПИС ГРАФІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

[0006] На графічних матеріалах:

[0007] Фіг. 1 ілюструє типову комп'ютерну систему, яка налаштована для оцінювання хронологічних показників атмосферних опадів.

[0008] Фіг. 2 ілюструє спосіб створення ефективного у обчислювальному відношенні поля випадку випадання атмосферних опадів.

[0009] Фіг. 3 ілюструє спосіб створення ефективного у обчислювальному відношенні поля інтенсивності атмосферних опадів.

[0010] Фіг. 4А зображує типову графічну карту Сполучених Штатів, яка ілюструє реалізовані із використанням комп'ютерних технологій методи використання місць розташування вимірювальних приладів для оцінювання ймовірності випадків випадання атмосферних опадів у першому місці розташування.

[0011] Фіг. 4В зображує другу типову графічну карту, що ілюструє реалізовані із використанням комп'ютерних технологій методи актуалізації місць розташування вимірювальних приладів на основі пропозиції у першому місці розташування.

[0012] Фіг. 4С зображує третю типову графічну карту, яка ілюструє реалізовані із використанням комп'ютерних технологій методи розповсюдження очікування FITC.

[0013] Фіг. 5 ілюструє комп'ютерну систему, на основі якої можуть бути реалізовані варіанти здійснення винаходу.

## 55 ДОКЛАДНИЙ ОПИС СУТІ ВИНАХОДУ

[0014] Для того, щоб забезпечити глибоке розуміння даного винаходу, у наступному описі, з метою пояснення, викладені численні конкретні деталі. Однак є очевидним, що варіанти здійснення винаходу можуть бути застосовані на практиці без цих конкретних деталей. В інших випадках добре відомі конструкції та пристрої показані у формі блок-схеми, щоб уникнути

небажаного привнесення чинника незрозумілості до даного винаходу. Опис наданий відповідно до наступної схеми:

Загальний огляд

Структурний огляд

5 Двоступенева модель

Випадки випадання атмосферних опадів

Розповсюдження очікування

Умовні цілком незалежні учбові розподілення

Інтенсивність атмосферних опадів

10 Звуження

Комбіновані поля

Використання даних

Метеорологічне прогнозування

Агрономічне застосування

15 Огляд апаратного забезпечення

Переваги деяких варіантів здійснення винаходу

Розширення та альтернативи

\*

[0015] ЗАГАЛЬНИЙ ОГЛЯД

20 [0016] Аспекти даного винаходу в цілому відносяться до реалізованих із використанням комп'ютерних технологій методів створення ймовірнісних оцінювань випадків випадання та інтенсивності атмосферних опадів на деталізованому рівні та у великому масштабі. В одному варіанті здійснення винаходу метеорологічна обчислювальна система отримує дані про атмосферні опади, що вказують на випадки випадання атмосферних опадів та інтенсивність

25 атмосферних опадів у багатьох місцях розташування. Метеорологічна обчислювальна система окремо оцінює ймовірність випадків випадання атмосферних опадів та ймовірнісне розподілення інтенсивності атмосферних опадів у певних місцях розташування для великої площі. Спочатку метеорологічна обчислювальна система створює поле випадків випадання, яке моделює вірогідність випадків випадання атмосферних опадів на основі результатів вимірювань

30 у багатьох місцях розташування. Потім метеорологічна обчислювальна система створює ймовірнісне розподілення, що моделює інтенсивність атмосферних опадів залежно від інтенсивностей опадів в сусідніх місцях розташування. Потім метеорологічна обчислювальна система будує ймовірнісні оцінювання для випадків випадання та інтенсивності атмосферних опадів у великому масштабі. Оцінювання формуються як цифрові дані, що зберігаються в електронному вигляді, і кожен з попередніх етапів способу може бути виконаний за допомогою

35 програмувальної комп'ютерної логіки.

[0017] В одному варіанті здійснення винаходу спосіб обробки даних включає у себе отримання, через комп'ютерну мережу, одного або декількох цифрових записів спостережень за атмосферними опадами, які містять багато цифрових значень даних, що представляють

40 інформацію про випадки випадання атмосферних опадів у першій сукупності місць розташування та інтенсивність атмосферних опадів у першій сукупності місць розташування; використовуючи цифрову програмувальну логіку у модулі оцінювання випадків випадання цифрового електронного метеорологічного комп'ютера, створення та зберігання у базі даних атмосферних опадів одного або декількох полів випадків випадання атмосферних опадів;

45 використовуючи цифрову програмувальну логіку у модулі оцінювання інтенсивності метеорологічного комп'ютера, створення та зберігання у базі даних атмосферних опадів одного або декількох полів інтенсивності атмосферних опадів; використовуючи цифрову програмувальну логіку у модулі оцінювання клімату, створення та зберігання в цифровому форматі остаточних оцінювань для випадків випадання та інтенсивності атмосферних опадів у

50 одному або багатьох місцях розташування другої сукупності місць розташування на основі одного або декількох полів випадків випадання атмосферних опадів та одного або декількох полів інтенсивності атмосферних опадів.

[0018] В одному варіанті здійснення винаходу модуль оцінювання випадків випадання створює одне або декілька полів випадків випадання атмосферних опадів шляхом: для першого

55 місця розташування другої сукупності місць розташування, створення ймовірнісного оцінювання випадків випадання атмосферних опадів у першому місці розташування, базуючись на сукупності значень даних, що представляють інформацію про випадки випадання атмосферних опадів у першій сукупності місць розташування; для кожного наступного місця розташування другої сукупності місць розташування: створення ймовірнісного оцінювання випадків випадання

60 атмосферних опадів у наступному місці розташування на основі випадків випадання

атмосферних опадів у першій сукупності місць розташування та однієї або декількох ймовірнісних оцінювань, що описують випадки випадання атмосферних опадів у одному або декількох інших місцях розташування другої сукупності місць розташування; актуалізація однієї або декількох ймовірнісних оцінювань випадків випадання атмосферних опадів у одному або декількох інших місцях розташування другої сукупності місць розташування на основі ймовірнісного оцінювання випадків випадання атмосферних опадів у наступному місці розташування.

[0019] В одному варіанті здійснення винаходу модуль оцінювання інтенсивності створює одне або декілька полів інтенсивності атмосферних опадів шляхом: для кожного місця розташування другої сукупності місць розташування: створення та зберігання одного або декількох значень даних, що описують співвідношення між інтенсивністю атмосферних опадів у місці розташування та інтенсивністю атмосферних опадів у одному або декількох інших місцях розташування другої сукупності місць розташування; створення та зберігання одного або декількох розподілів інтенсивності атмосферних опадів у місці розташування, включаючи цифровим чином обмежені розподілення за інтенсивністю атмосферних опадів у одному або декількох інших місцях розташування другої сукупності місць розташування та/або значення даних, що представляють інформацію про інтенсивність атмосферних опадів у першій сукупності місць розташування; виокремлення одного або декількох значень даних, що представляють інформацію про ймовірнісні оцінювання інтенсивності на основі одного або декількох значень даних, що описують взаємозв'язок та один або більше розподілів інтенсивності атмосферних опадів у місці розташування; виокремлення одного або декількох значень даних, що представляють ймовірнісні оцінювання інтенсивності, на основі одного або декількох значень даних, що описують взаємозв'язок та один або більше розподілів інтенсивності атмосферних опадів у місці розташування; об'єднання виокремленого одного або декількох значень даних у одне або декілька полів інтенсивності атмосферних опадів.

[0020] Інші конструктивні особливості та аспекти даного винаходу стануть очевидними з графічних матеріалів, опису та формули винаходу.

#### [0021] СТРУКТУРНИЙ ОГЛЯД

[0022] Фіг. 1 являє собою типову комп'ютерну систему, яка налаштована для оцінювання хронологічних значень атмосферних опадів, використовуючи метеорологічну обчислювальну систему.

[0023] В одному варіанті здійснення винаходу серверний комп'ютер 102 для обчислення атмосферних опадів зберігає або може мати доступ до випадків випадання 104 атмосферних опадів та інтенсивності 106 атмосферних опадів та з'єднаний із можливістю обміну інформацією із метеорологічним комп'ютером 120, який запрограмований або виконаний із можливістю створення агрономічних моделей 150 та метеорологічних прогнозів 152 для обміну інформацією з мобільними обчислювальними пристроями 154. Комп'ютер 102, система 120 та пристрій 154 можуть бути з'єднані із можливістю обміну інформацією безпосередньо або опосередковано через одну або декілька мереж або інтермереж. Комп'ютер 102 для обчислення атмосферних опадів виконаний із можливістю передачі значень даних, що представляють інформацію про випадки випадання 104 атмосферних опадів та інтенсивності 106 атмосферних опадів для сукупності місць розташування, до метеорологічної обчислювальної системи 120. Метеорологічна обчислювальна система 120 виконана із можливістю взаємодії із мобільним обчислювальним пристроєм 154, який може бути пов'язаний із користувачем 156. У додаткових варіантах здійснення винаходу метеорологічна обчислювальна система 120 також може бути виконана із можливістю взаємодії з одним або декількома іншими пристроями, такими як сервер прикладних програм, іншими кліматологічними обчислювальними системами або іншими сторонніми пристроями.

[0024] В одному варіанті здійснення винаходу метеорологічна обчислювальна система 120 запрограмована або включає у себе модулі 122 оцінювання метеоумов, компонент 130 обміну інформацією, модуль 132 агрономічного моделювання, модуль 134 метеорологічного прогнозу та базу даних 136 атмосферних опадів. Модулі 122 оцінювання метеоумов включають у себе модуль 124 оцінювання клімату, модуль 126 оцінювання випадків випадання та модуль 128 оцінювання інтенсивності. Конструкція та функціонування кожного з вищенаведених елементів додатково описується в інших розділах цього документа. Метеорологічна комп'ютерна система 120 також може включати у себе інші пристрої, компоненти або елементи комп'ютерної системи, такі як енергозалежний або енергонезалежний запам'ятовуючий пристрій, енергонезалежний пристрій зберігання, такий як диск, а також пристрої вводу/виводу або інтерфейси, як видно та описано, наприклад, при огляді Фіг. 5.

[0025] В одному варіанті здійснення винаходу модулі 122 оцінювання метеоумов зазвичай

виконані з можливістю або запрограмовані для виконання перетворення даних та зберігання даних, об'єднання даних та оцінювання атмосферних опадів. Модуль 124 оцінювання клімату зазвичай виконаний з можливістю або запрограмований для отримання полів випадків випадання атмосферних опадів від модуля 126 оцінювання випадків випадання та полів інтенсивності атмосферних опадів від модуля 128 оцінювання інтенсивності. Модуль 124 оцінювання клімату додатково виконаний з можливістю або запрограмований для створювання остаточних оцінювань, що базуються щонайменше частково на отриманих полях випадків випадання атмосферних опадів та полях інтенсивності атмосферних опадів. У варіантах здійснення винаходу модуль оцінювання клімату надсилає остаточні оцінювання до модуля 132 агрономічної моделі, модуля 134 метеорологічного прогнозу або бази даних 136 атмосферних опадів. Модуль 126 оцінювання випадків випадання зазвичай виконаний з можливістю або запрограмований для отримання випадків випадання 104 атмосферних опадів, створення одного або декількох полів випадків випадання атмосферних опадів на основі випадків випадання 104 атмосферних опадів та відправлення одного або декількох полів випадків випадання атмосферних опадів у модуль 124 оцінювання клімату, модуль 132 агрономічної моделі, модуль 134 метеорологічного прогнозу або базу даних 136 атмосферних опадів. Модуль 128 оцінювання інтенсивності зазвичай виконаний з можливістю або запрограмований для отримання інтенсивності 106 атмосферних опадів, створення одного або декількох полів інтенсивності атмосферних опадів на основі інтенсивності 106 атмосферних опадів та відправлення одного або декількох полів інтенсивності атмосферних опадів у модуль 124 оцінювання клімату, модуль 132 агрономічної моделі, модуль 134 прогнозу погоди або базу даних 136 атмосферних опадів.

[0026] Компонент 130 обміну інформацією зазвичай виконаний з можливістю або запрограмований для відправлення та отримання даних на одному або декількох обчислювальних пристроях. В одному варіанті здійснення винаходу компонент обміну інформацією виконаний з можливістю або запрограмований для здійснення винаходу запиту та отримання випадків випадання 104 атмосферних опадів та інтенсивності 106 атмосферних опадів від серверного комп'ютера 102 атмосферних опадів. Компонент 130 обміну інформацією також може бути зазвичай виконаний з можливістю або запрограмований для отримання запитів для агрономічних моделей 150 та метеорологічних прогнозів 152 від мобільного обчислювального пристрою 154 та для надсилання агрономічних моделей 150 та метеорологічних прогнозів 152 на мобільний обчислювальний пристрій 154. Крім того, компонент 130 обміну інформацією може бути зазвичай виконаний з можливістю або запрограмований для обміну інформацією з одним або декількома іншими обчислювальними пристроями, такими як сервер прикладних програм, інші кліматологічні обчислювальні системи або інші сторонні пристрої.

[0027] Модуль 132 агрономічної моделі зазвичай виконаний з можливістю або запрограмований для оцінювання та зберігання агрономічних даних, що відносяться до одного або декількох фізичних полів. Модуль 132 агрономічного моделювання може бути виконаний з можливістю або запрограмований для отримання полів випадків випадання атмосферних опадів від модуля 126 оцінювання випадків випадання, полів інтенсивності атмосферних опадів від модуля 128 оцінювання інтенсивності та остаточних оцінювань від модуля 124 оцінювання клімату. Модуль 132 агрономічної моделі може бути додатково виконаний із можливістю обчислення одного або декількох агрономічних значень даних для одного або декількох фізичних полів, базуючись, принаймні частково, на полях випадків випадання атмосферних опадів, полях інтенсивності атмосферних опадів або остаточних оцінюваннях. Крім того, модуль 132 агрономічного моделювання може бути виконаний з можливістю або запрограмований для отримання метеорологічних прогнозів від модуля 134 метеорологічного прогнозу, та для обчислення одного або декількох значень агрономічних даних, базуючись щонайменше частково на метеорологічних прогнозах. Модуль 132 агрономічного моделювання може створювати одну або декілька агрономічних моделей 150, що містять одне або декілька значень агрономічних даних для одного або декількох фізичних полів, та відправляти одну або декілька агрономічних моделей 150 у мобільний обчислювальний пристрій 154.

