



(19) **UA** (11) **78 725** (13) **C2**
(51)МПК

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
УКРАИНЫ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ УКРАИНЫ

(21), (22) Заявка: 20040504049, 24.10.2002

(24) Дата начала действия патента: 25.04.2007

(30) Приоритет: 01.11.2001 US 09/998,863

(46) Дата публикации: 24.04.2007 G01V 3/38
20070101CFI20070115RMUA G01V
11/00 20070101CLI20070115RMUA
G05D 11/00
20070101CLI20070115RMUA G06F
19/00 20070101CLI20070115RMUA

(86) Заявка PCT:

PCT/US02/34049, 20021024

(72) Изобретатель:

Руни Дениел Джеймс, US,

Дудка Марек, US,

Чейни Марк Эндрю, US

(73) Патентовладелец:

ДЖОН ДИР ФУДОРИДЖИНС, ИНК., US

(54) СПОСОБ ПОЧВЕННОЙ СЪЕМКИ

(57) Реферат:

Предлагается способ определения состояния подповерхностного слоя почвы в определенном географическом регионе 14, которому соответствуют определенные параметры, характеризующие подповерхностный слой почвы, например параметры, полученные по результатам почвенной съемки, проведенной министерством сельского хозяйства США. Предлагаемый способ заключается в том, что в определенных точках 44 на территории географического региона устанавливают измерительные приборы 18, 20 для определения параметров, характеризующих подповерхностный слой почвы, к которым относятся, например, тип почвы или толщина подповерхностного слоя, сравнивают

действительные значения параметров с эталонными параметрами, определенными для географического региона, для определения связи между действительными и эталонными параметрами и принимают решение об установке измерительных приборов в другой точке 44 и о положении приборов в зависимости от результатов сравнения.

Официальный бюллетень "Промышленная собственность". Книга 1 "Изобретения, полезные модели, топографии интегральных микросхем", 2007, N 5, 25.04.2007. Государственный департамент интеллектуальной собственности Министерства образования и науки Украины.



(19) **UA** (11) **78 725** (13) **C2**
(51) Int. Cl.

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF
UKRAINE

STATE DEPARTMENT OF INTELLECTUAL
PROPERTY

(12) **DESCRIPTION OF PATENT OF UKRAINE FOR INVENTION**

(21), (22) Application: 20040504049, 24.10.2002

(24) Effective date for property rights: 25.04.2007

(30) Priority: 01.11.2001 US 09/998,863

(46) Publication date: 24.04.2007G01V 3/38
20070101CFI20070115RMUA G01V
11/00 20070101CLI20070115RMUA
G05D 11/00
20070101CLI20070115RMUA G06F
19/00 20070101CLI20070115RMUA

(86) PCT application:
PCT/US02/34049, 20021024

(72) Inventor:

Runy Daniel James, US,
Dudka Marek, US,
Cheiny Mark Andrew, US

(73) Proprietor:

JOHN DEER FOODORIGINS, INC., US

(54) **METHOD OF SOIL SURVEY**

(57) Abstract:

Methods of characterising subsurface conditions in a selected geographic region (14) previously associated as a whole with a specific subsurface material characteristic reference profile such as from a USDA-NRCS soil survey. The method includes deploying a sensing tool (18,20) at selected positions (44) within the geographic region to determine a depth-referenced subsurface material characteristic such as soil type or strata, comparing the determined subsurface material characteristic to the subsurface material characteristic reference profile associated with the geographic region (14) to

determine a correlation between the subsurface material characteristic reference profile and the depth-referenced subsurface material characteristic, and then deciding whether to deploy the tool at another position (44), and at what optimum position to deploy the tool, by considering the correlation.

Official bulletin "Industrial property". Book 1 "Inventions, utility models, topographies of integrated circuits", 2007, N 5, 25.04.2007. State Department of Intellectual Property of the Ministry of Education and Science of Ukraine.



(19) **UA** (11) **78 725** (13) **C2**
(51) МПК

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

(12) ОПИС ВІНАХОДУ ДО ПАТЕНТУ УКРАЇНИ

(21), (22) Дані стосовно заявки:
20040504049, 24.10.2002

(24) Дата набуття чинності: 25.04.2007

(30) Дані стосовно пріоритету відповідно до Паризької конвенції : 01.11.2001 US 09/998,863

(46) Публікація відомостей про видачу патенту
(деклараційного патенту): 24.04.2007 G01V 3/38
20070101CFI20070115RMUA G01V
11/00 20070101CLI20070115RMUA
G05D 11/00
20070101CLI20070115RMUA G06F
19/00 20070101CLI20070115RMUA

(86) Номер та дата подання міжнародної заявки
відповідно до договору PCT:
PCT/US02/34049, 20021024

(72) Винахідник(и):
Руні Деніел Джеймс, US,
Дудка Марек, US,
Чейні Марк Ендрю, US

(73) Власник(и):
ДЖОН ДІР ФУДОРІДЖІНС, ІНК., US

(54) СПОСІБ ГРУНТОВОЇ ТА ТОПОГРАФІЧНОЇ ЗЙОМКИ

(57) Реферат:

За способом визначають характеристики підповерхневих умов у вибраному географічному районі (14), заздалегідь охарактеризованому загалом відповідним певним характеристичним еталонним профілем підповерхневих порід, наприклад, взятим із звітів USDA-NRCS про ґрунтові зйомки. Спосіб містить етапи, які полягають в тому, що розгортають вимірювальний засіб (18, 20) у вибраних позиціях (44) в межах географічного району, щоб визначити прив'язану по глибині характеристику підповерхневої породи,

наприклад ґрунтовий тип або шар, порівнюють отриману характеристику підповерхневої породи з характеристичним еталонним профілем підповерхневих порід, відповідним географічному району (14), щоб визначити кореляцію між характеристичним еталонним профілем підповерхневих порід і прив'язаною по глибині характеристикою підповерхневої породи, і потім ухвалюють рішення про те, чи розгортати засіб в іншій позиції (44), і в якій оптимальній позиції розгорнути засіб з урахуванням кореляції.

Опис винаходу

Даний винахід відноситься до способів ґрунтової і топографічної зйомки і ґрунтового і топографічного картування і, зокрема, до способу визначення місць взяття ґрунтових зразків і досліджень з використанням датчиків на ділянках, для яких наявності є раніше отримані дані зйомки різних типів.

Інформація про ґрунти в США вільно доступна у вигляді аерофотознімків з накладеними на них замкненими контурами або багатокутниками, кожний з яких включає географічний район або "ґрунтово-географічну одиницю", маркіровану номером, відповідним певному характеристичному еталонному профілю підповерхневих порід, позначеному як опис ґрунтової серії в Звіті про ґрунтові зйомки Національною службою охорони природних ресурсів Міністерства сільськогосподарства США (USDA-NRCS). Дані звіти про ґрунтові зйомки в цей час складені на більш ніж дев'яносто процентів географічних областей США, і, при цьому, є і інші види карт з властивостями ґрунтів як для США, так і для інших географічних регіонів. У межах будь-якого даного поля може бути декілька багатокутників, кожний з яких обмежує нумеровану ґрунтово-географічну одиницю. У середньому, може бути близько 5,5 багатокутників на будь-яку ділянку площею 100 акрів (0,4 кв.км). Оскільки номер ґрунтово-географічної одиниці відповідає конкретному характеристичному типу і профілю ґрунту, то в межах конкретної ділянки може бути багато ґрунтово-географічних одиниць з однаковими позначеннями. При зйомці застосовують таблицю, яка зв'язує кожний номер з назвою ґрунтової серії, а для кожної назви ґрунтової серії Звіт про ґрунтову зйомку містить текстовий опис характерного ґрунтового профілю. Наприклад, роздруківка для серії "Drummer Series", відповідної ґрунтово-географічній одиниці "152", містить наступну інформацію.

Серія Drummer складається з потужних майже горизонтальних слабо дренажних ґрунтів. Дані ґрунти знаходяться на шляхах водозбору і широких плоских ділянках височин. Вони сформовані в пілуватих породах і підстильному стратифікованому суглинку.

На характерному профілі поверхневий шар являє собою чорний і темно-сірий пілуватий важкий суглинок товщиною близько 18 дюймів. Підґрунт товщиною близько 32 дюймів являє собою оливково-сірий і сірий із зміною до ясно-сірого пілуватий важкий суглинок з насиченими коричневими вкрапленнями. Підстильною породою є сірий і насичено коричневий піщанистий важкий суглинок і пілуватий суглинок.

Дані ґрунти характеризуються середньою проникністю і високою корисною вологоємністю. Поверхневий дренаж і внутрішньогрунтовий дренаж здійснюються дуже повільно, і мокрий ґрунт характеризується низькою стійкістю. ґрунти часто перезволожуються і зазнають підтоплення або затоплення в періоди поверхневого стоку. Сезонна глибина горизонту ґрунтових вод менше 2 футів.

Дані ґрунти особливо придатні для зростання сільськогосподарських культур, якщо відповідно дренажні гончарними трубами. Перезволоження, що часто відбуваються, і ризик підтоплення або затоплення сильно обмежують їх використання.

Характерний профіль пілуватого важкого суглинку серії Drummer, в точці, розташованій в 480 футах на південь і 75 футах на захід від північно-східного кута ділянки SE1/4 sec. 24, T. 39 N., R. 3 E.

A11 - 0-11 дюймів; чорний (10YR 2/1) пілуватий важкий суглинок, з помірно тонкою, тонкою і ультратонкою, зернистою структурою, рихлий, нейтральний, з плавним і рівним межею.

A12 - 11-18 дюймів, чорний (10YR 2/1) і сильно темно-сірий (10YR 3/1) пілуватий важкий суглинок, з неміцною, тонкою, структурою, що складається з напівкутастих часток, що розділяється на помірно тонку, тонку і зернисту структури, рихлий, нейтральний, з пивною і рівною межею.

B21g - 18-29 дюймів, оливково-сірий (5X 5/2) пілуватий важкий суглинок, з рідкими, дрібними, невиразними, насичено-коричневими (7.5 YR 5/6) вкрапленнями, з помірно тонкою, тонкою, структурою, що складається з призматичних часток, що розділяється на помірно тонку, тонку, що складається з напівкутастих часток, щільний, нейтральний, з пивною і рівною межею.

B22g - 29-50 дюймів, сірий до ясно-сірого (5Y 6/1) і насичено-коричневий (7.5 YR 5/6) пілуватий важкий суглинок, з помірно тонкої, середньозернистою структурою, що складається з призматичних часток, щільний, нейтральний, з різкою і рівною межею.

HC1g - 50-60 дюймів, насичено-коричневий (7.5 YR 5/8) і сірий до ясно-сірого (5Y 6/1) піщанистий важкий суглинок, крупно-структурний, рихлий, слабколужний, з різкою і рівною межею.

HC2g - 60-78 дюймів, сірий до ясно-сірого (5Y 6/1) і дещо рожевувато-сірий (5YR 6/2), коричневий до темно-коричневого (7.5 YR 4/4) і сірий до ясно-сірого (7.5 YR 6/0) пілуватий суглинок, крупно-структурний, рихлий, слабколужний.

Товщина горизонту А становить 8-20 дюймів. Горизонт В може змінюватися по товщині в межах 15-40 дюймів і по гранулометричному складу від пілуватого важкого суглинку до важкого суглинку в нижній частині. Даний горизонт є нейтральним або слабколужним. Склад горизонту С змінюється від суглинку до пілуватого суглинку, аж до піщанистого важкого суглинку.

ґрунти серії Drummer відповідають ґрунтам Пеотона (Peotone) і Фленагана (Flanagan). ґрунти Drummer відрізняються більш тонким горизонтом А, ніж ґрунти Пеотона і гіршими умовами дренажу, ніж ґрунти Фленагана.

Текстовий опис ґрунтових серій містить текстову інформацію про ґрунтовий розріз з характерного профілю, який знаходиться де-небудь в США. Дана інформація про типи ґрунтів і ґрунтові профілі придатна для наближеного розрахунку характеристик ґрунтів будь-якої ґрунтово-географічної одиниці з даної ґрунтової серії (в даному випадку, для одиниці №152 серії Drummer), що знаходиться де-небудь в США або будь-якому іншому місці.