[0028] Модуль 134 метеорологічного прогнозу зазвичай виконаний з можливістю або запрограмований для оцінювання поточних або майбутніх даних щодо атмосферних опадів. Модуль 134 метеорологічного прогнозу може бути виконаний з можливістю або запрограмований для отримання полів випадків випадання атмосферних опадів від модуля 126 оцінювання випадків випадання, полів інтенсивності атмосферних опадів від модуля 128 оцінювання інтенсивності та остаточних оцінювань від модуля 124 оцінювання клімату. Модуль 134 метеорологічного прогнозу може оцінювати поточні або майбутні дані щодо атмосферних

опадів, базуючись щонайменше частково на полях інтенсивності атмосферних опадів, полях випадків випадання атмосферних опадів або остаточних оцінюваннях. Модуль 134 метеорологічного прогнозу може об'єднувати прогнозовані поточні або майбутні дані щодо атмосферних опадів у метеорологічні прогнози 152. Модуль 134 метеорологічного прогнозу

може відсилати метеорологічні прогнози 152 до модулю 132 агрономічної моделі або мобільного обчислювального пристрою 154. Модуль 134 метеорологічного прогнозу також може зберігати метеорологічні прогнози 152 для перевірки достовірності способів моделювання, що використовуються для створення полів випадків випадання атмосферних опадів, полів інтенсивності атмосферних опадів або остаточних оцінювань.

[0029] База даних 136 атмосферних опадів може бути виконана з можливістю або запрограмована для зберігання даних, що стосуються атмосферних опадів. База даних 136 атмосферних опадів може зберігати випадки випадання 104 атмосферних опадів, інтенсивність 106 атмосферних опадів, поля інтенсивності атмосферних опадів, поля випадків випадання атмосферних опадів та остаточні оцінювання. Для полегшення доступу дані щодо атмосферних опадів у базі даних 136 атмосферних опадів можуть бути згруповані за часом, місцем розташування та/або ознакою, чи відносяться дані щодо атмосферних опадів до випадків випадання або інтенсивності. Термін "база даних", що використовується у даному документі, може відноситися або до масиву даних, або до системи керування реляційними базами даних (RDBMS), або до обох. База даних, що використовується у даному документі, може містити будь-який набір даних, включаючи ієрархічні бази даних, реляційні бази даних, бази даних неструктурованих файлів, об'єктно-реляційні бази даних, об'єктно-орієнтовані бази даних та будь-який інший структурований набір записів або даних, що зберігаються в комп'ютерній системі. Приклади RDBMS включають у себе, але не обмежуються перерахованими: Oracle® Database, MySQL, IBM® DB2, Microsoft® SQL Server, Sybase® та PostgreSQL. Разом з цим, може бути використана будь-яка база даних, що дозволяє використовувати системи та способи, описані у даному документі.

[0030] З метою ілюстрування чіткого прикладу, на Фіг. 1 показана обмежена кількість екземплярів певних функціональних елементів. Проте в інших варіантах здійснення винаходу може бути будь-яка кількість таких елементів. Наприклад, варіанти здійснення винаходу можуть використовувати тисячі або мільйони різних мобільних обчислювальних пристроїв 154, пов'язаних з різними користувачами. Крім того, система 120 та серверний комп'ютер 102 можуть бути реалізовані за допомогою двох або більшої кількості процесорів, ядер, кластерів або екземплярів фізичних машин або віртуальних машин, налаштованих у дискретних місцях розташування або спільно з іншими елементами в Дата-центрі, який може бути спільним обчислювальним об'єктом або використовувати "хмарну" обробку даних.

[0031] Кожний з модулів 122 оцінювання метеоумов, модуль 132 агрономічної моделі та модуль 134 метеорологічного прогнозу із використанням однієї або декількох комп'ютерних програм або інших програмних елементів, які завантажуються та виконуються з використанням одного або декількох комп'ютерів загального призначення, логічних пристроїв, реалізованих у матрицях логічних елементів із експлуатаційним програмуванням (FPGA) або спеціалізованих інтегральних схемах (ASIC). Хоча Фіг. 1 зображує модулі 122 оцінювання метеоумов, модуль 132 агрономічної моделі та модуль 134 метеорологічного прогнозу в одній обчислювальній системі, в різних варіантах здійснення винаходу модулі 122, 132 та 134 працюють на декількох обчислювальних системах.

[0032] В одному варіанті здійснення винаходу реалізація функцій, описаних у даному документі для модулів 122 оцінювання метеоумов, модуля 132 агрономічної моделі та модуля 134 метеорологічного прогнозу із використанням однієї або декількох комп'ютерних програм або інших елементів програмного забезпечення, які завантажуються та виконуються з використанням одного або декількох комп'ютерів загального призначення призводять до налаштування комп'ютерів загального призначення як певної машини або комп'ютера, спеціально адаптованого для виконання описаних у даному документі функцій. Крім того, кожна із схем послідовності операцій, описаних далі у даному документі, може виконувати функції алгоритмів, планів або директив, які можуть бути використані для програмування комп'ютера або логічного пристрою для реалізації описаних функцій.

[0033] Метеорологічна обчислювальна система 120 може обмінюватися інформацією з мобільним обчислювальним пристроєм 154 та серверним комп'ютером 102 атмосферних опадів через компонент 130 обміну інформацією використовуючи одну або декілька комп'ютерних мереж. Мережа (мережі) може бути реалізована будь-яким середовищем або механізмом, який забезпечує обмін даними між різними елементами, показаними на Фіг. 1. Приклади включають у себе одну або декілька локальних обчислювальних мереж (LAN), глобальних обчислювальних

мереж (WAN) або інтермереж, які використовують наземні, супутникові та бездротові канали зв'язку. Різні елементи, показані на Фіг. 1, також можуть мати безпосередні (дротові або бездротові) канали обміну інформацією.

[0034] В одному варіанті здійснення винаходу користувач 156 взаємодіє із метеорологічною обчислювальною системою 120 використовуючи мобільний обчислювальний пристрій 154, з налаштованими операційною системою та однією або декількома прикладними програмами або додатками користувача. Мобільний обчислювальний пристрій 154 може бути смартфоном, КПК, планшетним комп'ютером, ноутбуком або будь-яким іншим обчислювальним пристроєм, здатним передавати та отримувати інформацію, та виконувати функції, описані у даному документі. Мобільний обчислювальний пристрій 154 може здійснювати обмін інформацією через мережу за допомогою відповідного способу взаємодії, включаючи прикладну програму користувача, яка зберігається на мобільному обчислювальному пристрої 154.

[0035] Через мережу прикладна програма користувача може надавати функціональні можливості, які виконуються на стороні сервера, до одного або декількох мобільних обчислювальних пристроїв. У типовому варіанті здійснення винаходу мобільний обчислювальний пристрій 154 може отримати доступ до прикладної програми користувача через веб-клієнт або програмний клієнт. Мобільний обчислювальний пристрій 154 може передавати дані до та отримувати дані від одного або декількох серверів переднього плану. У типовому варіанті здійснення винаходу дані можуть приймати форму запитів та введення інформації користувача, наприклад даних, що відносяться до поля, до мобільного обчислювального пристрою. У деяких варіантах здійснення винаходу прикладна програма користувача взаємодіє з програмним забезпеченням відстеження на мобільному обчислювальному пристрої 154, яке визначає місце розташування мобільного обчислювального пристрою 154 за допомогою стандартних методів відстеження, таких як багатопозиційне спостереження радіосигналів, глобальна система позиціонування (GPS), системи позиціонування WiFi або інші способи мобільного позиціонування.

[0036] В одному варіанті здійснення винаходу серверний комп'ютер 102 атмосферних опадів містить інформацію щодо випадків випадання атмосферних опадів 104 та інтенсивності 106 атмосферних опадів. Випадки випадання 104 атмосферних опадів та інтенсивності 106 атмосферних опадів можуть бути представлені одним значенням даних або декількома значеннями даних для сукупності місць розташування протягом певного періоду часу. Наприклад, єдине значення даних може вказувати на те, що 14 березня 2015 року у м. Сан-Франциско випало 9 міліметрів опадів. У цьому випадку значення даних про інтенсивність атмосферних опадів може бути 9 мм, тоді як показник випадків випадання атмосферних опадів може становити 1, де значення даних 0 буде означати відсутність атмосферних опадів, а значення даних 1 означатиме наявність атмосферних опадів. Серверний комп'ютер 102 атмосферних опадів може отримувати дані щодо атмосферних опадів від багатьох датчиків, пристроїв або комп'ютерів із сукупності місць розташування.

#### [0037] ВИКОРИСТАННЯ ДВОСТУПЕНЕВОЇ МОДЕЛІ

[0038] Описані у даному документі підходи можуть бути використані для створення оцінювань атмосферних опадів у великих масштабах для місць розташування, для яких відсутні дані щодо атмосферних опадів, для покращення оцінювань атмосферних опадів для місць розташування, для яких відсутні дані щодо атмосферних опадів та/або для створення оцінювань у великих масштабах для періодів часу, коли недоступні розширені дані щодо атмосферних опадів.

[0039] В одному варіанті здійснення винаходу реалізований із використанням комп'ютерних технологій двоступеневий підхід моделювання використовується для того, щоб окремо оцінювати ймовірність випадків випадання атмосферних опадів та вірогідну інтенсивність атмосферних опадів на великій площі. Оцінювання випадків випадання атмосферних опадів окремо від інтенсивності атмосферних опадів дозволяє метеорологічній обчислювальній системі 120 створювати більш точні та ефективні у обчислювальному відношенні оцінювання. Наприклад, оцінювання інтенсивності, що базуються на сусідніх місцях розташування, більш вірогідно показує ненульову інтенсивність, якщо в будь-якому з сусідніх місць розташування відображається ненульова інтенсивність опадів. Це призведе до моделі, яка надає завищені передбачення випадків випадання атмосферних опадів. Крім того, відокремлення оцінювань випадків випадання від оцінювання інтенсивності дозволяє метеорологічній обчислювальній системі 120 брати до уваги пояснювальні змінні, які мають більший вплив на одну модель ніж на іншу. Наприклад, висота над рівнем моря може мати менший вплив на оцінювання випадків випадання атмосферних опадів, ніж на оцінювання інтенсивності атмосферних опадів. Таким чином, модель випадків випадання атмосферних опадів матиме меншу залежність від змінної



висоти над рівнем моря, ніж оцінювання інтенсивності. Кожен з двох етапів може бути реалізований або запрограмований за допомогою функціональних модулів, показаних на Фіг. 1 та/або програм, що виконують процеси, показані на Фіг. 2, Фіг. 3, та як далі описано у даному документі.

#### 5 [0040] ВИПАДКИ ВИПАДАННЯ

[0041] Фіг. 2 являє собою блок-схему послідовності операцій способу створення ефективного у обчислювальному відношенні поля випадків випадання атмосферних опадів. Фіг. 2 може представляти собою алгоритм або керівництво із програмування для програмування модуля 126 оцінювання випадків випадання, у якості прикладу.

10 [0042] На етапі 202 модуль 126 оцінювання випадків випадання отримує архівні дані спостережень випадків випадання атмосферних опадів у сукупності місць розташування. Архівні дані спостережень можуть бути отримані шляхом запиту до однієї або декількох баз даних, інформаційних архівів або інших комп'ютерів, які зберігають інформацію щодо випадків  
15 випадання 104 атмосферних опадів на хронологічній основі, і можуть бути отримані у вигляді цифрових записів даних у електронних повідомленнях. Архівні дані спостережень можуть приймати бінарну форму, яка являє собою або випадки випадання атмосферних опадів, або відсутність атмосферних опадів. Як альтернатива, архівні дані спостережень можуть бути лише у вигляді інтенсивності атмосферних опадів. Модуль 126 оцінювання випадків випадання може  
20 бути виконаний з можливістю або запрограмований для перетворення значень даних інтенсивності у бінарну форму, яка відображає або випадки випадання атмосферних опадів, або відсутність атмосферних опадів. Наприклад, всі ненульові значення інтенсивності атмосферних опадів можуть бути перетворені на одиницю. В інших варіантах здійснення винаходу значення інтенсивності атмосферних опадів також використовуються для визначення ймовірності випадків випадання атмосферних опадів у різних місцях розташування.

25 [0043] Модуль 126 оцінювання випадків випадання може спочатку визначити, що атмосферні опади залежать від прихованого поля гаусового процесу, що параметризується середнім вектором та коваріаційною матрицею. Гладке поле може містити порогове значення, таке, що будь-які значення, що перевищують порогове значення, вказують на атмосферні опади, а будь-які значення нижче порогового значення свідчать про відсутність атмосферних  
30 опадів. У варіанті здійснення винаходу сигмоїдальна функція відгуку застосовується до гладкого гаусового розподілення для перетворення значень розподілення до діапазону між нулем і одиницею, тим самим створюючи ймовірнісні оцінювання випадків випадання опадів. Наприклад, якщо оцінювання прихованого гаусового поля для Сан-Франциско має середнє значення 0,6 з однією стандартною невизначеністю відхилення у 0,1, то після перетворення гаусового розподілення з сигмоїдальною функцією, такою як кумулятивна гаусова функція, передбачувана ймовірність опадів становить 73% із довірчим інтервалом для довірчої вірогідності 95% від 66% до 79%. Такий самий процес може бути повторений для кожної точки в межах поля випадків випадання атмосферних опадів. Отримані значення можуть бути  
35 збережені в основному запам'ятовуючому пристрої системи 120 або у записах у базі даних 136 атмосферних опадів.

[0044] Ймовірність випадання атмосферних опадів в одному місці розташування може значною мірою залежати від ймовірності випадання атмосферних опадів у будь-якому іншому місці розташування. Замість того, щоб використовувати як основу ймовірності випадання атмосферних опадів зафіксовані випадки випадання атмосферних опадів, які існують у певних  
45 місцях розташування, у варіанті здійснення винаходу враховується ймовірність випадання атмосферних опадів у будь-якому іншому місці розташування.

#### [0045] РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ОЧІКУВАННЯ

[0046] В одному варіанті здійснення винаходу модуль 126 оцінювання випадків випадання запрограмований з використанням методів розповсюдження очікування для побудови  
50 апроксимації поля великого масштабу, що описує ймовірність випадання атмосферних опадів у певному місці розташування на основі усіх сусідніх місць розташування. Розповсюдження очікування становить собою апроксимацію до ймовірності, вірогідності спостереження за моделлю і параметрами основного прихованого гаусового поля, яке залежить від ітераційної апроксимованої ймовірності в кожному спостереженому місці розташування.

55 [0047] На етапі 204 оцінюється апроксимація до ймовірності випадків випадання атмосферних опадів у першому місці розташування, на основі ймовірності випадання атмосферних опадів у гаусовому полі в першому місці розташування та спостережень за атмосферними опадами в місцях спостереження. Наприклад, приховане гаусове поле може бути ініційоване при 50% ймовірності випадків випадання атмосферних опадів у кожному місці  
60 розташування. У першому місці розташування всі із спостережень за атмосферними опадами

використовуються для актуалізації оцінювання. Як приклад, якщо перше місце розташування оточене станціями спостереження, які отримали спостереження щодо атмосферних опадів, то оцінювання ймовірності атмосферних опадів у першому місці розташування може збільшитися. Якщо перше місце розташування оточене станціями спостереження, які отримали спостереження щодо відсутності атмосферних опадів, то оцінювання ймовірності атмосферних опадів у першому місці розташування може зменшитися.