Дані описи характерних профілів звичайно охоплюють глибини від поверхні до приблизно 60-80 дюймів (150-200см) і містять описи горизонтів або ґрунтових шарів. Інформацію про глибину і товщину горизонту і параметри ґрунту приводять для кожного характерного ґрунтового горизонту. Згадані дані, здебільше, дають зображення, з яким, в середньому, може мати схожість ґрунт конкретного типу в типовій ситуації. Тому, в будь-якій даній позиції згадана характеристична інформація буде відрізнятися від фактичних значень глибини і товщини прикордонного шару, і до деякої міри від складу і типу ґрунту в межах кожного контуру або горизонту. Щоб краще класифікувати ґрунти застосовно до вибору обробки, іноді необхідно визначити такі характеристики, як фактичні значення глибини, товщини і складу конкретної ґрунтово-географічної одиниці в межах поля і всіх інших ґрунтово-географічних одиниць в межах даного поля.

У цей час багатокутники USDA-NRCS приблизно на шістдесят процентів території США складені в цифровій формі. Це дозволяє завантажувати межі ґрунтово-географічних одиниць і їх позиції на місцевості з бази даних, доступ до якої можливий по мережі Internet, або з компакт-диска, або іншого запам'ятовуючого пристрою. У деяких випадках аерофотознімки також доступні в цифровому форматі. Однак, текстові описи ґрунтових серій в цей час доступні тільки в текстовому форматі і легко прочитуються і переглядаються будь-якою особою, але незручні для порівняння цифровими методами із зразком або даними вимірювань. Крім того, можлива поява різних погрешностей, оскільки опис, відповідний конкретній ґрунтовій серії, майже завжди отримують з характерного ґрунтового розрізу, отриманого в позиції, розташованій вдалині від фактичного польового багатокутника, з якого знімають карту.

Відповідальність за картування ґрунтів в США в масштабі, що відноситься до Повторного звіту про ґрунтові зйомки, покладена на USDA-NRCS. Звичайно масштаб дорівнює 1:24000-1:60000. Зрозуміло, що так дрібний масштаб не завжди корисний для точного вирішення прикладних задач, наприклад, в сільському господарстві, при картуванні зволжених земель, в будівництві на територіях водозбірних басейнів, при експлуатації і проектуванні майданчиків для гольфа, при археологічному картуванні, при проведенні екологічних експертиз проектів і т.д. Існує потреба в способах для більш точного визначення характеристик підповерхневих умов в географічних районах, що раніше загалом відповідали певному характерному еталонному профілю підґрунтових порід в звіті про ґрунтову зйомку USDA-NRCS' або аналогічному документі, щоб зробити інформацію з бази даних більш корисною для точного вирішення прикладних задач.

Глибини і товщини ґрунтових горизонтів і їх властивості можуть сильно змінюватися на місцевості і навіть в межах даного поля. Якщо для даного поля або ділянки потрібно оцінити важливі властивості ґрунтів, наприклад, запас доступних поживних речовин і водоутримувальну здатність або вміст вуглецю, то необхідно точно визначити вертикальний і горизонтальний розподіл даних властивостей. При взятті керна ґрунту, число аналізованих перерізів в зразку обмежує вертикальний дозвіл оцінки властивостей ґрунту в даній позиції. Це зумовлене високою вартістю і тривалістю процедур відбору, підготовки, аналізу і реєстрації ґрунтових зразків. Для відбору кернів звичайно вибирають всього декілька позицій на місцевості, а з кожного керна для аналізу вибирають лише декілька зразкових перерізів. Дане вертикальне обмеження інформації про ґрунт приводить до погрешностей при спробі створити модель просторового розподілу і об'єму властивостей ґрунту на місцевості,

Відповідно до одного аспекту задачею даного винаходу є розробка способу визначення характеристик підповерхневих умов у вибраному географічному районі, заздалегідь охарактеризованому загалом відповідним певним характеристичним еталонним профілем підповерхневих порід.

Спосіб, згідно з винаходом, полягає в тому, що розгортають вимірювальний засіб у вибраній позиції в межах географічного району, причому, конструкція засобу забезпечує чутливість до вибраного параметра підповерхневих порід, і визначають по сигналу, що надходить від розгорненого засобу, прив'язану по глибині характеристику підповерхневої породи у вибраній позиції. Отриману характеристику підповерхневої породи порівнюють з характеристичним еталонним профілем підповерхневих порід, відповідним географічному району, щоб визначити кореляцію між характеристичним еталонним профілем підповерхневих порід і прив'язаній по глибині характеристиці підповерхневої породи, визначеній по сигналу, що надійшов від розгорненого засобу.

Відповідно до одного з варіантів здійснення спосіб містить також етап, що полягає в тому, що ухвалюють рішення про те, чи розгортати засіб в іншій позиції в межах згаданого географічного району, на основі результату кореляції, отриманої для вибраної позиції.

Відповідно до інших варіантів здійснення географічний район відповідає одній обмеженій ділянці серед таких обмежених ділянок на карті, причому, кожна обмежена ділянка характеризується відповідним їй характеристичним еталонним профілем підповерхневих порід. Наприклад, відповідно до одного способу зйомки ділянок, що особливо широко застосовується в США, географічний район містить окрему ґрунтово-географічну одиницю з контурами, позначеними на схемі розташування ґрунтових профілів Звіту USDA-NRCS, і характеристиками, віднесеними на схемі розташування ґрунтових профілів Звіту USDA-NRCS до характеристичного еталонного профілю підповерхневих порід.

У деяких випадках прив'язана по глибині характеристика підповерхневої породи містить цифровий розріз властивостей ґрунту у вигляді функції глибини. Етап, на якому порівнюють отриману характеристику підповерхневої породи з характеристичним еталонним профілем підповерхневих порід, відповідним географічному району, може містити операцію, яка полягає в тому, що порівнюють глибину межі ґрунтового шару, встановлену по розрізу властивостей ґрунту, з еталонною глибиною межі шару, встановленою по характеристичному еталонному профілю підповерхневих порід.

На практиці, характеристичний еталонний профіль підповерхневих порід іноді містить цифровий ґрунтовий розріз еталонного профілю, що містить, здебільше, близько 10 прив'язаних по глибині дискретних окремих значень, а згадана кореляція складає розрахункову чисельну величину, що характеризує міру схожості між

цифровим розрізом властивостей ґрунту і цифровим ґрунтовим розрізом еталонного профілю.

Етап, на якому отриману характеристику підповерхневої породи порівнюють з характеристичним еталонним профілем підповерхневих порід, відповідним географічному району, в ряді варіантів здійснення містить операцію, що полягає в тому, що механічний склад ґрунту на заданій глибині, встановлений за отриманою характеристикою підповерхневої породи, порівнюють з еталонним механічним складом, встановленим по характеристичному еталонному профілю підповерхневих порід.

У багатьох особливо важливих практичних випадках етап, на якому розгортають вимірювальний засіб, містить операцію, яка полягає в тому, що вимірювальний засіб заглиблюють в ґрунт на глибину, щонайменше, 6 дюймів (15см), в переважному варіанті здійснення на глибину, щонайменше, 24 дюйми (60см).

Переважно спосіб містить етап, який полягає в тому, що виконують географічну прив'язку вибраної позиції до координатної системи засобами Глобальної системи місцевизначення (GPS), наприклад, з використанням прийомопередавача GPS, зв'язаного з системою розгортання вимірювального засобу.

Прив'язана по глибині характеристика підповерхневої породи містить ґрунтовий розріз з даними, знятими на декількох глибинах у вибраній позиції.

Вимірювальний засіб в деяких варіантах здійснення володіє чутливістю до світла, відбитого від суміжної підповерхневої породи в місці знаходження. При цьому етап, на якому визначають прив'язану по глибині характеристику підповерхневої породи, містить операцію, яка полягає в тому, що формують прив'язане по глибині растроване зображення підповерхневої породи. У процесі заглиблення вимірювального засобу в глибину через підповерхневі породи можна зібрати і цифровим методом обробити набір зображень суміжних підповерхневих порід.

У деяких практичних випадках спосіб додатково містить етапи, які полягають в тому, що виконують полігонометричну зйомку географічного району з вимірюванням координат і висот на місцевості, об'єднують дані вимірювання координат і висот, щоб синтезувати цифрову модель рельєфу, коректують початок відліку глибин характеристики підповерхневих порід, отриманої в кожній з декількох вимірювальних позицій відповідно до цифрової моделі рельєфу, і потім об'єднують характеристики підповерхневих порід зі скоригованим початком відліку глибин, щоб синтезувати тривимірну модель характеристик підповерхневих порід.

У деяких випадках прив'язана по глибині характеристика підповерхневої породи містить сукупність дискретних окремих значень, отриманих на заданих глибинах у вибраній позиції. Задані глибини можна вибирати відповідно до ґрунтових шарів, виділених в характеристичному еталонному профілі підповерхневих порід, відповідному, наприклад, географічному району. Дискретні окремі значення в деяких варіантах здійснення рознесені по висоті відповідно до товщини ґрунтового шару, що входить в характеристичний еталонний профіль підповерхневої породи.

Спосіб містить етап, який полягає в тому, що вибирають наступну позицію розгортання вимірювального засобу в межах вибраного географічного району на основі кореляції між характеристичним еталонним профілем підповерхневих порід і прив'язаною по глибині характеристикою підповерхневої породи.

Крім того, в деяких варіантах здійснення спосіб містить етапи, які полягають в тому, що розгортають засіб підповерхневих вимірювань в наступній позиції розгортання вимірювального засобу, визначають по сигналу, що надходить від розгорненого засобу підповерхневих вимірювань, другу прив'язану по глибині характеристику ґрунту, порівнюють другу отриману прив'язану по глибині характеристику ґрунту з характеристичним профілем підповерхневих ґрунтів, відповідним географічному району, щоб визначити другу кореляцію між характеристичним еталонним ґрунтовим профілем і другою прив'язаною по глибині характеристикою ґрунту, і потім вибирають третю позицію розгортання вимірювального засобу в межах вибраного географічного району на основі обох отриманих кореляцій.

У деяких випадках засіб вимірювання параметрів ґрунтів розгортають, щонайменше, в трьох первинних позиціях в межах географічного району, щоб визначити прив'язану по глибині характеристику ґрунту в кожній з первинних позицій. Після цього отримані характеристики ґрунту порівнюють між собою і з характеристичним еталонним профілем підповерхневих ґрунтів, відповідним географічному району, щоб визначити кореляцію між прив'язаними по глибині характеристиками ґрунту в первинних позиціях і між прив'язаними по глибині характеристиками ґрунту і характеристичним еталонним ґрунтовим профілем. У переважному варіанті здійснення наступну позицію розгортання вимірювального засобу в межах вибраного географічного району вибирають на основі кореляції між прив'язаними по глибині характеристиками ґрунту в первинних позиціях.

У деяких випадках спосіб містить етап, який полягає в тому, що синтезують тривимірну модель характеристики ґрунту за прив'язаними по глибині характеристиками ґрунту, отриманими в декількох позиціях в межах географічного району. У переважному варіанті здійснення дану модель коректують в процесі збору даних, коли дані знімають в додаткових позиціях в межах географічного району, причому дана модель і/або відповідна їй оцінка довірчої імовірності або погрішності служать основою для визначення потреби в додаткових вимірюваннях. Тривимірну модель можна синтезувати, наприклад, цифровими методами точкової оцінки Кріджінга.

Відповідно до іншого аспекту винаходу пропонується спосіб для визначення характеристик підповерхневих умов у вибраному географічному районі, попередньо відзнятому, щоб виділити в межах району окремі зони, відповідні еталонним ґрунтовим серіям з описами ґрунтових шарів, які відносяться до них, відповідних ґрунтовим серіям, і властивостями ґрунтів, спільними для кожного шару. Даний спосіб полягає в тому, що вибирають вимірювальну позицію в кожній виділеній зоні, розгортають вимірювальний засіб у вибраній позиції в межах географічного району, причому конструкція засобу забезпечує чутливість до вибраного параметра підповерхневих порід, і визначають по сигналу, що надходить від розгорненого засобу, характеристику

підповерхневої породи на декількох дискретних глибинах, відповідних координатам шарів, визначених в описі еталонних ґрунтових серій.

У деяких практичних варіантах здійснення способів містить етап, який полягає в тому, що порівнюють отриману характеристику підповерхневої породи з властивостями ґрунтового шару, перерахованими в описі еталонних ґрунтових серій.

У деяких особливо корисних варіантах здійснення способу ґрунтові зони відповідають окремим ґрунтово-географічним одиницям з контурами, позначеними на схемі розташування ґрунтових профілів Звіту USDA-NRCS.

Відповідно до ще одного аспекту винаходу пропонується спосіб формування первинних даних зйомки окремої ґрунтово-географічної одиниці з контурами, позначеними на схемі розташування ґрунтових профілів Звіту USDA-NRCS, який встановлює процентну частку включень ґрунтово-географічної одиниці для згаданої окремої ґрунтово-географічної одиниці. Спосіб полягає в тому, що визначають первинне число вибраних позицій на поверхні в залежності від процентної частки включень відповідної ґрунтово-географічної одиниці, розгортають засіб вимірювання підґрунтового параметра, щоб сформувані розрізи характеристик підповерхневих порід на основі сигналів, що надходять від розгорненого засобу, у вибраних позиціях на поверхні, визначають в прикордонному ґрунтовому шарі ознаку, спільну для сформованих розрізів характеристик підповерхневих порід, і обчислюють передбачувану глибину ознаки прикордонного ґрунтового шару в інших позиціях на поверхні в межах обмеженої ділянки, в залежності від глибини ознаки прикордонного ґрунтового шару в трьох вибраних позиціях на поверхні і розташування одна відносно одної вибраних позицій на поверхні і кожній наступній позиції на поверхні.

Крім того, в деяких варіантах здійснення; спосіб містить етапи, які полягають в тому, що визначають на основі сигналів, що надходять від розгорненого засобу підповерхневих вимірювань, прив'язану по глибині характеристику ґрунту в кожній з вибраних позицій, порівнюють отримані характеристики ґрунту з характеристичним еталонним профілем підповерхневих ґрунтів, відповідним ґрунтово-географічній одиниці, щоб визначити повну кореляцію між характеристичним еталонним ґрунтовим профілем і прив'язаними по глибині характеристиками ґрунту у вибраних позиціях, і ухвалюють рішення про те, чи розгортати засіб підповерхневих вимірювань, щоб визначити прив'язані по глибині характеристики ґрунту в іншій позиції в межах ґрунтово-географічної одиниці, на основі результату повної кореляції.

У деяких варіантах здійснення первинне число позицій, вибраних для розгортання вимірювального засобу, визначають також в залежності від наявної топографічної інформації про ґрунтово-географічну одиницю, даних землекористування, інформації про врожайність в минулі роки або іншу доступну інформацію. Первинне число позицій можна вибирати, в автоматичному режимі, наприклад, системою збору даних, з корекцією користувачем перед розгортанням вимірювального засобу.

Відповідно до ще одного аспекту винаходу пропонується спосіб визначення властивостей підповерхневих порід поля. Спосіб полягає в тому, що пересувають дослідницьку платформу в полі, при цьому платформа містить раму для розгортання вимірювального засобу, щоб заглиблювати зонд у верхній шар ґрунту поля у вибраних позиціях і одночасно приймати від зонда сигнали, що відображають характеристику підповерхневих порід, переміщують дослідницьку платформу в декілька точок вздовж межі поля, щоб визначити периметр поля, підключають дослідницьку платформу до віддаленого сітьового сервера по безпроводному каналу передачі даних, завантажують запит доступу до даних сегмента еталонної карти з дослідницької платформи у віддалений сітьовий сервер, при цьому запит містить представлення встановленого периметра поля, отримують пакет даних сегмента еталонної карти з віддаленого сітьового сервера по безпроводному каналу передачі даних, при цьому, пакет даних містить виділений блок бази даних еталонної карти, що охоплює географічну область, яка містить поле, а виділений блок має протяжність і адресу, вибрану на віддаленому сітьовому сервері відповідно до запиту доступу до даних сегмента карти, завантажених з дослідницької платформи, заглиблюють зонд у верхній шар ґрунту в першій вибраній позиції в межах поля, реєструють дані характеристики підповерхневої породи, що приймаються від зонда, який заглиблюється, і оцінюють зареєстровані дані характеристики підповерхневої породи порівнянням зареєстрованих даних характеристики підповерхневої породи з даними з пакету даних сегмента еталонної карти.

У деяких випадках є вказівка про призначення даних, що отримуються при визначенні властивостей підповерхневих порід. Віддалений сітьовий сервер може на основі згаданої вказівки фільтрувати інформацію, що підлягає включенню в пакет даних сегмента еталонної карти.

У деяких варіантах здійснення безпроводний канал передачі даних містить проміжний сервер, розташований за межами поля. У вказаних варіантах проміжний сервер приймає і інтерпретує запит доступу до даних сегмента еталонної карти, вибирає, відповідно до запиту, сервер з множини конкретних сітьових серверів картографічних даних, завантажує з кожного вибраного сервера виділений блок відповідної бази даних еталонної карти, формує пакет даних сегмента еталонної карти, і потім завантажує пакет даних сегмента еталонної карти в дослідницьку платформу.

У деяких варіантах здійснення спосіб містить після етапу, на якому реєструють дані характеристики підповерхневих порід, що приймаються від зонда, який заглиблюється, етап, який полягає в тому, що визначають подальші необхідні дослідницькі роботи в межах поля, в залежності від даних, прийнятих в першій вибраній позиції.

Відповідно до інших особливостей винаходу, винахід включає в себе системи, пристрої і обчислювальні системи, скомпоновані так, щоб здійснювати описані вище способи, аналіз, інтегрування і передачу даних.

Різні особливості даного винаходу дозволяють істотно підвищити ефективність польових зйомок

підповерхневих умов і властивостей ґрунтів в порівнянні з існуючими способами. Наприклад, безпосереднє використання існуючих даних про підповерхні умови і інших даних зйомок дозволяє скоротити час польових досліджень. Крім того, дані способи забезпечують особливу вигоду, коли планування випробувань, інтегрування еталонних даних, збір і аналіз даних від датчиків виконують в оперативному режимі, в той час як дослідницька платформа знаходиться на майданчику проведення вимірювань, в багатьох випадках протягом одного дня. У США дані способи можуть бути особливо ефективні завдяки вільному доступу до Звітів про ґрунтові зйомки USDA-NRCS, які можуть давати частину початкових еталонних даних для планування досліджень. Стандартне комп'ютерне обладнання можна запрограмувати так, щоб багато які елементи способів, що пропонуються, реалізовувалися в напівавтоматизованому режимі, причому всі дії по загальному плануванню і координації будуть виконуватися вченим дистанційно, а всі польові дослідження будуть виконуватися польовим оператором відповідно до простих інструкцій, що забезпечить більш раціональне використання людських ресурсів. Користувач може також інтегрувати дані датчиків, що надходять в реальному часі, з існуючими даними для вибраного майданчика, що сприяє підвищенню гнучкості стратегії відбору зразків у міру визначення характеристик майданчика. Приведені в даному описі способи збору даних допускають нескладне інтегрування зі стандартною процедурою оперативного відбору зразків порід. Різні особливості даного винаходу корисні, зокрема, для точного вирішення прикладних задач і економічно вигідного отримання даних зйомки, наприклад, в сільському господарстві, для точного картування зволожених земель, в будівництві, оцінці водозбірних басейнів, при експлуатації і проектуванні майданчиків для гольфа і т.д.

Нижче йде докладний опис декількох варіантів здійснення даного винаходу з посиланнями на прикладені креслення, на яких:

Фіг.1 зображає аерофотознімок, на який накладені багатокутники ґрунтово-географічних одиниць по USDA-NRCS, згідно з винаходом;

Фіг.2 зображає схему процесу збору даних про поле рухомим дослідницьким комплексом, згідно з винаходом;

Фіг.3 зображає схему процесу збору наявних даних для конкретного поля, згідно з винаходом;

Фіг.4 зображає схему інтегрування і передачі наявних даних на дослідницьку платформу з віддаленого обладнання для зберігання даних, згідно з винаходом;

Фіг.5 зображає характерне бортове зображення поля, де показане місцезоположення дослідницької машини і первинні позиції для проведення вимірювань в межах кожної виділеної ґрунтово-географічної одиниці, згідно з винаходом;

Фіг.6 зображає частину даних ґрунтових розрізів для трьох первинних позицій для проведення вимірювань в межах ґрунтово-географічної одиниці, разом з частиною еталонного ґрунтового розрізу, що походить із звіту USDA про ґрунтові зйомки, згідно з винаходом;

Фіг.7 зображає переріз підповерхневого ґрунту, знятий по лінії 7-7 на Фіг.6, згідно з винаходом;

Фіг.8 зображає схему полігонометричної зйомки поля датчиками, що не заглиблюються з метою картування більш уточнених ґрунтових зон, згідно з винаходом;

Фіг.9 зображає збільшене зображення ділянки 9 на Фіг.8, і показані первинні позиції для проведення вимірювань для кожної ґрунтової зони, згідно з винаходом.

Як видно з Фіг.1, інформація про топологію ґрунтів показана на аерофотознімку 10 з накладеними на нього замкненими контурами або багатокутниками 12, кожний з яких охоплює географічний район 14 або "ґрунтово-географічну одиницю", маркіровану номером, відповідним певному характеристичному еталонному профілю підповерхневих порід, позначеному як опис ґрунтової серії в Звіті USDA-NRCS про ґрунтові зйомки. У даному прикладі охоплена площа близько 1000 акрів (4,0 кв.км), на якій є декілька багатокутників 12, кожний з яких обмежує позначену номером ґрунтово-географічну одиницю 14. Оскільки числове позначення 15 ґрунтово-географічної одиниці відповідає певному характеристичному ґрунтовому профілю і типу, то на даному полі багато які ґрунтово-географічні одиниці мають ідентичні маркірування. Як показано, багатокутники мають неправильну форму в залежності від місцевої топології і наближених результатів відбору зразків на момент зйомки.

На Фіг.2 показана дослідницька машина 16, призначена для збору в полі даних про підповерхні умови і наявних даних, що стосуються майданчика, який досліджується. Машина 16 містить систему товкача для заглиблення зондів 17 конічного пенетрометра (CPT-зондів) або інших датчиків, що заглиблюються вертикально або під кутом в ґрунт вздовж вибраної траєкторії. Зонди містять датчики 18, які чутливі до різних властивостей ґрунтів. Типовий CPT-зонд, призначений для геотехнічних зйомок, може містити, наприклад, датчик 18b навантаження зусиллям наконечника і датчик 18a навантаження тертям гільзи в поєднанні з датчиком порового тиску. У багатьох випадках сигнали, які надходять від датчиків, передаються електрично або засобами безпроводного зв'язку в машину з системою товкача для реєстрації і аналізу. Датчики пенетрометрів можуть служити для вимірювання або обчислення міри ущільнення ґрунтів, гранулометричного складу, кольору, вмісту органічного матеріалу, вологості, температури і питомого електричного опору, а також інших фізико-хімічних властивостей. Деякі датчики перерахованих типів виробляються компанією Environmental Sensors, Inc., Ванкувер, Британська Колумбія. Крім вказаних датчиків, що заглиблюються в підповерхні шари, машина 16 обладнана датчиками, що не заглиблюються, 20 для отримання в реальному часі зображень підповерхневих порід без порушення структури ґрунту. Наприклад, датчики 20 можуть являти собою електромагнітні і георадарні датчики, здатні виявляти підповерхні структури типу лінзоподібних глинистих формацій 21 і міжшарові межі. Система збору даних 19 на борту машини 16 збирає дані, що знімаються розгорненими датчиками 18 і 20, при цьому, дані підземних датчиків отримують прив'язку по глибині на основі даних глибиноміра 22, і всі дані отримують географічну прив'язку на основі даних бортової глобальної системи місцевизначення (GPS) 24.