[0048] Фіг. 4А зображує приклад використання місць розташування вимірювальних приладів для оцінювання ймовірності випадків випадання атмосферних опадів у першому місці розташування. Наприклад, графічна мапа 400 Сполучених Штатів може відображати географічне розподілення випадків випадання атмосферних опадів, дані щодо яких були отримані в системі 102. Мапа 400 містить передбачуване місце 402 розташування, місця 404 розташування випадків випадання атмосферних опадів та місця 406 розташування випадків невинипадання атмосферних опадів, у якості прикладів. Місця 404 розташування випадків винипадання атмосферних опадів представляють собою місця розташування, в яких спостерігаються атмосферні опади. Місця 406 розташування випадків невинипадання атмосферних опадів представляють собою місця розташування, в яких не спостерігаються атмосферні опади. В одному варіанті здійснення винаходу ймовірність атмосферних опадів у передбачуваному місці 402 розташування передбачено на основі місць 404 розташування випадків винипадання атмосферних опадів та місць 406 розташування випадків невинипадання атмосферних опадів. Наприклад, на Фіг. 4А ймовірність пропонується у вигляді 85% шансів на атмосферні опади на основі відносної близькості місць 404 розташування випадків винипадання та місць 406 розташування випадків невинипадання. "Передбачуване" у цьому контексті означає обчислене значення, яке зберігається у запам'ятовуючому пристрої у цифровому вигляді щонайменше тимчасово, та, можливо, оновлюється, переглядається чи вдосконалюється на інших етапах.

[0049] На Фіг. 4А, Фіг. 4В та Фіг. 4С проілюстровано графічні зображення карт для прикладу. У варіантах здійснення винаходу карти представляють дані в таблицях баз даних та запрограмованих керуваннях операціями. Наприклад, кожне місце розташування з карти 400 може бути представлено серією значень у базі даних, що представляють широту та довготу місця розташування, відстані між місцем розташування та усіма іншими місцями розташування, а також будь-яких оцінюваних значень в місці розташування, таких як ймовірність атмосферних опадів або ймовірна інтенсивність атмосферних опадів.

[0050] У варіанті здійснення винаходу, обчислення ймовірності випадків винипадання атмосферних опадів у першому місці розташування викликає актуалізацію значень даних, що представляють інформацію щодо ймовірності випадків винипадання атмосферних опадів у місцях розташування вимірювальних приладів. Фіг. 4В зображує актуалізацію значень у місцях розташування вимірювальних приладів на основі запропонованих даних з першого місця розташування. Мапа 410 графічно ілюструє географічні положення типових місць розташування, які можуть бути представлені даними у базі даних 136 або дані для яких були отримані у системах 102, 120. Мапа 410 містить передбачуване місце 402 розташування, місця 404 розташування випадків винипадання атмосферних опадів та місця 406 розташування випадків невинипадання атмосферних опадів. Передбачуване місце 402 розташування містить інформацію щодо ймовірності випадків винипадання атмосферних опадів, визначену на етапі 204, на основі місць розташування місць 404 розташування випадків винипадання атмосферних опадів та місць 406 розташування випадків невинипадання атмосферних опадів. Для кожного запису бази даних у базі даних 136, яка містить дані, що представляють інформацію щодо місця розташування, за яким не проводяться спостереження, в межах прихованого гаусового поля, для актуалізації ймовірності випадків винипадання атмосферних опадів у цьому записі бази даних використовується запропонована ймовірність у передбачуваному місці 402 розташування. Через актуалізацію значення даних у всіх місцях розташування, представлених у базі даних з кожною пропозицією, значення даних у місцях розташування, представлених у базі даних, починають нагадувати фактичне базове поле ймовірності.

[0051] В одному варіанті здійснення винаходу перше місце розташування є місцем розташування, яке має представлені у базі даних результати вимірювання атмосферних опадів вимірювальними приладами. Модуль 126 оцінювання випадків винипадання може ігнорувати результат вимірювання вимірювальним приладом з першого місця розташування при визначенні початкової пропозиції щодо ймовірності випадків винипадання атмосферних опадів у першому місці розташування. Таким чином, модуль 126 оцінювання випадків винипадання може сформулювати приховане поле, щоб представляти ймовірність атмосферних опадів у всіх точках на основі спостережень в окремих місцях розташування.

[0052] Посилаючись знову на Фіг. 2, на етапі 206 модуль 126 оцінювання випадків випадання актуалізує всі інші оцінювання атмосферних опадів на основі поточної пропозиції щодо атмосферних опадів. На ранніх стадіях способу, описаного на етапі 206, запропонована ймовірність атмосферних опадів у перших місцях розташування може бути неточною, оскільки спосіб не досяг збіжності. З кожною пропозицією модуль 126 оцінювання випадків випадання може повернутись до попередніх пропозицій та актуалізувати їх на основі нових пропозицій у нових місцях розташування. З часом пропозиції щодо ймовірності випадків випадання атмосферних опадів у місцях розташування, у яких проводяться спостереження, поступово збігаються з моделлю, яка точно описує ймовірність випадків випадання атмосферних опадів у цих місцях розташування.

[0053] На етапі 208 модуль 126 оцінювання випадків випадання визначає, чи досягнута збіжність способу. Спосіб досягає збіжності, коли поточні ітерації актуалізації більше не призводять до значних змін у результаті значень факторів апроксимації. Порогове значення може бути встановлено як мінімальне значення для актуалізації значень апроксимації. Наприклад, якщо зміна логарифму результату значень факторів апроксимації зменшується до позначки нижче ніж 0,001, модуль 126 оцінювання випадків випадання може визначити, що збіжність досягнута. Модуль 126 оцінювання випадків випадання може оцінювати та актуалізувати значення для кожного місця розташування через множину ітерацій до того моменту, поки не буде досягнута збіжність.

[0054] На етапі 210 модуль 126 оцінювання випадків випадання об'єднує всі пропозиції у поле випадків випадання атмосферних опадів. Поле випадків випадання атмосферних опадів вказує на ймовірність випадків випадання атмосферних опадів у регіоні великого масштабу протягом певного періоду часу. Наприклад, якщо результати вимірювання вимірювальними приладами показують атмосферні опади, що спостерігалися протягом доби, поле випадків випадання атмосферних опадів буде показувати ймовірність випадків випадання атмосферних опадів по всьому регіону великого масштабу на цей день. Таким чином, описаний вище спосіб може бути використаний для створення полів випадків випадання атмосферних опадів, що охоплюють невеликі періоди часу, такі як години, або великі періоди часу, такі як місяці або роки, залежно від отриманих даних. "Великий масштаб" в цьому контексті, як правило, означає охоплення великої географічної зони з високою деталізацією, таким чином, що регіон містить значну кількість місць розташування. Наприклад, регіон великого масштабу може включати у себе континентальні Сполучені Штати з місцями розташування, оцінюваними із інтервалами у дві милі.

#### [0055] АПРОКСИМАЦІЯ ЗА УМОВНИМИ ЦІЛКОМ НЕЗАЛЕЖНИМИ УЧБОВИМИ РОЗПОДІЛЕННЯМИ

[0056] В одному варіанті здійснення винаходу розповсюдження очікування використовує умовні цілком незалежні учбові розподілення (FITC), що створює другий рівень апроксимації. Взагалі, кожна точка у полі випадків випадання атмосферних опадів залежить від усіх інших точок поля. При розповсюдженні очікування, кожне місце розташування, за яким проводяться спостереження, пропонується самостійно і використовується для актуалізації кожного іншого місця розташування, за яким проводяться спостереження. При розповсюдженні очікування FITC, ймовірність атмосферних опадів у кожному місці розташування, включаючи місця розташування, за якими проводяться спостереження, та місця розташування, за якими не проводяться спостереження, вважається залежною лише від меншої кількості визначених місць розташування, які називаються "індукційними місцями розташування". Припускаючи, що кожне з місць розташування, за якими проводяться спостереження, залежить тільки від індукційних місць розташування, ранг коваріаційної матриці зменшується до числа індукційних точок, тим самим зменшуючи складність розрахунків, необхідних для моделі.

[0057] Фіг. 4С зображує типову графічну карту, яка може ілюструвати використання розповсюдження очікування FITC. Точки на карті відображають дані, що зберігаються у базі даних. Мапа 420 містить передбачуване місце 402 розташування, велику координатну сітку 422 та місця 424 розташування великої координатної сітки, які відповідають індукційним місцям розташування. У варіанті здійснення винаходу, зображеному на Фіг. 4С, велика координатна сітка 422 накладається на карту 420, щоб забезпечити місця 424 розташування великої координатної сітки. Сітка 422 та місця 424 розташування представлені в системі за допомогою збережених цифрових даних або за допомогою методів програмування, які забезпечують обробку на основі сітки та місць розташування. Передбачається, що ймовірність випадків випадання атмосферних опадів у кожному місці розташування залежить тільки від ймовірності випадків випадання атмосферних опадів у кожному з місць розташування 424 розташування великої координатної сітки.

[0058] Посилаючись знову на Фіг. 2, на етапі 204 запропоновано оцінювання ймовірності випадків випадання атмосферних опадів у передбачуваному місці 402 розташування. Замість актуалізації попередніх пропозицій, як на етапі 206, модуль оцінювання випадків випадання актуалізує оцінювання для ймовірності випадків випадання атмосферних опадів у кожному з місць розташування 424 розташування великої координатної сітки у представленні даних у

5    запам'ятовуючому пристрої або у базі даних. Потім модуль 126 оцінювання випадків випадання може запропонувати ймовірність випадків випадання атмосферних опадів у другому місці розташування. Пропозиція у другому місці розташування може бути використана для актуалізації представлення даних великої координатної сітки у запам'ятовуючому пристрої або у

10   базі даних. В одному варіанті здійснення винаходу модуль 126 оцінювання випадків випадання може застосовувати до місць розташування, за якими проводяться спостереження, розповсюдження очікування без апроксимації FITC. Такий спосіб може тривати до збільшення вірогідності, коли кожна ітерація знижується до значення нижче ніж певне порогове значення.

[0059] В одному варіанті здійснення винаходу використання розповсюдження очікування FITC призводить до створення компромісу між точністю та обчислювальною ефективністю. Наприклад, крупна координатна сітка, яка розроблена таким чином, що включає у себе три тисячі місць розташування, буде мати більше варіацій на тисячу кілометрів, ніж велике поле, розроблене таким чином, що включає у себе сто місць розташування. З іншого боку, велика координатна сітка із сотнею місць розташування вимагає менше обчислювань за допомогою

20   модуля 126 оцінювання випадків випадання, тому що ранг коваріаційної матриці зменшується.

[0060] В одному варіанті здійснення винаходу варіант розповсюдження очікування вибирається за допомогою модуля 126 оцінювання випадків випадання базуючись на мінімальних вимогах до обчислювальної ефективності або точності. Наприклад, метеорологічна обчислювальна система 120 може визначити, що для забезпечення точного прогнозу погоди максимальна похибка ймовірності випадків випадання атмосферних опадів у певний день не може перевищувати 4 %. Модуль 126 оцінювання випадків випадання може визначити, що для зменшення похибки до 4 % потрібна велика координатна сітка із ста п'ятдесят дев'ятьма

25   місцями розташування. Таким чином, модуль оцінювання випадків випадання може використовувати велику координатну сітку із ста п'ятдесят дев'ятьма місцями розташування, щоб максимізувати обчислювальну ефективність, одночасно дотримуючись вимог до точності. В іншому прикладі метеорологічна обчислювальна система 120 може визначати, що оцінювання потрібне виконати протягом заданого періоду часу або що для виконання оцінювання може бути виділений максимальний обсяг запам'ятовуючого пристрою. Потім модуль оцінювання випадків

30   випадання може визначити, що найбільш точне оцінювання в межах вимог до обчислювальної ефективності передбачає використання, як максимум, сітки з двома тисячами шестиста п'ятдесяти трьома місцями розташування. Потім модуль 126 оцінювання випадків випадання може використовувати сітку в дві тисячі шістсот п'ятдесят три місця розташування, щоб максимально підвищити точність оціненого поля випадків випадання атмосферних опадів у межах обчислювальних обмежень.

[0061] В інших варіантах здійснення винаходу, щоб визначити, який варіант розповсюдження очікування використовувати, точністю можливо пожертвувати на користь обчислювальної ефективності, поки модуль 126 оцінювання випадків випадання не визначить, що він досяг рівня спадної віддачі. Модуль 126 оцінювання випадків випадання може бути запрограмований або налаштований із встановленим допустимим відхиленням для спадної віддачі. Таким чином,

45   якщо модуль 126 оцінювання випадків випадання отримує діапазон для допустимої точності та діапазон для допустимої обчислювальної ефективності, модуль 126 оцінювання випадків випадання може визначати точку спадної віддачі, яка охоплює обидва діапазони. Подібним чином, якщо модуль 126 оцінювання випадків випадання отримує запит на визначення пріоритетності точності над ефективністю, модуль 126 оцінювання випадків випадання може збільшувати кількість точок у великій координатній сітці, доки не буде досягнутий стан, коли точка спадної віддачі досягне значення нижче встановленого допустимого відхилення.

#### [0062] ІНТЕНСИВНІСТЬ АТМОСФЕРНИХ ОПАДІВ

[0063] Фіг. 3 являє собою блок-схему послідовності операцій типового способу створення ефективного у обчислювальному відношенні поля інтенсивності атмосферних опадів.

[0064] На етапі 302 отримують архівні дані спостережень за інтенсивністю атмосферних опадів у сукупності місць розташування. Наприклад, модуль 128 оцінювання інтенсивності може отримувати інтенсивність 106 атмосферних опадів від серверного комп'ютера 102 атмосферних опадів, що відноситься до результатів вимірювання, що приймаються одним або декількома вимірювальними приладами у сукупності місць розташування. Інтенсивність 106 атмосферних

60   опадів може включати у себе обсяг атмосферних опадів, що випали у певному місці

розташування протягом певного періоду часу, наприклад, три сантиметри опадів протягом чотирнадцяти годин. Інтенсивність 106 атмосферних опадів може бути отримана електронним шляхом за допомогою запитів, повідомлень або інших операцій з пошуку даних та зберігатися у записах, стовпцях або таблицях у запам'ятовуючому пристрої або у базі даних 136.