Бортова система збору даних здатна також інтегрувати зібрані дані датчиків з наявними даними для майданчика і/або передавати необроблені або оброблені дані з майданчика по каналу системи мобільного зв'язку.

Машина 16 (Фіг.3) розгорнена в полі 26, яке підлягає точному картуванню за характеристиками підповерхневих умов. Показана межа 28 поля охоплює ділянки декількох різних ґрунтово-географічних одиниць 14, виділених за даними відповідної ґрунтової зйомки, де кожна ґрунтово-географічна одиниця має числове позначення (показане тільки позначення "152" для ґрунтово-географічної одиниці 14), яке означає відповідність ґрунтово-географічної одиниці конкретної ґрунтової серії.

На початку роботи на полі 26 польовий оператор, відповідальний за картування майданчика, вже отримував доступ до будь-яких наявних даних для майданчика, що досліджується, включаючи дані ґрунтових зйомок USDA-NRCS і раніше зібрані дані. Наприклад, згадані дані можуть зберігатися в бортовому комп'ютері дослідницької машини 16 або можуть зберігатися за межами поля, наприклад, в системі допоміжної машини 30, і передаватися в дослідницьку машину 16, при необхідності, по каналу безпроводного зв'язку 31 або можуть завантажуватися з віддаленого комп'ютера 32 по каналу мережі Internet 34 або каналу радіозв'язку. У ряді випадків, дослідницька машина 16 обладнана бортовим безпроводним модемом або супутниковим прийомопередавачем для встановлення прямого каналу зв'язку між системою збору даних дослідницької машини і віддаленими базами даних 36, наприклад, по мережі Internet. Передачею географічних координат дослідницької машини 16, вимірних пристроєм GPS, який розташований на дослідницькій машині або поблизу неї, і визначає місцезнаходження дослідницької машини по групі супутників 38 системи, що знаходяться на земній орбіті глобального місцевизначення, віддалений комп'ютер 32 запитує існуючі польові дані з різних існуючих баз даних 36. Дані можуть містити дані Звітів NRCS про ґрунтові зйомки або інших ґрунтових карт, дані про врожайність сільськогосподарських культур, цифрові моделі рельєфу, супутникові зображення, аерофотознімки, ортоскопічно скориговані аерофотознімки, дані геологічних зйомок, дані досліджень ґрунту і води, дані по землекористуванню і архівну інформація, а також дані про межі полів і володіння. У деяких випадках межу поля 28 спочатку визначають на майданчику первинним пересуванням дослідницької машини 16 навколо підлягаючої картуванню ділянки, при одночасній реєстрації прикордонних віх системою GPS. Потім існуючі дані транслюють з використанням програмних засобів, якими обладнана або дослідницька машина 16, або польова допоміжна машина 30, або віддалений комп'ютер 32, щоб створити інтегровану базу даних, яка відображає відому інформацію про поле 26.

У деяких випадках в полі в заданий час розгортають декілька дослідницьких машин 16, щоб підвищити ефективність досліджень і відбору зразків. Всі дослідницькі машини можуть виконувати задачі аналогічного типу, або кожна машина може бути обладнана так, щоб виконувати спеціальну задачу, при цьому доцільно, щоб всі машини координувалися з однієї віддаленої машини 30 або віддаленим комп'ютером 32. Хоча комплекс вимірювального обладнання і датчиків може бути встановлений на дослідницькій машині, що являє собою платформу на колісному або гусеничному ході, в деяких випадках даний комплекс переноситься в ранці або перевозиться у возику або на полозках оператором-дослідником.

Істотна частина ефективного процесу корекції або вдосконалення ґрунтової карти поля 26 (Фіг.4) полягає в зборі і інтегуванні існуючих даних з різних доступних джерел. Оскільки згадані дані представлені в різних форматах і різних координатних системах, інтегування згаданих даних неможливе без точної трансляції і поєднання. Одна з функцій віддаленого комп'ютера 32 (або, в ряді випадків, комп'ютерів на дослідницькій машині 16 або польовій допоміжній машині 30) полягає в тому, щоб транслювати всі дані з різних баз даних, розташованих, наприклад, на державних і приватних серверах по всій території країни, в переважну систему координат поля. Багатокутники ґрунтових зйомок USDA початково прив'язані до опорної координатної системи кожного штату. Тому координати багатокутників в ідеалі зсувають в процесі інтегування, щоб врахувати перетворення з вихідних, основаних на даних аерозйомки карт, в цифрові карти багатокутників з географічною прив'язкою в системі GPS.

Дані ґрунтових зйомок USDA і інших баз даних звичайно зберігаються у вигляді надвеликих файлів, які складно багато разів завантажувати в польових умовах. Тому доцільно визначити поле межею, щоб скоротити обсяг існуючої інформації, що зберігається в базі даних, до об'єму, відповідного полю, яке досліджується, перед передачею вказаних даних польовому оператору. Даний метод "вирізування і передачі" вимагає або застосування віддаленого координуючого обладнання з обчислювальними ресурсами, достатніми, щоб дистанційно скорочувати об'єм вказаних даних, або інтерфейсу бази даних, який дозволяє точно визначати межі в запиті передачі. У будь-якому випадку даний підхід дозволяє набагато полегшити передачу в полі величезного об'єму даних, частина яких має формат зображень. В одному з варіантів практичного здійснення польовий оператор на дослідницькій машині 16 передає інформацію про межу поля і необхідний тип даних у віддалене комп'ютерне обладнання 32, яке скорочує об'єм даних, вже завантажених з різних сітьових серверів (web-серверів) для звичайної ділянки, інтегрує вказані дані з прив'язкою до координатної системи для конкретного поля і потім передає пакет 35 скорочених інтегрованих даних польовому оператору протягом декількох хвилин, або поки польовий оператор зайнятий настройкою обладнання для збору даних про підповерхневі умови перед першим заглибленням. У ході виконання описаного процесу, центральне процесорне обладнання приймає дані, наприклад, існуючі ґрунтові багатокутні карти USDA і цифрові моделі рельєфу, з декількох джерел 37, зсуває 34 при необхідності початки координат, щоб забезпечити поєднання, скорочує об'єм складаючих існуючих файлів даних відповідних ділянки, що досліджується, і потім суміщає всі оброблені файли існуючих даних, щоб створити єдину базу даних 35, яка містить тільки необхідну інформацію по поточному проекту. Для ілюстрації показані тільки два віддалених провайдери даних, однак, будь-який конкретний проект може завадати інтегування даних з набагато більшого числа джерел інформації, що стосується майданчику,

наприклад, карт врожайності сільськогосподарських культур, ортоскопічних аерофотознімків, меж володінь, карт існуючих підземних комунікацій, точних сільськогосподарських моделей місцевості і т.д. Даний процес може значно скоротити об'єм перспективного планування, необхідного для початку вимірювань, оскільки оператор може почати роботу точно на полі, обійти поле, щоб встановити оцифровану межу, і запитати засобами електроніки трансляцію і передачу відповідного пакету даних на позицію, що досліджується.

У протилежність вищевикладеному, відповідно до багатьох попередніх способів, якщо потрібно використати попередні шари цифрової інформації, то необхідно заздалегідь, за декілька днів, підготувати план відбору зразків, щоб можна було отримати і інтегрувати дані з всіх різних баз даних. Типи підлягаючих інтегруванню даних доцільно вибирати згідно з вказівкою про тип підлягаючої виконанню зйомки, щоб знизити вимоги до обов'язкового рівня підготовки і наукових знань польового оператора, зокрема, коли застосовують віддалене обладнання для аналізу даних.

Відповідно до одного з прикладів здійснення способу збору даних в польових умовах польовий оператор на дослідницькій машині 16 буде негайно приступати до збору на місці даних про підповерхневі умови на вибраних позиціях в межах кожної ґрунтово-географічної одиниці, виділеної в пакеті інтегрованих даних, що містять багатокутники USDA-NRCS. Відображення іконки 51, що представляє точну позицію дослідницької машини 16 на бортовому дисплеї 50 карти багатокутників USDA-NRCS поля (Фіг.5), може безперервно оновлюватися, що забезпечує підтримку позиціонування машини для збору даних. У переважному варіанті, на вказаному дисплеї відображаються також первинні позиції 44 для проведення вимірювань для кожної ґрунтово-географічної одиниці 14. З метою маніпулювання 3-вимірними даними, для кожної ґрунтово-географічної одиниці три первинні позиції 44 для проведення вимірювань формуються автоматично. Рекомендовані координати кожної первинної позиції 44 для проведення вимірювань встановлюють геометрично, щоб охопити загальну площу ґрунтово-географічної одиниці, із змінами, необхідними, щоб забезпечити допустиму відстань між первинними позиціями 44 для проведення вимірювань в межах сусідніх ґрунтово-географічних одиниць. При необхідності, польовий оператор має право переміщувати будь-яку первинну позицію для проведення вимірювань, наприклад, "натисненням і простяганням" іконки позиції 44 пристроєм управління курсором, з урахуванням доступності на полі, змін рельєфу місцевості або суб'єктивних міркувань.

Звичайно дані потрібно збирати у всіх трьох первинних позиціях 44 для проведення вимірювань для даної ґрунтово-географічної одиниці 14 перед переміщенням на територію іншої ґрунтово-географічної одиниці. На Фіг.6 показані характерні і отримані властивості ґрунтів у відповідних інтервалах по глибині на межі ґрунтового шару в кожній з трьох первинних позицій 44a, 44b і 44c для проведення вимірювань в межах ґрунтово-географічної одиниці, разом з даними 53 про механічний склад і колір ґрунту, отриманими з характерної інформації про ґрунтовий горизонт і вміст, що міститься в даних ґрунтових зйомок USDA-NRCS для ґрунтових серій, відповідних ґрунтово-географічній одиниці, яка досліджується. Для ілюстративних цілей, вказані еталонні дані відповідають відтвореній вище інформації ґрунтового розрізу для серії Drummer Series організації USDA-NRCS. Крім того, дані, приведені на вказаній фігурі, можна представити графічно в формі ґрунтового розрізу будь-якої конкретної властивості в залежності від глибини. Як можна бачити на даному прикладі, кожне вимірювання співпадає з характерним ґрунтовим розрізом USDA-NRCS відносно існування шару пилуватого суглинку і піщанистого суглинку в межах загальної глибини, що розглядається, але вказує, що фактична глибина переходу між даними шарами змінюється від 44 дюймів в точці 44a до 58 дюймів в точці 44b.

Згадану зміну можна успішно візуалізувати на поперечно стисненому перерізі підповерхневих порід (Фіг.7). Попередньо обчислені межі 54 між ґрунтовими шарами, що прогнозуються по еталонним даним USDA-NRCS, можна представляти тільки у вигляді паралельних горизонтальних ліній, оскільки вся ґрунтово-географічна одиниця характеризується тільки одним характерним ґрунтовим розрізом. На фігурі видно, що фактичне положення межі 56 між горизонтами E і F, який по розрахунках на основі наявних даних повинний знаходитися в середньому на глибині 50 дюймів (125см), змінюється по території ґрунтово-географічної одиниці. У приведеному прикладі зміна досить велика з сільськогосподарської точки зору, оскільки межа даного шару встановлює чітке розділення між розташованим вгорі водоносним, багатим органікою пилуватим шаром і розташованим внизу сухим піщанистим шаром. З урахуванням вказаної змінної глибини особливо важливої ознаки, цілком може бути потрібне проведення додаткових досліджень, поки розрахункове положення шуканої ознаки не буде встановлене з прийнятною довірчою імовірністю.