5 [0065] На етапі 304 обчислюється просторова кореляція атмосферних опадів. Наприклад, використовуючи метеорологічний комп'ютер 120, гаусова функція зв'язки  $\text{corula}$ , як описано нижче, може бути використана для моделювання просторової кореляції атмосферних опадів при одночасному підтримуванні розподілення подібної інтенсивності атмосферних опадів у кожному місці розташування.

10 [0066] На етапі 306 обчислюється просторова кореляція інтенсивності. Наприклад, гаусове поле з функцією коваріації може бути використано для відображення інтенсивності атмосферних опадів по всій карті. Оскільки поле передбачається варіювати у просторі із додатковою залежністю від висоти над рівнем моря, обчислювальна модель може використовувати як незалежні змінні широту, довготу та висоту. Коваріаційні матриці можуть  
15 бути використані для моделювання впливу інтенсивностей атмосферних опадів на всі інші місця розташування як функції відстані від одного місця розташування. Таким чином, для кожного місця розташування подібна інтенсивність атмосферних опадів залежить від інтенсивності атмосферних опадів у сусідніх місцях розташування.

[0067] Гаусова функція зв'язки  $\text{corula}$  дозволяє моделювати просторову структуру поля інтенсивності атмосферних опадів, відокремлюючи її від моделювання інтенсивності в певному місці. Наприклад, гаусове поле підходить для моделювання просторової кореляції серед точок поля інтенсивності атмосферних опадів. Однак гаусове розподілення не підходить для моделювання інтенсивності в певній точці, оскільки інтенсивність не може бути від'ємною величиною, а ймовірність невеликої кількості опадів значно вища, ніж вірогідність великої  
20 кількості опадів. Таким чином, розподілення, які виключають від'ємні інтенсивності, збільшують ймовірності для низьких значень та зменшують ймовірності для великих значень, наприклад, такі як гамма-розподілення, можуть бути більш доречними для моделювання інтенсивності.

[0068] В одному варіанті здійснення винаходу базове поле для моделі інтенсивності атмосферних опадів спостерігається та оцінюється подібно до інтенсивності атмосферних  
30 опадів у кожному місці розташування. Функція ймовірності для моделі інтенсивності атмосферних опадів легко піддається аналітичній обробці; отже, в одному варіанті здійснення винаходу в моделі інтенсивності атмосферних опадів не використовується етап апроксимації розповсюдження очікування, який використовується для моделі випадків випадання.

#### [0069] ПРОЦЕДУРА ЗВУЖЕННЯ

35 [0070] В одному варіанті здійснення винаходу визначення можливих інтенсивностей атмосферних опадів у кожному місці розташування включає у себе інверсію коваріаційної матриці. Через велику кількість точок у коваріаційній матриці кожна інверсія збільшує складність розрахунку. Під час оцінювання інтенсивності атмосферних опадів коваріаційні матриці вимагають багаторазових інверсій, що створює ще більшу складність.

40 [0071] В одному варіанті здійснення винаходу для спрощення коваріаційної матриці може бути використана функція звуження, така як функція Вендланда першого порядку. Функція звуження може створити певну відстань, за якою інтенсивність атмосферних опадів вважається незалежною. Функція звуження призводить до перетворення значень, що перевищують вказану відстань, до нулів, зберігаючи при цьому позитивну визначеність матриці. Наприклад, може бути  
45 обрана функція звуження, яка передбачає, що інтенсивність атмосферних опадів у будь-якому місці розташування за триста чотирнадцять кілометрів від місця розташування оцінювання не впливає на місце розташування оцінювання.

[0072] На етапі 308 коваріаційна матриця перемножується на функцію звуження. Перемноження коваріаційної матриці на функцію звуження створює матрицю з малою щільністю  
50 заповнення, де велика кількість значень зменшується до нулів. У наведеному вище прикладі значення, що відображають впливи місць розташування, що знаходяться за межами трьохсот чотирнадцяти кілометрів, замінюються нульовими, а решта значень змінюються за рахунок функції звуження.

[0073] На етапі 310 створюється модель просторової кореляції інтенсивності. Наприклад,  
55 модуль 128 оцінювання інтенсивності може використовувати ефективні, в обчислюваному сенсі, алгоритми для моделювання просторової кореляції інтенсивності через повторні інверсії коваріаційної матриці. Інвертування великої матриці може бути неефективним, у обчислюваному сенсі, але існують функції, які можуть ефективно інвертувати матрицю, яка в основному заповнена нулями. Вводячи розрідженість до матриці, модуль 128 оцінювання  
60 інтенсивності створює матриці, які можуть бути легко інвертовані за допомогою ефективних, у

обчислюваному сенсі, функцій, таких як розкладання Холецкого.

[0074] На етапі 312 створюється поле інтенсивності. Наприклад, модуль 128 оцінювання інтенсивності може вибирати можливі інтенсивності з розподілень у кожному місці розташування для створення поля інтенсивності. У кожній окремій точці значення інтенсивності атмосферних опадів обирається з гамма розподілення, параметри якого впливають з гаусової просторової моделі. Стандартні вибірники, такі як "emcee" або вибірник одномірного шару, можуть використовуватися для вибору з ймовірнісних розподілень параметрів гамма розподілень та гаусової просторової моделі. Потім гамма розподілення використовується для створення ймовірнісних оцінювань інтенсивності атмосферних опадів у заданій точці.

[0075] В одному варіанті здійснення винаходу певна відстань для функції звуження визначається модулем 128 оцінювання інтенсивності на основі одного або декількох факторів. Модуль 128 оцінювання інтенсивності може вибрати задану відстань залежно від місця розташування, пори року, обчислювальної ефективності та/або навколишньої висоти над рівнем моря. Наприклад, модуль 128 оцінювання інтенсивності може визначити, що просторова кореляція інтенсивності атмосферних опадів у Пітсбурзі є відносно низькою, тоді як просторова кореляція інтенсивності атмосферних опадів у Міссісіпі є відносно високою. Більша задана відстань може бути застосована в Міссісіпі, ніж у Пітсбурзі. В іншому прикладі протяжність просторової кореляції може збільшуватися взимку та зменшуватися влітку. Таким чином, у січні для зазначеної відстані може бути обрано більше значення, а у травні може бути обрано менше значення. В іншому прикладі модуль 128 оцінювання інтенсивності може вибирати меншу задану відстань для збільшення обчислювальної ефективності за рахунок точності. Як і у випадку компромісу з розповсюдженням очікування, модуль 128 оцінювання інтенсивності може прийти до компромісного рішення на основі вимог до рівня точності або обчислювальної ефективності, базуючись на максимізації рівня точності або обчислювальної ефективності до точки спадної віддачі та/або на основі запиту щодо досягнення балансу точності та обчислювальної ефективності у заданих діапазонах.

[0076] В одному варіанті здійснення винаходу FITC може бути додатково застосований для оцінювання інтенсивності для подальшого підвищення обчислювальної ефективності. Як і з розповсюдженням очікування FITC, застосування FITC до оцінювання інтенсивності може включати накладання великих координатних сіток на карту. Може бути припущено, що інтенсивність атмосферних опадів у кожному місці розташування залежить тільки від різних точок великої координатної сітки, тим самим зменшуючи кількість значень у коваріаційній матриці. На відміну від розповсюдження очікування, для оцінювання інтенсивності спостерігається базове поле інтенсивності. Таким чином, велика координатна сітка не може бути оновлена після кожного вимірювання. Крім того, велика координатна сітка може включати в себе підмножину місць розташування вимірювальних приладів, що відповідає базовому полю інтенсивності. Варіанти FITC можуть бути застосовані аналогічним чином з оцінюванням інтенсивності, як і з оцінюванням випадків випадання. Таким чином, для збільшення точності може використовуватися сітка з великою кількістю точок, а для збільшення обчислювальної ефективності може використовуватися сітка з невеликою кількістю місць розташування.

[0077] В одному варіанті здійснення винаходу FITC поєднується із функцією звуження для подальшого збільшення обчислювальної ефективності. Застосування FITC може включати у себе створення великої координатної сітки з обмеженою кількістю місць розташування, тоді як застосування функції звуження може обнулити точки великої координатної сітки, що знаходяться за межами заданої відстані від місця розташування оцінювання. Наприклад, велика координатна сітка, накладена на карту, може містити дев'ятсот двадцять шість місць розташування. Застосування функції звуження до великої координатної сітки може обнулити всі окрім п'ятдесяти трьох місць розташування. У додаткових варіантах здійснення винаходу велика координатна сітка може бути застосована лише до області в межах заданої відстані. Застосування функції звуження та FITC може базуватися на основі компромісу між точністю та ефективністю обчислення, як описано вище. Крім того, модуль 128 оцінювання інтенсивності може динамічно перемикатися між збільшенням/зменшенням заданої відстані функції звуження та збільшенням/зменшенням кількості точок у великій координатній сітці з метою максимального збільшення позитивних результатів при мінімізації втрат. Наприклад, модуль 128 оцінювання інтенсивності може отримувати запит на максимізацію точності за рахунок обчислювальної ефективності до певної точки, такої, наприклад, що визначається максимальними вимогами до запам'ятовуючого пристрою. Модуль 128 оцінювання інтенсивності може починати роботу із збільшення кількості точок у великій координатній сітці, доки не буде визначено, що збільшення заданої відстані для функції звуження збільшить точність при зменшенні обчислювальної ефективності системи, тобто при зменшенні швидкості обчислень. Модуль 128 оцінювання

інтенсивності може збільшити задану відстань, доки не визначить, що збільшення кількості точок у великій координатній сітці буде більш ефективним.

#### [0078] КОМБІНОВАНІ ПОЛЯ

[0079] В одному варіанті здійснення винаходу модуль 124 оцінювання клімату отримує зразки поля випадків випадання атмосферних опадів з модуля 126 оцінювання випадків випадання та поля інтенсивності атмосферних опадів з модуля 128 оцінювання інтенсивності. Модуль 124 оцінювання клімату може поєднувати поля для перекривання періодів часу, щоб створювати остаточні поля атмосферних опадів. Як описано вище, зразки поля випадків випадання атмосферних опадів, після перетворення їх у діапазон від 0 до 1 сигмоїдальною функцією, вказують на ймовірність випадків випадання опадів у всіх місцях розташування. Зразки поля випадків випадання атмосферних опадів можуть бути використані як маска при застосуванні до зразків поля інтенсивності атмосферних опадів. Таким чином, для будь-яких місць розташування, для яких вибірка з поля інтенсивності атмосферних опадів показує нульовий рівень атмосферних опадів, інтенсивність може бути зменшена до нуля у відповідній вибірці з поля інтенсивності атмосферних опадів.

[0080] В одному варіанті здійснення винаходу декілька остаточних полів атмосферних опадів створюються для кожного періоду часу на основі невизначеностей в оцінюванні випадків випадання та інтенсивності атмосферних опадів.

[0081] У одному варіанті здійснення винаходу остаточні поля атмосферних опадів включають у себе оцінювання невизначеності інтенсивності атмосферних опадів. Там, де випадки випадання атмосферних опадів містять малу невизначеність, загальна невизначеність може містити лише невизначеності інтенсивності атмосферних опадів, зафіксовані полями інтенсивності атмосферних опадів. Якщо випадки випадання або відсутності атмосферних опадів містять значну невизначеність, загальна невизначеність може включати у себе комбінацію невизначеностей у полях інтенсивності атмосферних опадів із додатковою невизначеністю, яка створюється через ймовірність того, що фактична інтенсивність атмосферних опадів дорівнює нулю.

[0082] Оскільки поля випадків випадання та поля інтенсивності моделюються окремо, поєднання цих двох полів може іноді створювати фізично нереалістичні регіони з високою інтенсивністю атмосферних опадів, оточені регіонами без випадків випадання атмосферних опадів. Наприклад, вимірювальні прилади, що повідомляють про відсутність атмосферних опадів, можуть бути використані для обмеження модуля випадків випадання атмосферних опадів, але не можуть бути використані для обмеження моделей інтенсивності атмосферних опадів, оскільки відсутнє значення інтенсивності. У деяких варіантах здійснення винаходу замість виключення вимірювальних приладів, що не містять інформації щодо опадів, з оцінювання інтенсивності атмосферних опадів, вимірювальні прилади, що не містять інформації щодо опадів, розглядаються як такі, що включають у себе мізерно малий обсяг опадів, таким чином обмежуючи сусідні місця розташування у оцінюванні меншої інтенсивності атмосферних опадів. Це знижує ризик виникнення ізольованих місць розташування із високою інтенсивністю атмосферних опадів, оточених місцями розташування без атмосферних опадів.

#### [0083] ВИКОРИСТАННЯ ДАНИХ

[0084] Описаний вище двоступеневий підхід моделювання створює оцінені поля атмосферних опадів за допомогою даних спостереження, таких як дані вимірювальних приладів. Отримані дані можуть відображатися у кількох форматах. Перший формат включає у себе точкові оцінювання атмосферних опадів у певних місцях розташування. Модуль 124 оцінювання клімату може надавати розподілення атмосферних опадів у визначених місцях розташування у відповідь на запит щодо даних у визначених місцях розташування. Наприклад, модуль 132 агрономічної моделі або модуль 134 метеорологічного прогнозу можуть запитувати ймовірнісні дані щодо конкретного місця розташування для створення агрономічних моделей або метеорологічних прогнозів. Декілька точкових оцінювань атмосферних опадів у визначеному місці розташування можуть бути об'єднані в одне оцінювання. Наприклад, декілька розподілень, що містять оцінювання атмосферних опадів протягом одного дня, можуть бути об'єднані в оцінювання отриманих опадів для усього року.

[0085] Модуль 124 оцінювання клімату може також надавати фізичну просторову статистику, таку як оцінювання атмосферних опадів у просторовій області. Фізична просторова статистика може відображатися як мапа з різними даними щодо атмосферних опадів, що відображаються на карті. Наприклад, в умовних позначках мапи може відображатися діапазон кольорів, що представляють інформацію щодо інтенсивності атмосферних опадів у кожному місці розташування. Декілька мап певного проміжку часу можуть бути об'єднані в єдину мапу. Наприклад, декілька мап, що відображають опади на один день, можуть бути об'єднані в одну

мапу, яка відображає опади протягом 30-денного періоду. Декілька мап можна також об'єднати в серію зображень, які можуть відображатися послідовно. Послідовне відображення може бути корисним для ілюстрування зміни атмосферних опадів протягом певного періоду часу. Мапи можуть також використовуватися для відстеження або запису даних з конкретних погодних явищ, таких як шторми або посухи. Інформація про те, як з часом розвивалися шторми або посухи, можна отримати, переглянувши різні мапи інтенсивності атмосферних опадів.

[0086] Описаний вище двоступеневий підхід моделювання дозволяє модулю 124 оцінювання клімату правдоподібно заповнювати дані, коли дані недоступні. Дані можуть бути недоступними для певних місць розташування, для яких недоступні супутникові та радарні дані. Заповнення даних щодо таких місць розташування може дозволити кращий аналіз погодних умов у хронологічному порядку, кращі метеорологічні прогнози або кращі агрономічні моделі. Крім того, дані у хронологічному порядку для всього поля можуть бути доступними лише протягом короткого проміжку часу. Описані вище моделі можуть бути використані для створення оцінювань атмосферних опадів у хронологічному порядку протягом періодів часу, коли дані щодо атмосферних опадів доступні лише в місцях розташування вимірювальних приладів. Дані у хронологічному порядку можуть використовуватися для аналізу зміни погодних умов, передбачення майбутньої погоди або опису основних погодних явищ.

#### [0087] МЕТЕОРОЛОГІЧНІ ПРОГНОЗИ

[0088] В одному варіанті здійснення винаходу модуль 124 оцінювання клімату надсилає остаточні оцінювання інтенсивності та випадків випадання атмосферних опадів до модуля 134 метеорологічного прогнозу. Модуль 134 метеорологічного прогнозу може використовувати остаточні оцінювання інтенсивності та випадків випадання атмосферних опадів для створення метеорологічних прогнозів. Наприклад, модуль 134 метеорологічного прогнозу може визначати один або декілька погодних умов, пов'язаних з інтенсивністю атмосферних опадів у остаточних оцінюваннях. Погодні умови можуть бути застосовані до подібних початкових умов для створення прогнозів щодо атмосферних опадів як, наприклад, у звичайній заявці 14/618886, повний зміст якої включений у даний документ у повному обсязі шляхом посилання.

[0089] Крім того, метеорологічна інформація у хронологічному порядку може використовуватися для коригування способів прогнозування. Наприклад, конкретний спосіб прогнозування може містити минулі прогнози щодо атмосферних опадів на один або декілька днів. Остаточні оцінювання за один або декілька днів можна порівняти з прогнозами на один або декілька днів, щоб визначити, чи прогнози мають тенденцію бути високими або низькими. Різниця між прогнозами атмосферних опадів та оцінюваннями атмосферних опадів може бути використана для коригування поточних прогнозів щодо атмосферних опадів. Наприклад, якщо певний спосіб прогнозування має тенденцію до перевищення оцінювання атмосферних опадів протягом певного періоду року, минулі відмінності між остаточними оцінюваннями та прогнозами можуть бути використані для зміни прогнозування атмосферних опадів поточним або майбутнім прогнозом.

[0090] В одному варіанті здійснення винаходу метеорологічна обчислювальна система 120 відправляє метеорологічний прогноз 152 на мобільний обчислювальний пристрій 154. В інших варіантах здійснення винаходу метеорологічна обчислювальна система 120 створює рекомендації щодо використання метеорологічних прогнозів 152 та надсилає рекомендації до мобільного обчислювального пристрою 154. Метеорологічна обчислювальна система 120 може також зберігати метеорологічні прогнози 152 у запам'ятовуючому пристрої. Пізніше збережені метеорологічні прогнози можуть використовуватися для покращення способів, які використовує модуль 134 метеорологічного прогнозу, або для оцінювання різних способів моделювання. Крім того, модуль 134 метеорологічного прогнозу може надсилати метеорологічні прогнози до модуля 132 агрономічної моделі, щоб вони були використані для створення агрономічних моделей.

#### [0091] АГРОНОМІЧНІ МОДЕЛІ

[0092] В одному варіанті здійснення винаходу модуль 124 оцінювання клімату надсилає остаточні оцінювання інтенсивності та випадків випадання атмосферних опадів до модуля 132 агрономічної моделі. Модуль 132 агрономічної моделі може використовувати остаточні оцінювання інтенсивності та випадків випадання атмосферних опадів для створення агрономічної моделі. Крім того, модуль 132 агрономічної моделі може використовувати метеорологічні прогнози, отримані від модуля 134 метеорологічного прогнозу, для створення агрономічних моделей. В одному варіанті здійснення винаходу агрономічна модель являє собою структуру даних у запам'ятовуючому пристрої метеорологічної обчислювальної системи 120, яка містить інформацію про місця розташування та сільськогосподарську культуру для одного або декількох полів. Агрономічна модель також може містити агрономічні фактори, які



описують умови, які можуть впливати на ріст однієї або декількох сільськогосподарських культур на полі. Крім того, агрономічна модель може містити рекомендації, що базуються на агрономічних факторах, таких як рекомендації щодо сільськогосподарської культури, рекомендації щодо поливання, рекомендації щодо посадки та рекомендації щодо збирання врожаю. Агрономічні фактори також можуть бути використані для оцінювання одного або декількох результатів, пов'язаних з сільськогосподарською культурою, наприклад з агрономічною врожайністю. Агрономічна врожайність представляє собою оцінювання кількості вирощеної сільськогосподарської культури.

[0093] В одному варіанті здійснення винаходу метеорологічна обчислювальна система 120 використовує оцінювання атмосферних опадів для створення агрономічної моделі у запам'ятовуючому пристрої або у пристрої постійного зберігання даних у відповідь на запит мобільного обчислювального пристрою 154 для агрономічної моделі. В інших варіантах здійснення винаходу метеорологічна обчислювальна система 120 отримує запит для агрономічної моделі від третьої сторони. Наприклад, страхова компанія може вимагати агрономічну модель для застрахованого клієнтом поля, щоб визначити ризики, пов'язані із сільськогосподарською культурою, що висадив клієнт. В іншому прикладі сервер прикладних програм може надсилати запит до метеорологічної обчислювальної системи 120 для створення агрономічної моделі для певного поля користувача. Як альтернатива, метеорологічна обчислювальна система 120 може періодично генерувати агрономічні моделі 150. Метеорологічна обчислювальна система 120 може також генерувати агрономічні моделі 150 у відповідь на отримання актуалізованих спостережень атмосферних опадів або у відповідь на створення актуалізованих оцінювань атмосферних опадів.

[0094] Метеорологічні прогнози, отримані від модуля 134 метеорологічного прогнозу, можуть бути враховані в агрономічних моделях 150 модулем 132 агрономічної моделі. Кількість води, яку отримує сільськогосподарська культура, може вплинути на цикл розвитку сільськогосподарської культури. Модуль 132 агрономічної моделі може оцінити кількість води, яка необхідна сільськогосподарській культурі, та, на основі метеорологічних прогнозів, визначити можливу кількість води, яку сільськогосподарська культура отримає від природних атмосферних опадів. Модуль 132 агрономічної моделі може використовувати цю інформацію для впливу на оцінювання агрономічної врожайності. Крім того, модуль 132 агрономічної моделі може використовувати метеорологічні прогнози для отримання рекомендацій для фермерів. Наприклад, модуль 132 агрономічної моделі може рекомендувати, щоб сільськогосподарську культуру не поливали у день, який має високу ймовірність великої кількості атмосферних опадів. Як альтернатива, модуль 132 агрономічної моделі може рекомендувати, щоб сільськогосподарська культура отримала додаткову кількість води, якщо шанси на випадання атмосферних опадів в найближчому майбутньому є надзвичайно низькими.

[0095] В одному варіанті здійснення винаходу невизначеності в оцінюваннях розповсюджуються в межах агрономічних моделей та метеорологічних прогнозів. Наприклад, якщо оцінювання атмосферних опадів для певного поля в певний день містять невизначеність щодо кількості води, яку отримує поле, агрономічна модель для конкретного поля може включати у себе невизначеність щодо кількості води, яку отримує сільськогосподарська культура. Крім того, якщо оцінювання атмосферних опадів містять невизначеність щодо збільшення атмосферних опадів протягом певного періоду часу, метеорологічні прогнози можуть включати у себе невизначеність у прогнозуванні аналогічного збільшення. Невизначеність метеорологічного прогнозу може поширюватися і на агрономічні моделі. Наприклад, невизначеність у кількості води, яку отримала сільськогосподарська культура та невизначеність у кількості води, яку має отримати сільськогосподарська культура, може розповсюджуватись на рекомендації щодо поливу та посадки таким чином, що рекомендація є менш або більш певною на основі невизначеності для минулих та майбутніх атмосферних опадів.

[0096] В одному з варіантів здійснення винаходу метеорологічна обчислювальна система 120 надсилає агрономічні моделі 150 на мобільний обчислювальний пристрій 154. В інших варіантах здійснення винаходу метеорологічна обчислювальна система 120 створює рекомендації з використанням агрономічних моделей 150 і надсилає рекомендації на мобільний обчислювальний пристрій 154. У деяких варіантах здійснення винаходу кліматологічна обчислювальна система може генерувати попередження на основі інформації в агрономічних моделях 150. Наприклад, метеорологічна обчислювальна система 120 може генерувати попередження, яке буде надіслано на мобільний обчислювальний пристрій 154 у відповідь на визначення того, що конкретна сільськогосподарська культура досягає кінця свого розвитку, на основі оціненої кількості днів її зростання, з моменту висадження сільськогосподарської

культури. Метеорологічна обчислювальна система 120 також може зберігати агрономічні моделі 150 у запам'ятовуючому пристрої. Пізніше збережені агрономічні моделі можуть використовуватися для покращення способів, які використовує модуль 132 агрономічної моделі, або для оцінювання різних способів моделювання.

#### 5 [0097] ОГЛЯД АПАРАТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

[0098] Відповідно до одного варіанта здійснення винаходу, методи, описані у даному документі, реалізуються одним або декількома обчислювальними пристроями спеціального призначення. Обчислювальні пристрої спеціального призначення можуть бути апаратно реалізовані для виконання таких методів або можуть включати у себе цифрові електронні пристрої, такі як одну або декілька спеціалізованих інтегральних схем (ASIC) або матриць логічних елементів із експлуатаційним програмуванням (FPGA), які цілеспрямовано запрограмовані для виконання таких методів, або можуть включати у себе один або декілька апаратних процесорів загального призначення, запрограмованих для виконання методів відповідно до програмних команд у вбудованому програмному забезпеченні, запам'ятовуючому пристрої, інших пристроях зберігання даних або їх комбінацій. Такі обчислювальні пристрої спеціального призначення також можуть поєднувати у собі виготовлений на замовлення апаратно реалізований логічний пристрій, ASIC або FPGA із виготовленим на замовлення програмуванням для виконання методів. Комп'ютерні пристрої спеціального призначення можуть бути настільними комп'ютерними системами, портативними комп'ютерними системами, мобільними пристроями, мережевими пристроями або будь-якими іншими пристроями, що включають у себе апаратно реалізовані та/або програмні логічні пристрої для реалізації цих методів.

[0099] Наприклад, Фіг. 5 являє собою блок-схему, яка ілюструє комп'ютерну систему 500, на якій можуть бути реалізовані варіанти здійснення винаходу. Комп'ютерна система 500 включає у себе шину 502 або інший комунікаційний механізм для обміну інформацією, а також апаратний процесор 504, який з'єднаний з шиною 502 для обробки інформації. Апаратний процесор 504 може бути, наприклад, мікропроцесором загального призначення.

[0100] Комп'ютерна система 500 також включає у себе основний запам'ятовуючий пристрій 506, такий як оперативний запам'ятовуючий пристрій (RAM) або інший динамічний пристрій зберігання даних, з'єднаний з шиною 502, для зберігання інформації та команд, що мають виконуватись процесором 504. Основний запам'ятовуючий пристрій 506 також може бути використаний для зберігання тимчасових змінних або іншої проміжної інформації під час виконання команд, що мають виконуватись процесором 504. Такі команди, у разі зберігання на довгочасних носіях даних, доступних для процесора 504, перетворюють комп'ютерну систему 500 на машину спеціального призначення, яка пристосована для виконання операцій, зазначених у командах.

[0101] Комп'ютерна система 500 додатково включає у себе постійний запам'ятовуючий пристрій (ROM) 508 або інший статичний запам'ятовуючий пристрій, з'єднаний з шиною 502, для зберігання статичної інформації та команд для процесора 504. Для зберігання інформації та команд забезпечується і з'єднаний з шиною 502 пристрій 510 зберігання даних, наприклад, магнітний диск, оптичний диск або твердотільний накопичувач.

[0102] Через шину 502 комп'ютерна система 500 може бути з'єднана з дисплеєм 512, таким як катодно-променева трубка (CRT), для відображення інформації для користувача комп'ютера. Пристрій 514 введення даних, включаючи літерно-цифрові та інші клавіші, з'єднаний з шиною 502 для передачі інформації та вибору команд для процесора 504. Іншим типом пристрою введення даних користувача є пристрій керування 516 курсором, такий як миша, трекбол або клавіші керування курсором для передачі інформації про напрям та вибір команд для процесора 504, та для керування переміщенням курсору на дисплеї 512. Такий пристрій введення даних зазвичай має дві ступені свободи на двох осях, перша вісь, наприклад x), та друга вісь, наприклад, y), що дозволяє пристрою визначати положення у площині.

[0103] Комп'ютерна система 500 може реалізовувати описані у даному документі методи з використанням виготовленого на замовлення апаратно реалізованого логічного пристрою, одного або декількох ASIC або FPGA, вбудованого програмного забезпечення та/або програмного логічного пристрою, що в комбінації з комп'ютерною системою призводить (або програмує) комп'ютерну систему 500 до рівня машини спеціального призначення. Згідно з одним варіантом здійснення винаходу, методи, описані у даному документі, виконуються комп'ютерною системою 500 у відповідь на виконання процесором 504 однієї або декількох послідовностей однієї або декількох команд, що містяться в основному запам'ятовуючому пристрої 506. Такі команди можуть бути зчитані в основний запам'ятовуючий пристрій 506 з іншого носія інформації, наприклад, пристрою 510 зберігання даних. Виконання послідовностей

команд, що містяться в основному запам'ятовуючому пристрої 506 призводить до того, що процесор 504 виконує етапи способу, описані у даному документі. У альтернативних варіантах здійснення винаходу апаратно реалізовані схеми можуть використовуватися замість або в комбінації з програмними командами.

5 [0104] Термін "носії інформації", як він використовується у даному документі, стосується будь-яких довгочасних носіїв даних, які зберігають дані та/або команди, які спонукають машину функціонувати певним чином. Такі носії інформації можуть містити енергонезалежні та/або енергозалежні носії даних. Енергонезалежні носії даних включають у себе, наприклад, оптичні диски, магнітні диски або твердотільні накопичувачі, такі як пристрій 510 зберігання даних. 10 Енергозалежні носії даних включають у себе динамічний запам'ятовуючий пристрій, наприклад, основний запам'ятовуючий пристрій 506. Звичайні форми носіїв для зберігання даних включають, наприклад, дискету, гнучкий диск, жорсткий диск, твердотільний накопичувач, магнітну стрічку або будь-який інший магнітний носій для зберігання даних, компакт-диск, будь-який інший оптичний носій для зберігання даних, будь-який фізичний носій даних із набором з 15 отворів, RAM, PROM і EPROM, FLASH-EPROM, NVRAM, будь-яку іншу інтегральну схему або картридж запам'ятовуючого пристрою.