Якщо характеристики ґрунту, отримані в кожній із згаданих трьох позицій збору даних, взаємно підтверджуються з достовірністю вище необхідного порога, то алгоритм досліджень запропонує перейти на територію наступної ґрунтово-географічної одиниці і створити попередню 3-вимірну модель меж між даними шарами по ґрунтово-географічній одиниці. У відсутність граничних умов, що накладаються сусідніми ґрунтово-географічними одиницями, дана модель буде плоскою при наявності тільки трьох точок збору даних. Оскільки дані збирають в точках сусідніх ґрунтово-географічних одиниць, модель буде коректуватися з урахуванням належної кривизни більш високого порядку, наприклад, з використанням тривимірних цифрових методів Кріджінга, щоб забезпечити більш точну відповідність відомим даним, а математичний довірчий рівень буде зростати внаслідок зменшення середньоквадратичної помилки процедури оцінки Кріджінга. У випадку невисокої міри кореляції між ґрунтовими даними, знятими в трьох первинних позиціях, якщо дисперсія оцінки Кріджінга вище заданого допустимого рівня, алгоритм рекомендує вибрати четверту первинну позицію для проведення вимірювань перед переходом на територію іншої ґрунтово-географічної одиниці. Щоб визначити геостатистично доцільне місцезоположення кожної подальшої точки 44 збору даних, можна застосувати відомі алгоритми взяття зразків ґрунтів. Оптимальні вагові коефіцієнти Кріджінга, тобто вагові коефіцієнти, що забезпечують мінімальну дисперсію оцінки, отримують рішенням спільних рівнянь, як відомо фахівцям в даній

області техніки. Місцеположення четвертої рекомендованої позиції для проведення вимірювань будуть знаходити математично, в залежності від місцеположень перших трьох позицій для проведення вимірювань і міри мінливості між будь-якими двома з трьох первинних позицій для проведення вимірювань. Додаткові позиції для проведення вимірювань будуть встановлюватися в межах кожної ґрунтово-географічної одиниці доти, поки не буде досягнутий заданий довірчий рівень відносно картування меж шарів. Штрихова лінія, що зображає характерну згладжену апроксимацію 58 положення фактичної межі 56, отриманої методом тривимірної оцінки Кріджінга при достатньому числі окремих значень, ілюструє факт істотного підвищення точності при використанні способу, що пропонується, який ґрунтується на початкових наявних еталонних даних USDA-NRCS. На Фіг.7 не показані фактичні положення меж інших ґрунтових шарів.

У переважному варіанті число первинних позицій для проведення вимірювань знаходять по алгоритму в залежності від процентної частки включень стандартної ґрунтово-географічної одиниці (SMU) (оцінки неоднорідності), встановленої USDA. Якщо процентна частка включень за офіційним даними менше 10, то будуть рекомендовані тільки три первинних позиції для проведення вимірювань. При процентних частках від 10 до 20 будуть рекомендовані чотири первинних позиції для проведення вимірювань, від 20 до 30 - п'ять первинних позицій для проведення вимірювань, від 30 до 40 - шість позицій, а при будь-якій процентній частці включення вище за 40 - сім позицій. У залежності від міри кореляції даних під час досліджень, можуть бути потрібні додаткові позиції для проведення вимірювань, як у вищеведеному прикладі.

Як видно з характерних даних на Фіг.6, для безпосереднього порівняння з характерними даними ґрунтового розрізу USDA-NRCS, в полі не тільки формують дані про колір ґрунтів і отримують дані про механічний склад ґрунтів, але і вимірюють або обчислюють щільність, температуру і вологість ґрунту і вміст органічних речовин в ґрунті. Як можна чекати, як вологість, так і вміст органічних речовин (О.М.) в ґрунтах знижуються помітно в шарі піщанистого суглинку, початок якого вказує також на зміну кольору і щільності ґрунту. Отже, бортовий алгоритм або віддалене обладнання обробки даних згідно з даним винаходом можуть не тільки синтезувати високоякісну тривимірну модель меж ґрунтових шарів, але також формувати інформацію щодо спроможності ґрунту втримувати або сприймати воду і добрива, що дозволяє дуже точно призначати напрям сільськогосподарського або іншого використання кожної ділянки ґрунту або точно планувати сільськогосподарську культуру і спосіб обробки. До існуючих програмних продуктів для виконання загального геостатистичного і графічного аналізу даних про підповерхневі умови відноситься EnviroStats компанії Scientific Software Group, Вашингтон, федеральний округ Колумбія.

Відповідно до іншого сценарію картування, після позначення меж поля 28, дослідницька машина починає полігонометричну зйомку поля по заданій схемі (Фіг.8), щоб отримати цифрову модель рельєфу (DEM), яка має високе розрізнення. Модель DEM синтезують отриманням координат і висот на місцевості в формі даних дискретних вимірювань в системі GPS, що виконуються в процесі руху машини по полю 26. Точну модель DEM порівнюють з макромоделлю DEM, створеною Географічною службою США (USGS), що включається в пакет даних, які завантажуються, при цьому, будь-які значні відхилення вимагають підтвердження. Крім того, дослідницька машина оснащена датчиками, наприклад, електромагнітними або георадарними, які без заглиблення в ґрунт визначають зміни властивостей ґрунту в процесі руху машини по полю. Згадані датчики, що не заглиблюються, часто здатні виявити більш детальні зміни властивостей ґрунту, ніж зміни, позначені на картах USDA-NRCS зйомки ґрунтових характеристик, і, завдяки цьому дають можливість більш точно і в реальному часі визначати ґрунтові зони 40 з їх власним сімейством меж 42 в межах даної ґрунтово-географічної одиниці 14 і навіть з виходом за межі 12 ґрунтово-географічної одиниці. Даний процес можна виконувати до або під час віддаленого збору і інтегрування описаних вище існуючих даних. Тоді первинні позиції для проведення вимірювань можна встановити для кожної ґрунтової зони 40, а не для кожної ґрунтово-географічної одиниці USDA-NRCS, як викладено вище. Проте, визначення згаданих ґрунтових зон 40 внаслідок значних досліджень з використанням датчиків, що не заглиблюються, може надати можливість для вибору тільки однієї позиції 44 для проведення вимірювань датчиками, що заглиблюються, в межах однієї ґрунтової зони 40 (Фіг.9) в багатьох практичних випадках, з обґрунтованою упевненістю в тому, що дані, отримані в такій позиції для проведення вимірювань, будуть досить характерними для ґрунтової зони загалом.

Точна модель DEM дозволяє виконувати необхідну транспозицію початків відліку глибин даних про підповерхневі умови в загальну площину початку відліку, щоб можна було синтезувати і секціонувати для спостереження повністю тривимірні моделі підповерхневих умов. У деяких випадках для даної мети можуть бути достатніми істотно менш точні моделі DEM, створені Службою USGS, але багато які точні практичні задачі вимагатимуть більш точної прив'язки по глибині. У деяких випадках буде досить просто прив'язати показник глибини кожного підповерхневого ґрунтового розрізу до дискретного висотного вимірювання, знятого в системі GPS у відповідній позиції для проведення вимірювань.

Існує множина датчиків, що заглиблюються, які можна заглиблювати крізь верхні шари ґрунту з порівняно легкої платформи без значного порушення структури верхніх чутливих ґрунтових шарів. У багатьох практичних випадках підійдуть стандартні конічні пенетрометри діаметром 1,5-2,0 дюйми (38-50мм), що виконують стандартні геотехнічні вимірювання зусилля на наконечнику і сили тертя на гільзі, однак, багато які датчики досить мініатюризовані для установки в зонди істотно менших габаритів, наприклад, в зонд діаметром один дюйм або менше. Наприклад, згадані датчики можуть містити мініатюрне джерело світла і приймач, що виконує в поєднанні функцію відеокамери, яка формує цифрові зображення ґрунту, що оточує зонд, у міру його заглиблення з постійною швидкістю 0,5см/см. Цифрові зображення, що отримуються в результаті, можуть бути особливо корисними для суб'єктивної оцінки кваліфікованими геологами, що знаходяться за тисячі миль від майданчика проведення досліджень, ще до витягання зонда з ґрунту. Рекомендується також знімати місцевий

повний ґрунтовий відео-розріз для майбутнього використання в кожній відповідальній зоні обробки ґрунтів в кінці процедури картування. Дані розрізи, зрештою, можна, наприклад, включати в загальнодоступні каталоги NRCS. Комерційні послуги по польовій фото- і відеозйомці надає, крім інших, компанія Earth Information Technologies, Медісон, штат Вісконсин.

Якщо на майданчику застосовують декілька дослідницьких машин 16, то процес картування окремих ґрунтових зон 40 датчиками, що заглиблюються, можна починати після того, як, за даними датчиків, що не заглиблюються, і будь-якими існуючими даними, визначають межі 42 ґрунтових зон, при цьому збір даних буде здійснюватися одночасно в декількох ґрунтових зонах в межах одного поля. У вказаних випадках доцільно координувати описані паралельні роботи з однієї головної дослідницької платформи або віддаленої машини або технічного засобу і, після зняття даних в кожній позиції для проведення вимірювань, здійснювати передачу даних різними дослідницькими платформами для того, щоб коректувати загальну модель підповерхневих умов і визначати наступну позицію для проведення вимірювань кожною дослідницькою установкою.

Відповідно до іншого прикладу, знімають карту майданчика площею 100 акрів (0,4 кв.км), щоб оцінити протяжність відомої надмірно зволоженої ділянки раніше, ніж можна буде починати будівництво на місці запланованої торгової вулиці. У цей час Інженерні війська СВ вимагають, щоб умовою включення ділянки в категорію надмірно зволжених земель було існування на ділянки водовмісного ґрунту. Властивостями ґрунту, які характеризують його з точки зору вмісту води, є глибина горизонту ґрунтових вод, проникність, глибина ґрунтового шару, колір ґрунту, структура ґрунту, механічний склад ґрунту і редоксиморфологічні характеристики. Дослідницька машина виводиться на майданчик і негайно починає визначати межі майданчика полігонометричною зйомкою контуру. Крім того, визначаються межі розподілу будь-яких інших важливих для майданчика ознак, наприклад, дерев, валунів, ставків, боліт, бетонних конструкцій. У процесі картування меж польова система збору даних передає запит або в бортову базу даних, або в сервер даних по каналу зв'язку, в якому запитує всю відповідну інформацію (ґрунтові карти, моделі DEM, аерофотознімки, супутникові зображення, дані зразків води або ґрунту або інші карти або характеристики), що є для даного майданчика. По закінченні компілювання всіх відповідних даних і визначення меж, з компілюваних даних вирізають блоки компілюваних даних, які конкретно обмежені межами майданчика. Якщо операцію по вирізуванню даних виконують у віддаленому місці або де-небудь крім польової дослідницької машини, то вирізані дані передають в польову систему збору даних.

Після збору всіх даних, що відносяться до конкретного майданчика, і пов'язаних даних, дослідницьку машину проводять в автоматичному режимі або з ручним управлінням по майданчику, щоб отримати високорозрізнявальні координатні дані, а також оцінку ґрунтових зон, визначених між місцями, в яких відбувається істотна зміна властивостей підповерхневих порід (тобто, на межах зон). У процесі або після закінчення процесу "вирізування і передачі" польова система збору даних поєднує дані моделей DEM і ґрунтів, що збираються в реальному часі, з раніше отриманими даними, щоб створити карту, на якій позначені багато які конкретні зони. Користувач ухвалює рішення відносно чутливості аналізу вихідних даних вимірювального обладнання, щоб не "дуже детально розмежувати" майданчик. Дане рішення приймають на основі конкретної інформації про майданчик, а також на основі передбачуваного застосування створюваної знову ґрунтової і топографічної карти.

При створенні нової карти використовують геометричні і/або статистичні алгоритми відбору зразків, щоб визначити найбільш ефективну і раціональну позицію для відбору точкового зразка або вимірювання датчиком. Наприклад, якщо виділено шість особливих зон, то в межах кожної зони можна цифровими методами визначити три позиції таким чином, щоб всі вони були рівновіддаленими одна від одної, і розділяючі та оточуючі їх ділянки ґрунтових зон мали максимально можливу площу. У трьох вищезгаданих, позначених цифровими мітками позиціях, виконують дослідження методом відбору проб і/або вимірювання датчиками. Дослідницьку машину переводять в кожну позначену позицію, де машина отримує дані про підповерхневі умови аж до 2-м глибини. У кожній позиції знімають профіль властивостей ґрунту для виділення надмірно зволжених ділянок і порівнюють з даними інших вимірювань, виконаних в ґрунтовій зоні, а також з властивостями ґрунту, заздалегідь обчисленими за даними вимірювань датчиками, що не заглиблюються, і будь-якими іншими наявними даними для майданчика. Значення допусків на зміни можуть бути встановлені користувачем або статистично, з урахуванням потреби у відборі додаткових зразків або в додаткових позиціях для проведення вимірювань в межах конкретної ґрунтової зони. Після визначення властивостей ґрунту в конкретній зоні, а також в суміжних зонах, створюють тривимірну і топографічну карту для кожної властивості ґрунту, для якої отримана індивідуальна оцінка. Після визначення зон, для кожної з них збирають цифровий розріз відеоданих ґрунту з використанням пенетрометра, що формує зображення ґрунту. Отримане таким чином зображення можна передавати по каналу зв'язку для перегляду або обробки і/або записів в пам'ять. Цифрова ґрунтова і топографічна карта пересилається користувачеві.