[0105] Носії для зберігання даних відрізняються від, але можуть використовуватися разом із засобами передавання даних. Засоби передавання даних беруть участь у передаванні інформації між носіями для зберігання даних. Наприклад, засоби передавання даних включають у себе коаксіальні кабелі, мідний дріт і волоконну оптику, включаючи дрони, що утворюють шину 20 502. Засоби передавання даних також можуть мати форму акустичних або світлових хвиль, наприклад, таких, що утворюються під час радіохвиль та інфрачервоного передавання даних.

[0106] Різні форми носіїв даних можуть бути задіяні для забезпечення однієї або декількох послідовностей однієї або декількох команд, що мають виконуватися процесором 504. 25 Наприклад, команди можуть спочатку бути перенесені на магнітний диск або на твердотільний накопичувач віддаленого комп'ютера. Віддалений комп'ютер може завантажувати команди у свій динамічний запам'ятовуючий пристрій та надсилати команди через телефонну лінію за допомогою модему. Модем, що є локальним об'єктом комп'ютерної системи 500, може отримувати дані через телефонну лінію та використовувати інфрачервоний передавач для 30 перетворення даних на інфрачервоний сигнал. Інфрачервоний детектор може отримувати дані, що надходять у вигляді інфрачервоного сигналу, і відповідні схеми можуть розміщати дані на шині 502. Шина 502 переносить дані в основний запам'ятовуючий пристрій 506, з якого процесор 504 отримує та виконує команди. Команди, отримані основним запам'ятовуючим пристроєм 506, можуть необов'язково зберігатися на пристрої 510 зберігання даних або перед 35 виконанням, або після виконання процесором 504.

[0107] Комп'ютерна система 500 також включає у себе інтерфейс 518 обміну інформацією, з'єднаний з шиною 502. Інтерфейс 518 обміну інформацією забезпечує двоканальний обмін даними, з'єднаний із мережевим каналом 520, який підключений до локальної мережі 522. 40 Наприклад, інтерфейс 518 обміну інформацією може являти собою плату цифрової мережі із інтегрованими сервісами (ISDN), кабельний модем, супутниковий модем або модем, щоб забезпечити підключення із обміном даних до відповідного типу телефонної лінії. Як інший приклад, інтерфейс 518 обміну інформацією може бути платою локальної мережі (LAN), щоб забезпечити підключення до сумісної локальної мережі для обміну даними. Також можуть бути реалізовані бездротові канали. У будь-якому такому виконанні інтерфейс 518 обміну 45 інформацією посилає та отримує електричні, електромагнітні або оптичні сигнали, що переносять цифрові потоки даних, які представляють різні типи інформації.

[0108] Мережева лінія 520 зазвичай забезпечує обмін даними із іншими пристроями даних через одну або декілька мереж. Наприклад, мережевий канал 520 може надавати з'єднання через локальну мережу 522 до центральної ЕОМ 524 або до обладнання обробки даних, яким 50 керує провайдер послуг мережі Інтернет (ISP) 526. ISP 526, в свою чергу, надає послуги обміну даними через глобальну мережу обміну пакетними даних, яка зазвичай називається "Інтернет" 528. Обидві - місцева мережа 522 та Інтернет 528 - використовують електричні, електромагнітні або оптичні сигнали, що переносять цифрові потоки даних. Сигнали через різні мережі, та сигнали по мережевому каналу 520 та через інтерфейс 518 обміну інформацією, які переносять 55 цифрові дані до комп'ютерної системи 500 та від комп'ютерної системи 500, є прикладом форм засобів передавання даних.

[0109] Комп'ютерна система 500 може надсилати повідомлення та отримувати дані, в тому числі програмний код, через мережу (мережі), мережевий канал 520 та інтерфейс 518 обміну інформацією. У прикладі із використанням Інтернету сервер 530 може передавати запитуваний 60 код для прикладної програми через Інтернет 528, ISP 526, локальну мережу 522 та інтерфейс

518 обміну інформацією.

[0110] Отриманий код може бути виконаний процесором 504, оскільки він приймається та/або зберігається у пристрої 510 зберігання даних або іншому енергонезалежному пристрої збереження даних для подальшого виконання.

#### 5 [0111] ПЕРЕВАГИ ПЕВНИХ ВАРІАНТІВ ЗДІЙСНЕННЯ ВИНАХОДУ

[0112] Використовуючи описані у даному документі методи, комп'ютер може доставляти оцінювання атмосферних опадів та пов'язаних з ними невизначеностей щодо місць розташування, де відсутні точні дані про атмосферні опади або для періодів часу, коли дані про атмосферні опади недоступні. Наприклад, методи, що містяться у даному документі, можуть забезпечувати ймовірнісні оцінювання атмосферних опадів на рівні розташування на полі на основі лише результатів вимірювання вимірювальними приладами, які в іншому випадку можуть бути недоступними в публічних та/або комерційних джерелах даних. Способи можуть бути використані у комп'ютерних реалізаціях для передачі обчислювальному пристрою користувача у відповідь на запит ймовірнісних оцінювань значень атмосферних опадів у полях зростання або інших місцях розташування, навіть якщо зафіксовані значення атмосферних опадів є значеннями для значно менш деталізованих областей або місць розташування, є неповними значеннями, відсутні та/або недоступні. Отже, експлуатаційні характеристики обчислювального пристрою кінцевого користувача можуть бути покращені, оскільки прикладні програми пристрою можуть отримувати та використовувати дані, які в іншому випадку були б недоступними, уникати помилок, які вводяться через неповні дані, та/або розповсюджувати невизначеності щодо випадків випадання та інтенсивності атмосферних опадів для поліпшення процесу прийняття рішень.

#### [0113] РОЗШИРЕННЯ ТА АЛЬТЕРНАТИВИ

[0114] У вищезгаданому описі, варіанти здійснення винаходу були описані з посиланням на численні конкретні деталі, які можуть відрізнятися від одного варіанту реалізації до іншого варіанту реалізації. Відповідно, опис та графічні матеріали розглядаються в ілюстративному, а не обмежувальному значенні. Єдиним та винятковим показником обсягу даного винаходу, а також того, що заявники розглядають як обсяг даного винаходу, є буквальный та еквівалентний обсяг сукупності пунктів формули винаходу, викладених у цій заявці, у конкретній формі, в якій такі пункти формули винаходу опубліковані, включаючи будь-яке подальше виправлення.

### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб представлення інформації щодо атмосферних опадів, що базується на застосуванні комп'ютерної техніки, що включає у себе:

отримання через комп'ютерну мережу одного або кількох цифрових записів спостережень за атмосферними опадами, які містять сукупність значень цифрових даних, що представляють інформацію про випадки випадання атмосферних опадів у першій сукупності місць розташування та інтенсивності атмосферних опадів у першій сукупності місць розташування; використовуючи цифрову програмувальну логіку у модулі оцінювання випадків випадання цифрового електронного метеорологічного комп'ютера, створення та зберігання у базі даних атмосферних опадів одного або декількох полів випадків випадання атмосферних опадів за допомогою:

повторення наступних етапів для кожного місця розташування другої сукупності місць розташування для кожної з будь-якої кількості ітерацій:

а) вибір конкретного місця розташування з другої сукупності місць розташування;

б) створення ймовірнісного оцінювання випадків випадання атмосферних опадів у конкретному місці розташування на основі випадків випадання атмосферних опадів у першій сукупності місць розташування та одного чи декількох ймовірнісних оцінювань, що описують випадки випадання атмосферних опадів у одному або декількох інших місцях розташування другої сукупності місць розташування;

в) актуалізація одного або декількох ймовірнісних оцінювань випадків випадання атмосферних опадів у одному або декількох інших місцях другої сукупності місць розташування на основі ймовірнісного оцінювання випадків випадання атмосферних опадів у конкретному місці;

визначення, чи змінилися під час певної ітерації одне або декілька значень більше, ніж встановлене пороговим значенням;

у відповідь на визначення того, що одне або декілька значень змінено більше, ніж встановлене пороговим значенням, виконання наступної ітерації;

у відповідь на визначення того, що одне або декілька значень не змінено більше, ніж встановлене пороговим значенням, об'єднання ймовірнісних оцінювань випадків випадання

атмосферних опадів у другій сукупності місць розташування у одне або декілька полів випадків випадання атмосферних опадів;

використовуючи цифрову програмувальну логіку у модулі оцінювання інтенсивності метеорологічного комп'ютера, створення та зберігання у базі даних атмосферних опадів одного або декількох полів інтенсивності атмосферних опадів за допомогою:

для кожного місця розташування другої сукупності місць розташування: створення та зберігання одного або декількох значень даних, що описують співвідношення між інтенсивністю атмосферних опадів у місці розташування та інтенсивністю атмосферних опадів у одному або декількох інших місцях розташування другої сукупності місць розташування;

створення та зберігання одного або декількох розподілень інтенсивності атмосферних опадів у місці розташування, включаючи цифрове обмеження розподілення за інтенсивністю атмосферних опадів у одному або декількох інших місцях розташування другої сукупності місць розташування та/або значень даних, що відображають інтенсивність атмосферних опадів у першій сукупності місць розташування;

виокремлення одного або декількох значень даних, що представляють інформацію про ймовірнісні оцінювання інтенсивності на основі одного або декількох значень даних, що описують співвідношення та одного або декількох розподілень інтенсивності атмосферних опадів у місці розташування;

об'єднання виокремлених одного або декількох значень даних у одне або декілька полів інтенсивності атмосферних опадів;

використовуючи цифрову програмувальну логіку у модулі оцінювання клімату, створення та зберігання у цифровому вигляді остаточних оцінювань випадків випадання атмосферних опадів та інтенсивності атмосферних опадів в одному або декількох місцях розташування другої сукупності місць розташування на основі одного або декількох полів випадків випадання атмосферних опадів, та одного або більше полів інтенсивності атмосферних опадів.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що створення та зберігання одного або декількох полів випадків випадання атмосферних опадів додатково включає у себе:

створення у цифровому запам'ятовуючому пристрої метеорологічного комп'ютера великої координатної сітки, що представляє інформацію про випадки випадання атмосферних опадів у узагальнених місцях другої сукупності місць розташування;

використовуючи модуль оцінювання випадків випадання, створення ймовірнісних оцінювань випадків випадання атмосферних опадів у кожному з другої сукупності місць розташування, базуючись принаймні частково на оцінених випадках випадання з одного або декількох узагальнених місць розташування, представлених великою координатною сіткою.

3. Спосіб за п. 1, який додатково включає у себе створення та зберігання однієї або декількох агрономічних моделей у цифровому запам'ятовуючому пристрої метеорологічного комп'ютера, базуючись принаймні частково на остаточних оцінюваннях випадків випадання та інтенсивності атмосферних опадів.

4. Спосіб за п. 3, який **відрізняється** тим, що остаточні оцінювання випадків випадання та інтенсивності атмосферних опадів включають у себе одне або декілька оцінювань невизначеності, спосіб, що додатково включає у себе модифікацію агрономічних моделей та зберігання модифікованих агрономічних моделей у цифровому запам'ятовуючому пристрої шляхом розповсюдження одного або декількох оцінювань невизначеності у одну або декілька агрономічних моделей.

5. Спосіб за п. 1, який додатково включає у себе:

створення однієї або декількох змінних, що залежать від висоти над рівнем моря, в цифровому запам'ятовуючому пристрої метеорологічного комп'ютера;

при цьому модуль оцінювання випадків випадання застосовує коефіцієнти для однієї або декількох змінних, що залежать від висоти над рівнем моря, при створенні одного або декількох полів випадків випадання атмосферних опадів;

при цьому модуль оцінювання інтенсивності застосовує коефіцієнти для однієї або декількох змінних, що залежать від висоти над рівнем моря, при створенні одного або декількох полів інтенсивності атмосферних опадів.

6. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що виокремлення одного або декількох значень даних, що представляють інформацію про ймовірнісні оцінювання для інтенсивності, включає у себе:

вибірку значень з одного або декількох розподілень інтенсивності атмосферних опадів у кожному з місць розташування для одного або декількох параметрів;

обчислення однієї або декількох можливих інтенсивностей для кожного з місць розташування другої сукупності місць розташування на основі одного або декількох параметрів та однієї або декількох незалежних змінних.

7. Спосіб за п. 6, який **відрізняється** тим, що одна або декілька незалежних змінних включають широту, довготу та висоту.

8. Спосіб за п. 6, який **відрізняється** тим, що обчислення однієї або декількох можливих інтенсивностей включає у себе:

створення однієї або декількох коваріаційних матриць, що включають у себе відстані кожного місця з другої сукупності місць розташування до кожного з місць першої сукупності місць розташування;

застосування функції звуження до однієї або декількох коваріаційних матриць для створення однієї або декількох ефективних, в обчислюваному сенсі, коваріаційних матриць; обчислення однієї або декількох можливих інтенсивностей за допомогою однієї або декількох ефективних, в обчислюваному сенсі, коваріаційних матриць.

9. Спосіб за п. 1, який додатково включає у себе цифрове збільшення одного або декількох полів інтенсивності атмосферних опадів за допомогою одного або декількох полів випадків випадання атмосферних опадів.

10. Спосіб за п. 1, який додатково включає у себе:

використовуючи цифрову програмувальну логіку у модулі метеорологічного прогнозу, створення та відображення одного або декількох метеорологічних прогнозів, базуючись принаймні частково на остаточних оцінюваннях випадків випадання та інтенсивності атмосферних опадів.

11. Щонайменше один енергонезалежний машиночитаний носій інформації, що зберігає команди, які при виконанні одним або декількома обчислювальними пристроями, призводять до виконання наступного:

отримання через комп'ютерну мережу одного або декількох цифрових записів спостережень за атмосферними опадами, які містять сукупність значень цифрових даних, що представляють інформацію про випадки випадання атмосферних опадів у першій сукупності місць розташування та інтенсивності атмосферних опадів у першій сукупності місць розташування;

використовуючи цифрову програмувальну логіку у модулі оцінювання випадків випадання цифрового електронного метеорологічного комп'ютера, створення та зберігання у базі даних атмосферних опадів одного або декількох полів випадків випадання атмосферних опадів за допомогою:

повторення наступних етапів для кожного місця розташування другої сукупності місць розташування для кожної з будь-якої кількості ітерацій:

а) вибір конкретного місця розташування з другої сукупності місць розташування;

б) створення ймовірного оцінювання випадків випадання атмосферних опадів у конкретному місці розташування на основі випадків випадання атмосферних опадів у першій сукупності місць розташування та одного чи декількох ймовірних оцінювань, що описують випадки випадання атмосферних опадів у одному або декількох інших місцях розташування другої сукупності місць розташування;

в) актуалізація одного або декількох ймовірних оцінювань випадків випадання атмосферних опадів у першій сукупності місць розташування та у одному або декількох інших місцях другої сукупності місць розташування на основі ймовірного оцінювання випадків випадання атмосферних опадів у конкретному місці розташування; визначення, чи змінилися під час певної ітерації одне або декілька значень більш ніж встановлене пороговим значенням;

у відповідь на визначення того, що одне або декілька значень змінено більш ніж встановлене пороговим значенням, виконання наступної ітерації;

у відповідь на визначення того, що одне або декілька значень не змінено більше, ніж встановлене пороговим значенням, об'єднання ймовірних оцінювань випадків випадання атмосферних опадів у другій сукупності місць розташування у одне або декілька полів випадків випадання атмосферних опадів;

використовуючи цифрову програмувальну логіку у модулі оцінювання інтенсивності метеорологічного комп'ютера, створення та зберігання у базі даних атмосферних опадів одного або декількох полів інтенсивності атмосферних опадів за допомогою наступного:

для кожного місця розташування другої сукупності місць розташування:

створення та зберігання одного або декількох значень даних, що описують співвідношення між інтенсивністю атмосферних опадів у місці розташування та інтенсивністю атмосферних опадів у одному або декількох інших місцях розташування другої сукупності місць розташування;

створення та зберігання одного або декількох розподілень інтенсивності атмосферних опадів у місці розташування, включаючи цифрове обмеження розподілення за інтенсивністю

атмосферних опадів у одному або декількох інших місцях розташування другої сукупності місць розташування та/або значень даних, що відображають інтенсивність атмосферних опадів у першій сукупності місць розташування;

5 виокремлення одного або декількох значень даних, що представляють інформацію про ймовірнісні оцінювання інтенсивності на основі одного або декількох значень даних, що описують співвідношення, та одного або декількох розподілень інтенсивності атмосферних опадів у місці розташування;

об'єднання виокремлених одного або декількох значень даних у одне або декілька полів інтенсивності атмосферних опадів;

10 використовуючи цифрову програмувальну логіку у модулі оцінювання клімату, створення та зберігання у цифровому вигляді остаточних оцінювань випадків випадання атмосферних опадів та інтенсивності атмосферних опадів в одному або декількох місцях розташування другої сукупності місць розташування на основі одного або декількох полів випадків випадання атмосферних опадів та одного або більше полів інтенсивності атмосферних опадів.

15 12. Щонайменше один енергонезалежний машиночитаний носій інформації за п. 11, який **відрізняється** тим, що створення та зберігання одного або декількох полів випадків випадання атмосферних опадів додатково включає у себе:

створення у цифровому запам'ятовуючому пристрої метеорологічного комп'ютера великої координатної сітки, що представляє інформацію про випадки випадання атмосферних опадів в узагальнених місцях другої сукупності місць розташування;

20 використовуючи модуль оцінювання випадків випадання, створення ймовірнісних оцінювань випадків випадання атмосферних опадів у кожному з другої сукупності місць розташування, базуючись принаймні частково на оцінених випадках випадання з одного або декількох узагальнених місць розташування, представлених великою координатною сіткою.

25 13. Щонайменше один енергонезалежний машиночитаний носій інформації за п. 11, що додатково включає у себе створення та зберігання однієї або декількох агрономічних моделей у цифровому запам'ятовуючому пристрої метеорологічного комп'ютера, базуючись принаймні частково на остаточних оцінюваннях випадків випадання та інтенсивності атмосферних опадів.

30 14. Щонайменше один енергонезалежний машиночитаний носій інформації за п. 13, який **відрізняється** тим, що остаточні оцінювання для випадків випадання та інтенсивності атмосферних опадів включають у себе одне або декілька оцінювань невизначеності, при цьому команда, коли вона виконується одним або декількома обчислювальними пристроями, додатково викликає модифікацію агрономічних моделей та зберігання модифікованих агрономічних моделей у цифровому запам'ятовуючому пристрої шляхом розповсюдження одного або декількох оцінювань невизначеності в одній або декількох агрономічних моделях.

35 15. Щонайменше один енергонезалежний машиночитаний носій інформації за п. 11, що додатково включає у себе:

створення однієї або декількох змінних, що залежать від висоти над рівнем моря, в цифровому запам'ятовуючому пристрої метеорологічного комп'ютера;

40 при цьому модуль оцінювання випадків випадання застосовує коефіцієнти для однієї або декількох змінних, що залежать від висоти над рівнем моря, при створенні одного або декількох полів випадків випадання атмосферних опадів;

при цьому модуль оцінювання інтенсивності застосовує коефіцієнти для однієї або декількох змінних, що залежать від висоти над рівнем моря, при створенні одного або декількох полів інтенсивності атмосферних опадів.

45 16. Щонайменше один енергонезалежний машиночитаний носій інформації за п. 11, який **відрізняється** тим, що виокремлення одного або кількох значень даних, що представляють ймовірнісні оцінювання для інтенсивності, включає у себе:

вибірку значень з одного або декількох розподілень інтенсивності атмосферних опадів у кожному з місць розташування для одного або декількох параметрів;

50 обчислення однієї або декількох можливих інтенсивностей для кожного з місць розташування другої сукупності місць розташування на основі одного або декількох параметрів та однієї або декількох незалежних змінних.

55 17. Щонайменше один енергонезалежний машиночитаний носій інформації за п. 16, який **відрізняється** тим, що одна або декілька незалежних змінних включають широту, довготу та висоту.

18. Щонайменше один енергонезалежний машиночитаний носій інформації за п. 16, який **відрізняється** тим, що обчислення однієї або більше можливих інтенсивностей включає у себе:

створення однієї або декількох коваріаційних матриць, що включають у себе відстані кожного місця з другої сукупності місць розташування до кожного з місць першої сукупності місць розташування;

- 5 застосування функції звуження до однієї або декількох коваріаційних матриць для створення однієї або декількох ефективних, у обчислювальному сенсі, коваріаційних матриць;  
 обчислення однієї або декількох можливих інтенсивностей за допомогою однієї або декількох ефективних, у обчислювальному сенсі, коваріаційних матриць.

- 10 19. Щонайменше один енергонезалежний машиночитаний носій інформації за п. 16, що додатково включає у себе цифрове збільшення одного або декількох полів інтенсивності атмосферних опадів за допомогою одного або декількох полів випадків випадання атмосферних опадів.

- 20 20. Щонайменше один енергонезалежний машиночитаний носій інформації за п. 16, що додатково включає у себе:  
 15 використовуючи цифрову програмувальну логіку у модулі метеорологічного прогнозу, створення та відображення одного або декількох метеорологічних прогнозів, базуючись принаймні частково на остаточних оцінюваннях випадків випадання та інтенсивності атмосферних опадів.

- 20 21. Метеорологічна обчислювальна система, що включає у себе: компонент обміну інформацією, виконаний із можливістю одержання, через комп'ютерну мережу, одного або кількох цифрових записів спостережень за атмосферними опадами, які містять сукупність значень цифрових даних, що представляють інформацію про випадки випадання атмосферних опадів у першій сукупності місць розташування та інтенсивності атмосферних опадів у першій сукупності місць розташування;

- 25 модуль оцінювання випадків випадання, виконаний із можливістю використання цифрової програмувальної логіки для створення та зберігання у базі даних атмосферних опадів одного або декількох полів випадків випадання атмосферних опадів за допомогою:  
 повторення наступних етапів для кожного місця розташування другої сукупності місць розташування для кожної з будь-якої кількості ітерацій:

- 30 а) вибір конкретного місця розташування з другої сукупності місць розташування;  
 б) створення ймовірнісного оцінювання випадків випадання атмосферних опадів у конкретному місці розташування на основі випадків випадання атмосферних опадів у першій сукупності місць розташування та одного чи декількох ймовірнісних оцінювань, що описують випадки випадання атмосферних опадів в одному або декількох інших місцях розташування другої сукупності місць розташування;

- 35 с) актуалізація одного або декількох ймовірнісних оцінювань випадків випадання атмосферних опадів у першій сукупності місць розташування та у одному або декількох інших місцях другої сукупності місць розташування на основі ймовірнісного оцінювання випадків випадання атмосферних опадів у конкретному місці розташування; визначення, чи змінилися під час певної ітерації одне або декілька значень більш ніж встановлене пороговим значенням;

- 40 у відповідь на визначення того, що одне або декілька значень змінено більше, ніж встановлене пороговим значенням, виконання наступної ітерації;

- у відповідь на визначення того, що одне або декілька значень не змінено більше, ніж встановлене пороговим значенням, об'єднання ймовірнісних оцінювань випадків випадання атмосферних опадів у другій сукупності місць розташування у одне або декілька полів випадків випадання атмосферних опадів;

- 45 модуль оцінювання інтенсивності, виконаний із можливістю використання цифрової програмувальної логіки для створення та зберігання у базі даних атмосферних опадів одного або декількох полів інтенсивності атмосферних опадів за допомогою:  
 для кожного місця розташування другої сукупності місць розташування:

- 50 створення та зберігання одного або декількох значень даних, що описують співвідношення між інтенсивністю атмосферних опадів у місці розташування та інтенсивністю атмосферних опадів в одному або декількох інших місцях розташування другої сукупності місць розташування;

- створення та зберігання одного або декількох розподілень інтенсивності атмосферних опадів у місці розташування, включаючи цифрове обмеження розподілення за інтенсивністю атмосферних опадів в одному або декількох інших місцях розташування другої сукупності місць розташування та/або значень даних, що відображають інтенсивність атмосферних опадів у першій сукупності місць розташування;

- 60 виокремлення одного або декількох значень даних, що представляють інформацію про ймовірнісні оцінювання інтенсивності на основі одного або декількох значень даних, що описують співвідношення, та одного або декількох розподілень інтенсивності атмосферних опадів у місці розташування;



об'єднання виокремлених одного або декількох значень даних у одне або декілька полів інтенсивності атмосферних опадів;

модуль оцінювання клімату, виконаний із можливістю використання цифрової програмованої логіки для створення та зберігання остаточних оцінювань випадків випадання та інтенсивності атмосферних опадів у одному або декількох місцях розташування другої сукупності місць розташування на основі одного або декількох полів випадків випадання атмосферних опадів, та одного або декількох полів інтенсивності атмосферних опадів.

22. Метеорологічна обчислювальна система за п. 21, яка **відрізняється** тим, що модуль випадків випадання атмосферних опадів додатково виконаний із можливістю створення та зберігання одного або декількох полів випадків випадання атмосферних опадів за допомогою:

створення у цифровому запам'ятовуючому пристрої метеорологічного обчислювального пристрою великої координатної сітки, що представляє інформацію про випадки випадання атмосферних опадів у узагальнених місцях другої сукупності місць розташування;

використовуючи модуль оцінювання випадків випадання, створення ймовірнісних оцінювань випадків випадання атмосферних опадів у кожному з другої сукупності місць розташування, базуючись принаймні частково на оцінених випадках випадання з одного або декількох узагальнених місць розташування, представлених великою координатною сіткою.

23. Метеорологічна обчислювальна система за п. 21, яка додатково включає у себе модуль агрономічної моделі, виконаний із можливістю використання цифрової програмованої логіки для створення та зберігання однієї або декількох агрономічних моделей у цифровому запам'ятовуючому пристрої метеорологічного обчислювального пристрою, базуючись принаймні частково на остаточних оцінюваннях випадків випадання та інтенсивності атмосферних опадів.

24. Метеорологічний обчислювальний пристрій за п. 23, який **відрізняється** тим, що остаточні оцінювання випадків випадання та інтенсивності атмосферних опадів включають у себе одне або декілька оцінювань невизначеності;

при цьому модуль агрономічної моделі додатково виконаний із можливістю модифікації агрономічних моделей шляхом розповсюдження одного або декількох оцінювань невизначеності в одній або декількох агрономічних моделях та зберігання модифікованих агрономічних моделей у цифровому запам'ятовуючому пристрої.

25. Метеорологічна обчислювальна система за п. 21, яка **відрізняється** тим, що модуль оцінювання випадків випадання додатково виконаний із можливістю створювати одне або декілька полів випадків випадання атмосферних опадів, базуючись принаймні частково на одній або декількох змінних, що залежать від висоти над рівнем моря;

при цьому модуль оцінювання інтенсивності додатково виконаний із можливістю створення одного або декількох полів інтенсивності атмосферних опадів, базуючись принаймні частково на одній або декількох змінних, що залежать від висоти над рівнем моря.

26. Метеорологічна обчислювальна система за п. 21, яка **відрізняється** тим, що модуль оцінювання інтенсивності додатково виконаний із можливістю виокремлення одного або декількох значень даних, що представляють інформацію про ймовірнісні оцінювання інтенсивності, за допомогою:

вибірки значень з одного або декількох розподілень інтенсивності атмосферних опадів у кожному з місць розташування для одного або декількох параметрів;

обчислення однієї або декількох можливих інтенсивностей для кожного з місць розташування другої сукупності місць розташування на основі одного або декількох параметрів та однієї або декількох незалежних змінних.

27. Метеорологічна обчислювальна система за п. 26, яка **відрізняється** тим, що одна або декілька незалежних змінних включають широту, довготу та висоту.