Коли не обов'язково встановлювати межі ґрунтових шарів, а потрібно лише точно визначити властивості ґрунтів в межах відомих ґрунтових шарів, дослідницьку машину розміщують в центральній позиції 62 (Фіг.7) на території ґрунтово-географічної одиниці, і оператор-дослідник починає відбирати зразки ґрунтів і/або знімати дані про властивості ґрунту в дискретних точках 64, вибраних з умови їх знаходження, в загальному випадку, в середині кожного ґрунтового шару, виділеного в описі ґрунтової серії USDA-NRCS або в інших наявних звітах про ґрунтові зйомки. Спосіб дозволяє швидко дістати оцінку майданчика, але з трохи меншою точністю. Наприклад, як можна бачити з місцеположення найнижчої показаної точки 64, зміна товщини ґрунтового шару в межах зони може привести до пропуску, при відборі деякого зразка, цілого шару, в якому повинен бути взятий даний зразок. Однак, в багатьох практичних випадках і на майданчиках з дуже значною товщиною шарів, описаний спосіб може

забезпечити отримання великого обсягу необхідної інформації для поповнення існуючих даних. Наприклад, із існуючого звіту USDA-NRCS про ґрунтову зйомку може бути відомо, що на майданчику прогнозується існування ґрунтів трьох різних типів з точки зору призначення змінної норми внесення конкретного азотного добрива, причому, дані ґрунти, в загальному випадку, розділені межами на глибинах 12 і 48 дюймів (відповідно, 30 і 120см). Може бути відомо, що два типи з даних ґрунтів сильно розрізняються по механічному складу і кольору. У цьому випадку може бути лише необхідно і багато більш вигідно економічно визначити тільки дві дані властивості і тільки в одній точці кожного ґрунтового шару, що прогнозується в межах кожної ґрунтово-географічної одиниці. Місцеположення на поверхні однієї позиції для проведення вимірювань можна вибрати поблизу центральної ділянки ґрунтово-географічної одиниці або, при необхідності, більш високого вертикального розрізнення, з використанням інших методів. Після визначення позиції для проведення вимірювань, можливо, вимагатиметься тільки визначити колір і механічний склад на вибраній глибині в межах кожного шару. Глибини для збору даних встановлюють або заздалегідь, наприклад, в розрахунковій середині кожного шару, або за результатами контролю сигналів від зонда, що вимірює властивості ґрунту, але фактично реєструють тільки дані, зняті на двох глибинах. Відповідно до іншого сценарію, коли інтерес представляють також глибини меж, для аналізу реєструють тільки фактично встановлені дані глибин меж ґрунтових шарів і дані про властивості тільки в одній точці або усереднених властивостях всередині кожного шару. Вказана обмежена інформація достатня при вирішенні деяких задач моделювання в припущенні однорідних властивостей в шарах.

При використанні описаних вище способів можна розробити цифрову бібліотеку даних про ґрунтово-географічну одиницю (SMU) і безперервно оновлювати цю бібліотеку додатковою інформацією у міру її отримання від акредитованих провайдерів послуг. Первинна база даних буде містити характерний цифровий профіль для кожної ґрунтової серії USDA-NRCS, включаючи однозначну відповідну, оцифровану характерну ознаку, що реєструється датчиками. Ґрунтові профілі для баз даних характерних ознак доцільно знімати, щонайменше, двічі в різних умовах (наприклад, при різних рівнях вологості і температури) з використанням однотипних датчиків, щоб забезпечити створення калібрувальних кривих і переносимість результатів, отриманих з використанням різних вимірювальних засобів різними операторами. Коли згодом визначають межу поля, то, для виконання процедури картування завантажують перелік можливих характерних ознак, зумовлених призначеннями ґрунтово-географічних одиниць на відповідній полі ділянки ґрунтової зйомки USDA-NRCS. Для процедури картування можна також використати інші локальні характерні ознаки.

Кожний раз, коли дослідницька машина виконує вимірювання, реєструють координати на місцевості. У кінці вимірювання координати використовують для визначення ґрунтово-географічної одиниці, на якій зібрані дані. Характерну ознаку в позиції для проведення вимірювань порівнюють з цифровою бібліотекою даних про ґрунтово-географічну одиницю. У більшості випадків, знову отримана характерна ознака не буде точно співпадати з характерною ознакою з бібліотеки. Тому, щоб визначити, яка характерна ознака ґрунтово-географічної одиниці більше за інші подібна знову отриманій характерній ознаці, можна застосувати методи нечіткої логіки. Даний метод інтерпретації, який іноді називають "нечіткою" картою, часто дуже точно характеризує природний ландшафт і може допомогти краще визначити межі між різнотипними ґрунтами.

Формула винаходу

1. Спосіб визначення характеристик підповерхневих умов у вибраному географічному районі (14), заздалегідь охарактеризованому загалом відповідним визначеним характеристичним еталонним профілем підповерхневих порід, який полягає в тому, що розгортають засіб (18, 20) вимірювання у вибраній позиції (44a) в межах географічного району (14), причому конструкція засобу забезпечує чутливість до вибраного параметра підповерхневих порід, визначають по сигналу, що надходить від розгорненого засобу (18, 20), прив'язану по глибині характеристику підповерхневої породи у вибраній позиції, порівнюють отриману характеристику підповерхневої породи з характеристичним еталонним профілем підповерхневих порід, відповідним географічному району, щоб визначити кореляцію між характеристичним еталонним профілем підповерхневих порід і прив'язаною по глибині характеристикою підповерхневої породи, визначеною по сигналу від розгорненого засобу (18,20), ухвалюють рішення про те, чи розгортати засіб (18,20) в іншій позиції (44b) в межах згаданого географічного району з урахуванням кореляції, отриманої для вибраної позиції (44a).

2. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що географічний район (14) відповідає одній обмеженій ділянці серед таких обмежених областей на карті, причому кожна обмежена ділянка характеризується відповідним їй характеристичним еталонним профілем підповерхневих порід.

3. Спосіб за будь-яким з пп. 1-2, який відрізняється тим, що прив'язана по глибині характеристика підповерхневої породи містить цифровий розріз властивостей ґрунту у вигляді функції глибини.

4. Спосіб за п. 3, який відрізняється тим, що на етапі порівняння отриманої характеристики підповерхневої породи з характеристичним еталонним профілем підповерхневих порід, відповідним географічному району (14), порівнюють глибину межі ґрунтового шару, встановлену по розрізу властивостей ґрунту, з еталонною глибиною межі шару (54), встановлену по характеристичному еталонному профілю підповерхневих порід.

5. Спосіб за будь-яким з пп. 3 або 4, який відрізняється тим, що характеристичний еталонний профіль підповерхневих порід складається з цифрового ґрунтового розрізу еталонного профілю, що містить щонайменше близько 10 прив'язаних по глибині дискретних окремих значень, а згадана кореляція складає розрахункову чисельну величину, що характеризує міру схожості між цифровим розрізом властивостей ґрунту і цифровим ґрунтовым розрізом еталонного профілю.

6. Спосіб за будь-яким з пп. 1-5, який відрізняється тим, що на етапі порівняння отриманої характеристики підґрунтової породи з характеристичним еталонним профілем підповерхневих порід, відповідним географічному району, порівнюють механічний склад ґрунту на заданій глибині, встановлений за отриманою характеристикою підповерхневої породи, з еталонним механічним складом, встановленим по характеристичному еталонному профілю підповерхневої породи.

7. Спосіб за будь-яким з пп.1-6, який відрізняється тим, що на етапі розгортання вимірювального засобу вимірювальний засіб (18) заглиблюють в ґрунт на глибину щонайменше 6 дюймів (15 см), в переважному варіанті здійснення, на глибину щонайменше 24 дюйми (60 см).

8. Спосіб за будь-яким з пп. 1-7, який відрізняється тим, що додатково виконують географічну прив'язку вибраної позиції (44а) до координатної системи засобами Глобальної системи місцевизначення (24).

9. Спосіб за будь-яким з пп. 1-8, який відрізняється тим, що прив'язана по глибині характеристика підповерхневої породи містить ґрунтовий розріз з даними, знятими на декількох глибинах у вибраній позиції (44а).

10. Спосіб за будь-яким з пп. 1-9, який відрізняється тим, що вимірювальний засіб (18) має чутливість до світла, відбитого від суміжної підповерхневої породи в місці знаходження, а на етапі визначення прив'язаної по глибині характеристики підповерхневої породи формують прив'язане до глибини растроване зображення підповерхневої породи.

11. Спосіб за п. 10, який відрізняється тим, що збирають і цифровим методом обробляють набір зображень суміжних підповерхневих порід в процесі заглиблення вимірювального засобу (18) в глибину крізь підповерхневі породи.

12. Спосіб за будь-яким з пп. 1-11, який відрізняється тим, що додатково виконують полігонометричну зйомку географічного району (14) з вимірюванням координат і висот на місцевості, об'єднують дані вимірювання координат і висот, щоб синтезувати цифрову модель рельєфу, коректують початок відліку глибин характеристики підповерхневої породи в кожній з декількох позицій (44) для проведення вимірювань відповідно до цифрової моделі рельєфу, об'єднують характеристики підповерхневих порід зі скоригованим початком відліку глибин, щоб синтезувати тривимірну модель характеристик підповерхневих порід.

13. Спосіб за будь-яким з пп. 1-12, який відрізняється тим, що прив'язана по глибині характеристика підповерхневої породи містить сукупність дискретних окремих значень, отриманих на заданих глибинах у вибраній позиції (44а).

14. Спосіб за п. 13, який відрізняється тим, що задані глибини (64) вибирають у відповідності до ґрунтових шарів, виділених в характеристичному еталонному профілі підповерхневої породи, який відповідає географічному району (14).

15. Спосіб за будь-яким з пп. 13, 14, який відрізняється тим, що дискретні окремі значення рознесені по висоті відповідно до товщини ґрунтового шару, яка входить в характеристичний еталонний профіль підповерхневої породи.

16. Спосіб визначення характеристик підповерхневих умов у вибраному географічному районі (14), заздалегідь охарактеризованому загалом відповідним певним характеристичним еталонним профілем підповерхневих ґрунтів, який полягає в тому, що розгортають засіб (18, 20) вимірювання параметра ґрунтів у вибраній позиції (44а) в межах географічного району (14), визначають по сигналу, що надходить від розгорненого засобу, прив'язану по глибині характеристику ґрунту у вибраній позиції, порівнюють отриману характеристику ґрунту з характеристичним еталонним профілем підповерхневих ґрунтів, відповідним географічному району, щоб визначити кореляцію між характеристичним еталонним ґрунтовим профілем і прив'язаною по глибині характеристикою ґрунту, визначеною по сигналу, що надійшов від розгорненого засобу (18,20), вибирають наступну позицію розгортання вимірювального засобу (44b) в межах вибраного географічного району (14) на основі згаданої кореляції.

17. Спосіб за п. 16, який відрізняється тим, що додатково розгортають засіб (18) підповерхневих вимірювань в згаданій наступній позиції розгортання засобу (44b) вимірювання, визначають по сигналу, що надходить від розгорненого засобу підповерхневих вимірювань, другу прив'язану по глибині характеристику ґрунту, порівнюють другу прив'язану по глибині характеристику ґрунту з характеристичним еталонним профілем підповерхневих ґрунтів, відповідним географічному району, щоб визначити другу кореляцію між характеристичним еталонним ґрунтовим профілем і другою прив'язаною по глибині характеристикою ґрунту, вибирають третю позицію розгортання засобу (44с) вимірювання в межах вибраного географічного району (14) на основі обох отриманих кореляцій.

18. Спосіб за будь-яким з пп. 16 або 17, який відрізняється тим, що географічний район (14) відповідає одній обмеженій ділянці серед обмежених областей на карті, причому кожна обмежена ділянка характеризується відповідним їй характеристичним еталонним профілем підповерхневих порід.

19. Спосіб за будь-яким з пп. 16-18, який відрізняється тим, що прив'язана по глибині характеристика підповерхневої породи містить цифровий розріз властивостей ґрунту у вигляді функції глибини.

20. Спосіб за п. 19, який відрізняється тим, що на етапі порівняння отриманої характеристики підповерхневої породи з характеристичним еталонним профілем підповерхневих порід, відповідним географічному району, порівнюють глибину межі ґрунтового шару, встановлену по розрізу властивостей ґрунту, з еталонною глибиною межі шару, встановленою по характеристичному еталонному профілю підповерхневих порід.

21. Спосіб за будь-яким з пп. 19 або 20, який відрізняється тим, що характеристичний еталонний профіль підповерхневих порід складається з цифрового ґрунтового розрізу еталонного профілю, що містить щонайменше близько 10 прив'язаних по глибині дискретних окремих значень, а згадана кореляція складає розрахункову

чисельну величину, що характеризує міру схожості між цифровим розрізом властивостей ґрунту і цифровим ґрунтовим розрізом еталонного профілю.

22. Спосіб за будь-яким з пп. 16-21, який відрізняється тим, що засіб (18,20) вимірювання параметрів ґрунтів розгортають щонайменше в трьох первинних позиціях (44) в межах географічного району (14), щоб визначити прив'язану по глибині характеристику ґрунту в кожній з первинних позицій, а на етапі порівняння порівнюють отримані характеристики ґрунту між собою і з характеристичним еталонним профілем підповерхневих ґрунтів, відповідним географічному району, щоб визначити кореляцію між прив'язаними по глибині характеристиками ґрунту в первинних позиціях і між прив'язаними по глибині характеристиками ґрунту і характеристичним еталонним ґрунтовим профілем.

23. Спосіб за п. 22, який відрізняється тим, що наступну позицію розгортання вимірювального засобу (44) в межах вибраного географічного району (14) вибирають на основі кореляції між прив'язаними по глибині характеристиками ґрунту в первинних позиціях.

24. Спосіб за будь-яким з пп. 16-23, який відрізняється тим, що синтезують тривимірну модель характеристики ґрунту за прив'язаними по глибині характеристиками ґрунту, отриманими в декількох позиціях (44) в межах географічного району (14).

25. Спосіб за п. 24, який відрізняється тим, що додатково тривимірну модель коректують, коли знімають дані в додаткових позиціях (44) в межах географічного району (14).

26. Спосіб за будь-яким з пп. 24 або 25, який відрізняється тим, що тривимірну модель синтезують цифровими методами точкової оцінки Кріджінга.

27. Спосіб за будь-яким з пп. 16-26, який відрізняється тим, що на етапі порівняння отриманої характеристики підповерхневої породи з характеристичним еталонним профілем підповерхневих порід, відповідним географічному району (14), порівнюють механічний склад ґрунту на заданій глибині, встановлений за отриманою характеристикою підповерхневої породи, з еталонним механічним складом, встановленим по характеристичному еталонному профілю підповерхневих порід.

28. Спосіб за будь-яким з пп. 16-27, який відрізняється тим, що на етапі розгортання засобу (18) засіб (18) заглиблюють в ґрунт на глибину щонайменше 6 дюймів (15 см).

29. Спосіб за будь-яким з пп. 16-28, який відрізняється тим, що прив'язана по глибині характеристика підповерхневої породи містить ґрунтовий розріз з даними, знятими на декількох глибинах у вибраній позиції (44).

30. Спосіб за будь-яким з пп. 16-29, який відрізняється тим, що додатково виконують полігонометричну зйомку географічного району (14) з вимірюванням координат і висот на місцевості, об'єднують дані вимірювання координат і висот, щоб синтезувати цифрову модель рельєфу, коректують початок відліку глибин характеристики підповерхневої породи в кожній з декількох позицій (44) для проведення вимірювань відповідно до цифрової моделі рельєфу, і потім об'єднують характеристики підповерхневих порід зі скоригованим початком відліку, щоб синтезувати тривимірну модель характеристик підповерхневих порід.

31. Спосіб за будь-яким з пп. 16-30, який відрізняється тим, що прив'язана по глибині характеристика підповерхневої породи містить сукупність дискретних окремих значень, отриманих на заданих глибинах (64) у вибраній позиції (44).

32. Спосіб за п. 31, який відрізняється тим, що задані глибини (64) вибирають відповідно до ґрунтових шарів, виділених в характеристичному еталонному профілі підповерхневих порід, відповідному географічному району.

33. Спосіб за будь-яким з пп. 31, 32, який відрізняється тим, що дискретні окремі значення рознесені по висоті відповідно до товщини ґрунтового шару, що входить в характеристичний еталонний профіль підповерхневих порід.

34. Спосіб визначення характеристик підповерхневих умов у вибраному географічному районі, попередньо знятому, щоб виділити в межах району окремі зони, відповідні еталонним ґрунтовим серіям з описом ґрунтових шарів, що відносяться до них, відповідних ґрунтовим серіям і властивостям ґрунтів, спільними для кожного шару, який полягає в тому, що вибирають позицію (44) для проведення вимірювань в кожній виділеній зоні (40), розгортають засіб (18,20) вимірювання у вибраній позиції (44) в межах географічного району, причому конструкція засобу забезпечує чутливість до вибраного параметра підповерхневих порід, визначають по сигналу, що надходить від розгорненого засобу (18, 20), характеристику підповерхневої породи на декількох дискретних глибинах (64), відповідних координатам шарів, визначених в описі еталонних ґрунтових серій.

35. Спосіб за п. 34, який відрізняється тим, що додатково порівнюють отриману характеристику підповерхневої породи з властивостями ґрунтового шару, перерахованими в описі еталонних ґрунтових серій.

36. Спосіб визначення властивостей підповерхневих порід поля (26), який полягає в тому, що рухають дослідницьку платформу (16) в полі, при цьому платформа містить раму для встановлення засобу вимірювання, щоб заглиблювати зонд (17) у верхній шар ґрунту поля у вибраних позиціях (44) і одночасно приймати від зонда сигнали, що відображають характеристику підповерхневої породи, переміщують дослідницьку платформу (16) в декілька точок вздовж межі (28) поля, щоб визначити периметр поля, підключають дослідницьку платформу (16) до віддаленого мережного сервера (32) по безпроводному каналу (34) передачі даних, завантажують запит доступу до даних сегмента еталонної карти з дослідницької платформи у віддалений мережний сервер (32), при цьому запит містить представлення встановленого периметра поля, отримують пакет (35) даних сегмента еталонної карти з віддаленого мережного сервера (32) по безпроводному каналу (34) передачі даних, при цьому пакет даних містить виділений блок бази даних еталонної карти, що охоплює географічну область, яка містить поле (26), а виділений блок має протяжність і адресу, вибрану на віддаленому мережному сервері (32) відповідно до запиту доступу до даних сегмента карти, завантажених з дослідницької платформи (16),

заглиблюють зонд (17) у верхній шар ґрунту в першій вибраній позиції (44) в межах поля, реєструють дані характеристики підповерхневої породи, що приймаються від зонда, який заглиблюється, оцінюють зареєстровані дані характеристики підповерхневої породи порівнянням зареєстрованих даних характеристики підповерхневої породи з даними пакета даних сегмента еталонної карти.

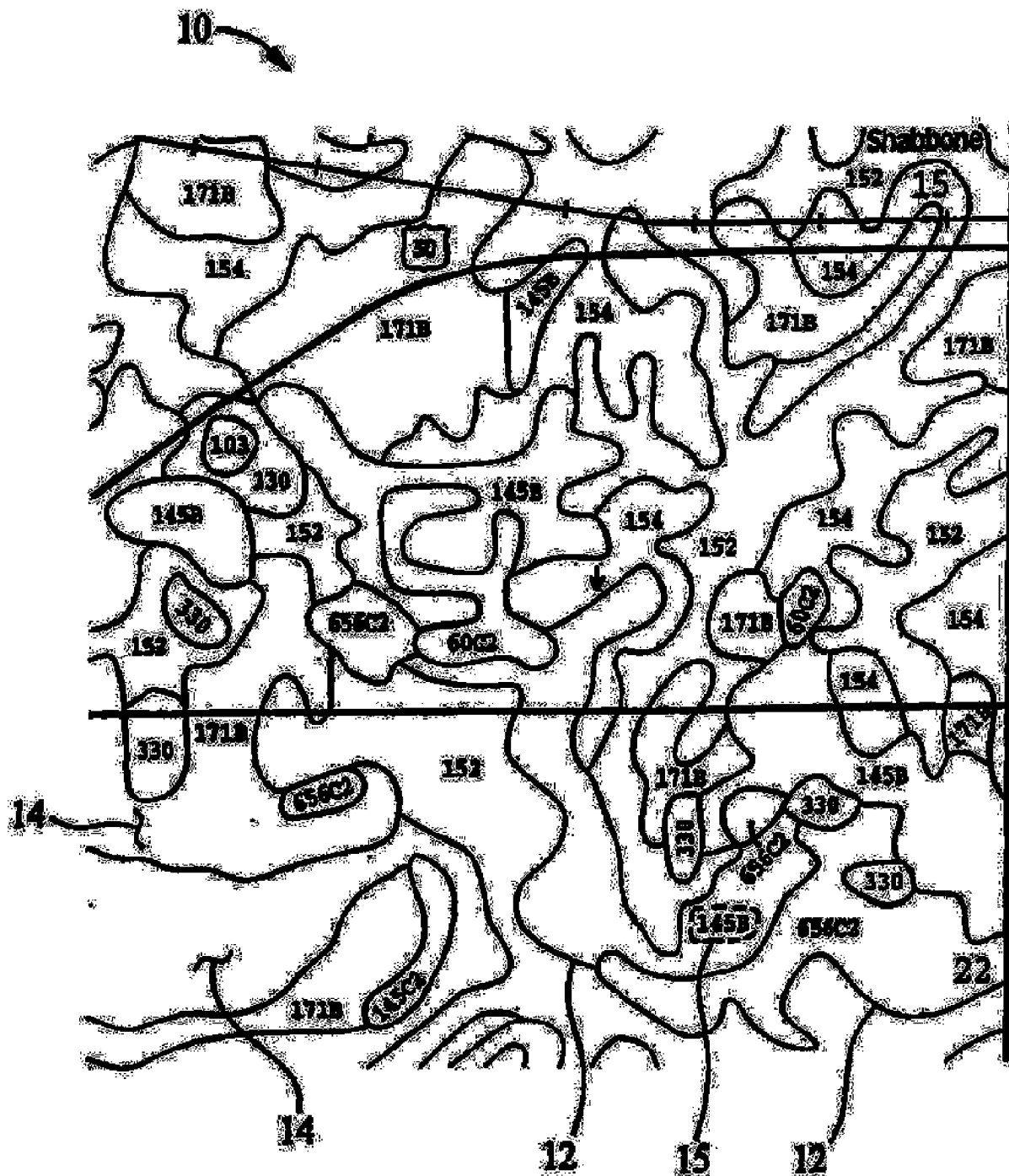
37. Спосіб за п. 36, який відрізняється тим, що запит доступу до даних сегмента еталонної карти містить також вказівку про призначення даних, що отримуються при визначенні властивостей підповерхневих порід.

38. Спосіб за будь-яким з пп. 36 або 37, який відрізняється тим, що безпроводний канал передачі даних містить проміжний сервер, розташований за межами поля, а проміжний сервер призначений для прийому і інтерпретації запиту доступу до даних сегмента еталонної карти, вибору, відповідно до запиту, сервера з множини конкретних мережних серверів картографічних даних (37), завантаження з кожного вибраного сервера виділеного блока відповідної бази даних еталонної карти, формування згаданого пакета даних (35) сегмента еталонної карти, завантаження згаданого пакета даних сегмента еталонної карти в дослідницьку платформу (16).