28. Метеорологічна обчислювальна система за п. 26, яка **відрізняється** тим, що модуль оцінювання інтенсивності додатково виконаний із можливістю обчислення однієї або більше можливих інтенсивностей за допомогою:

створення однієї або декількох коваріаційних матриць, що включають у себе відстані кожного місця з другої сукупності місць розташування до кожного з місць першої сукупності місць розташування;

застосування функції звуження до однієї або декількох коваріаційних матриць для створення однієї або декількох ефективних, у обчислювальному сенсі, коваріаційних матриць;

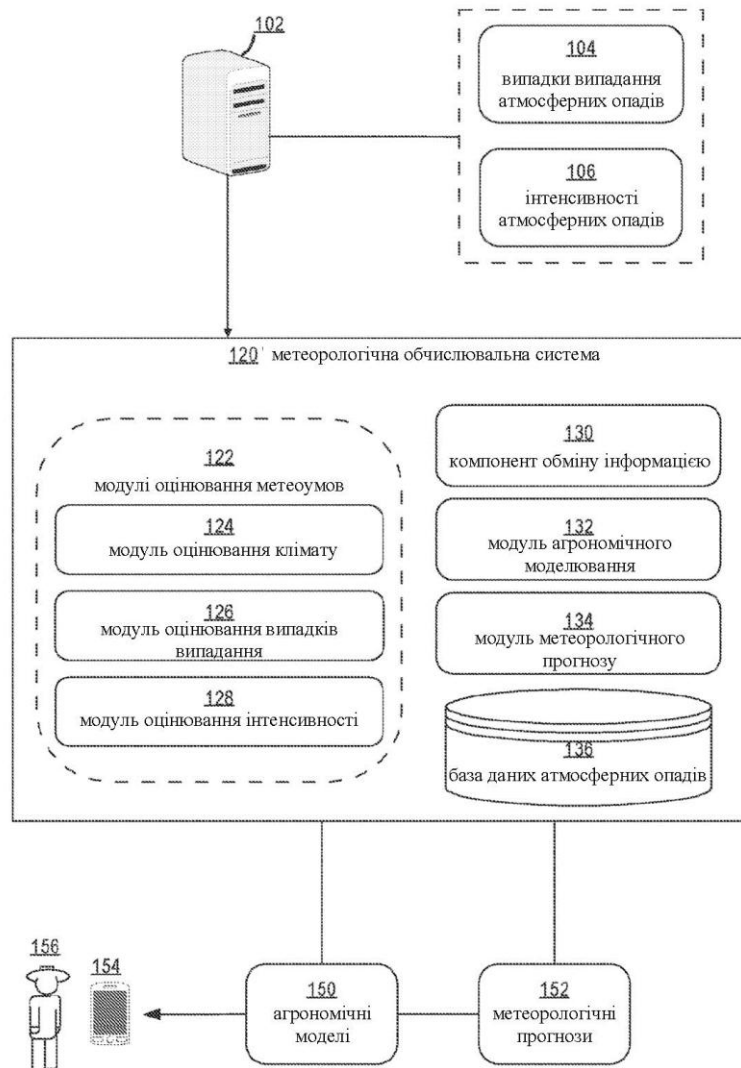
обчислення однієї або декількох можливих інтенсивностей за допомогою однієї або декількох ефективних, у обчислювальному сенсі, коваріаційних матриць.

29. Метеорологічна обчислювальна система за п. 26, яка **відрізняється** тим, що модуль оцінювання інтенсивності додатково виконаний із можливістю цифрового підсилення одного або

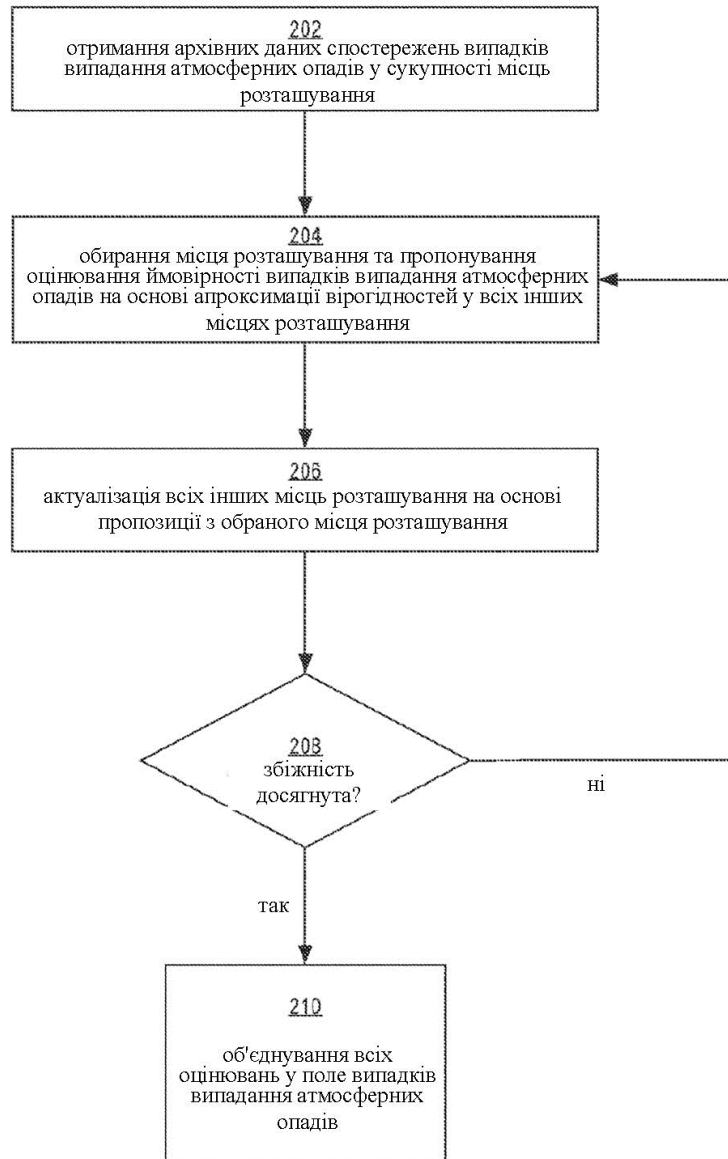
декількох полів інтенсивності атмосферних опадів за допомогою одного або декількох полів випадків випадання атмосферних опадів.

30. Метеорологічна обчислювальна система за п. 26, яка додатково включає у себе:

- 5 модуль прогнозу погоди, виконаний із можливістю використання цифрової програмувальної логіки для створення та відображення одного або декількох метеорологічних прогнозів, базуючись принаймні частково на остаточних оцінюваннях випадків випадання та інтенсивності атмосферних опадів.



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3

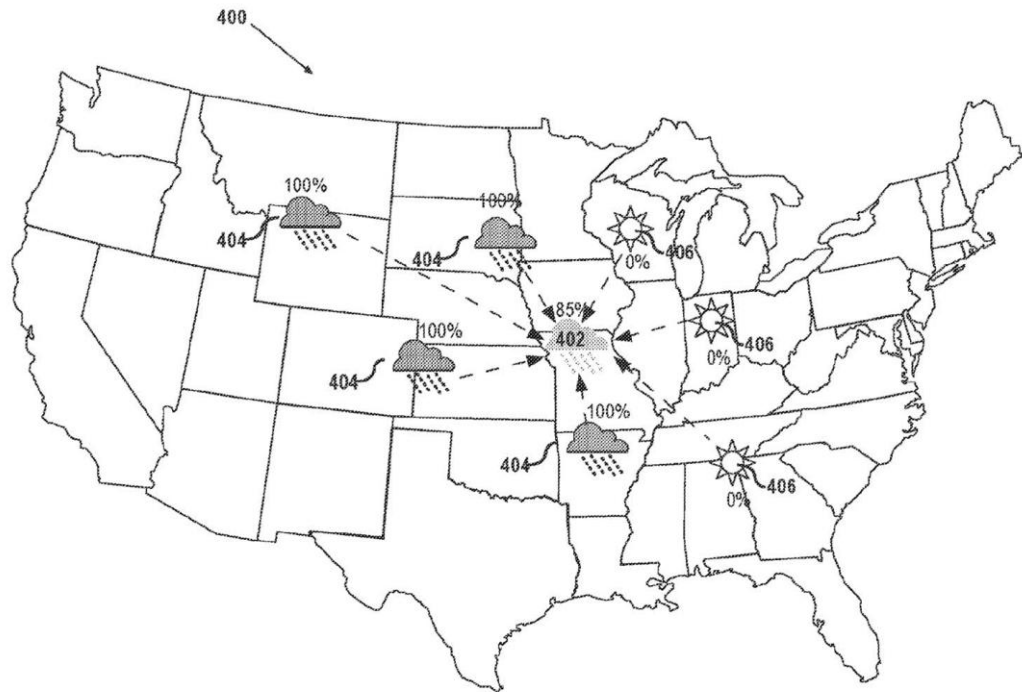


Fig. 4A

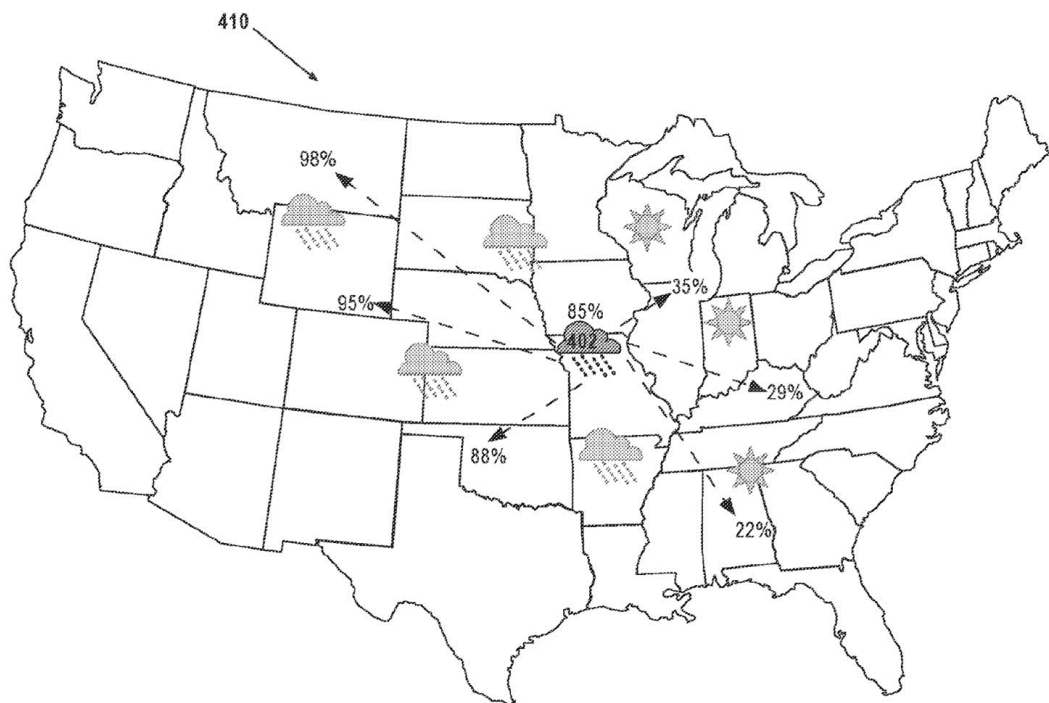
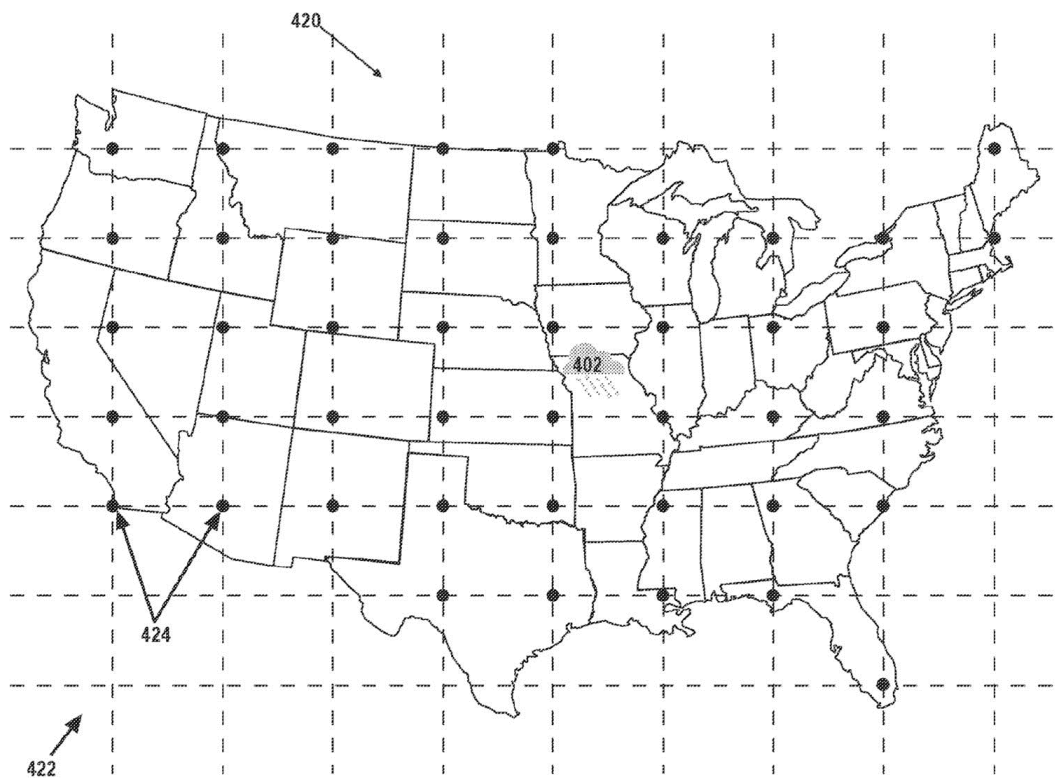
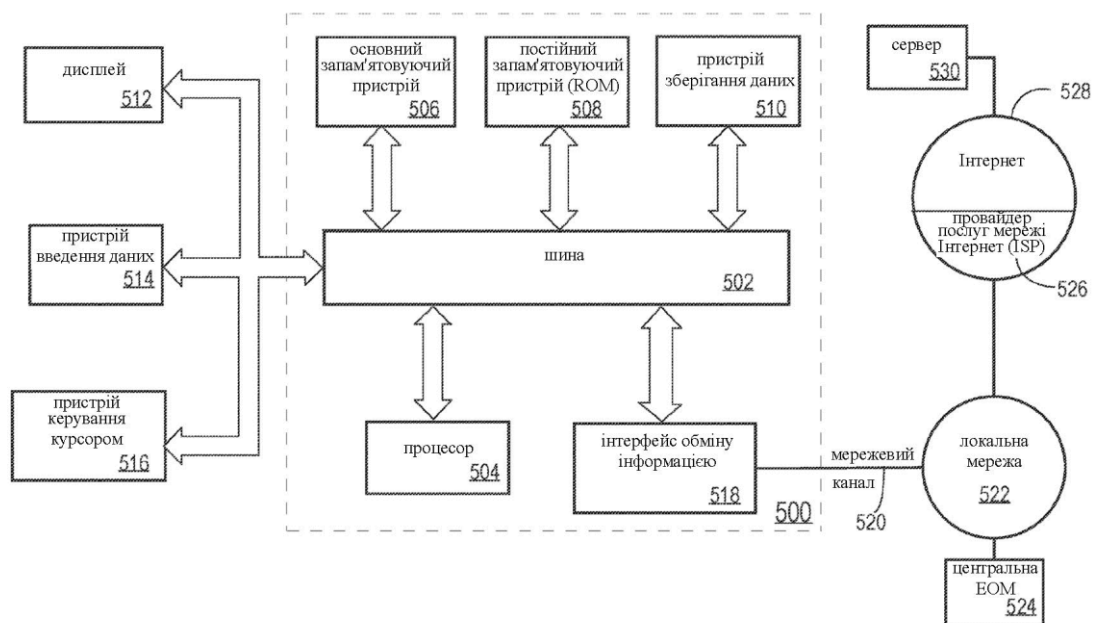


Fig. 4B



Фіг. 4С



Фіг. 5