39. Спосіб за будь-яким з пп. 36-38, який відрізняється тим, що після реєстрації даних характеристики підповерхневої породи, що приймаються від зонда (17), який заглиблюється, визначають подальші необхідні дослідницькі роботи в межах поля (26), в залежності від даних, прийнятих в першій вибраній позиції (44).

U A 7 8 7 2 5 C 2

U A 7 8 7 2 5 C 2



(ВІДОМІЙ РІВЕНЬ ТЕХНІКИ)

Фиг. 1

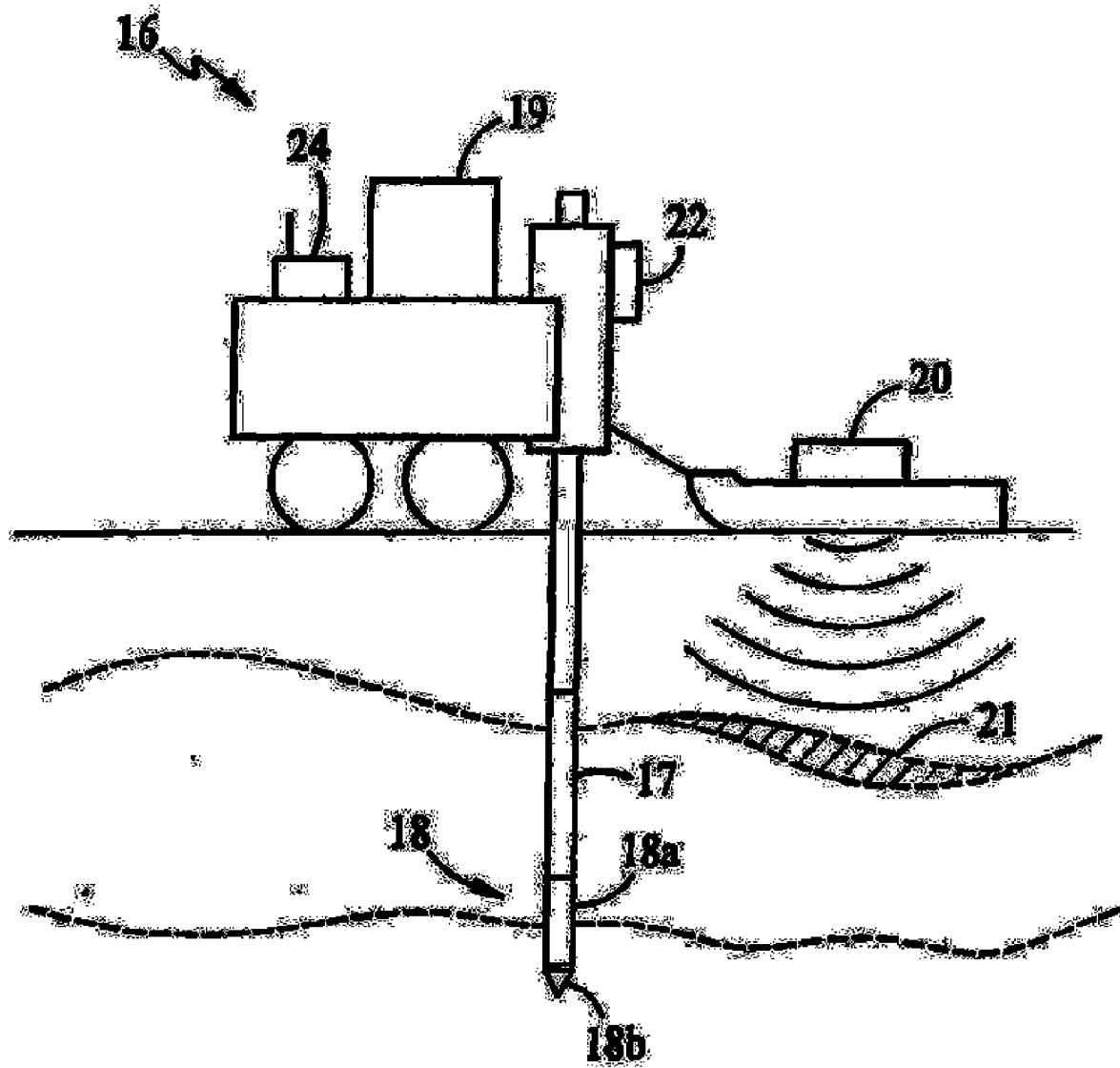


Fig. 2

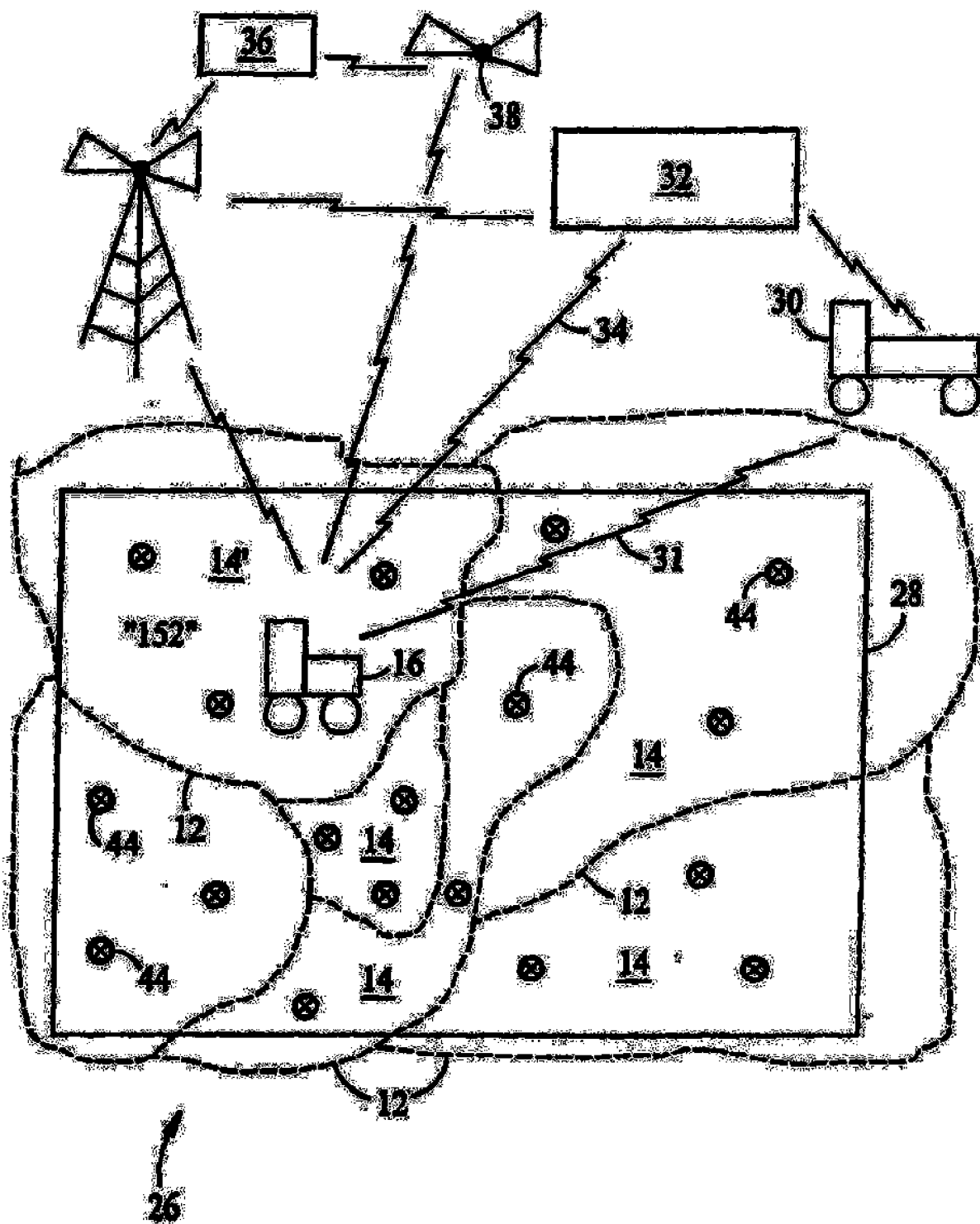
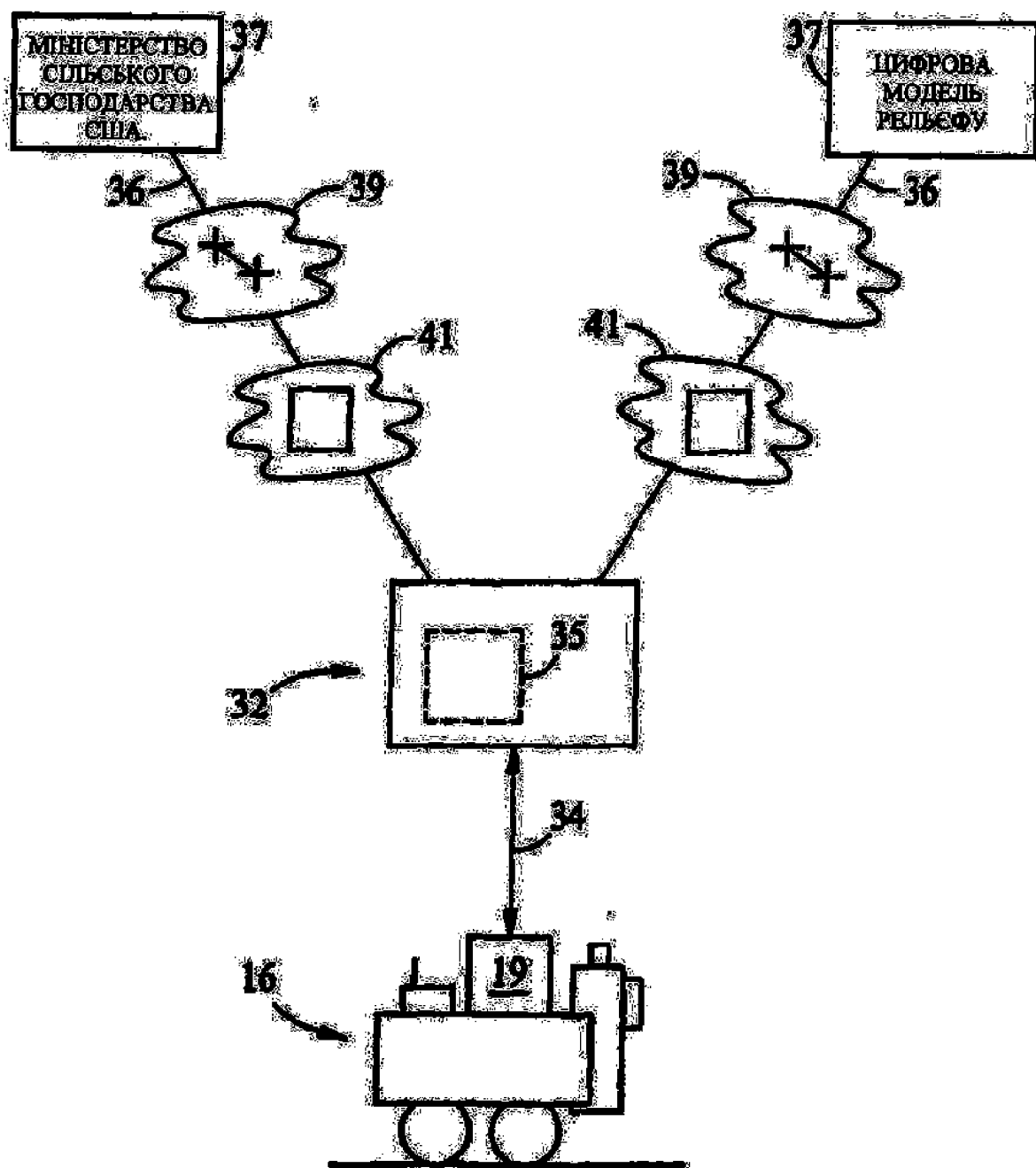


FIG. 3



Фиг. 4

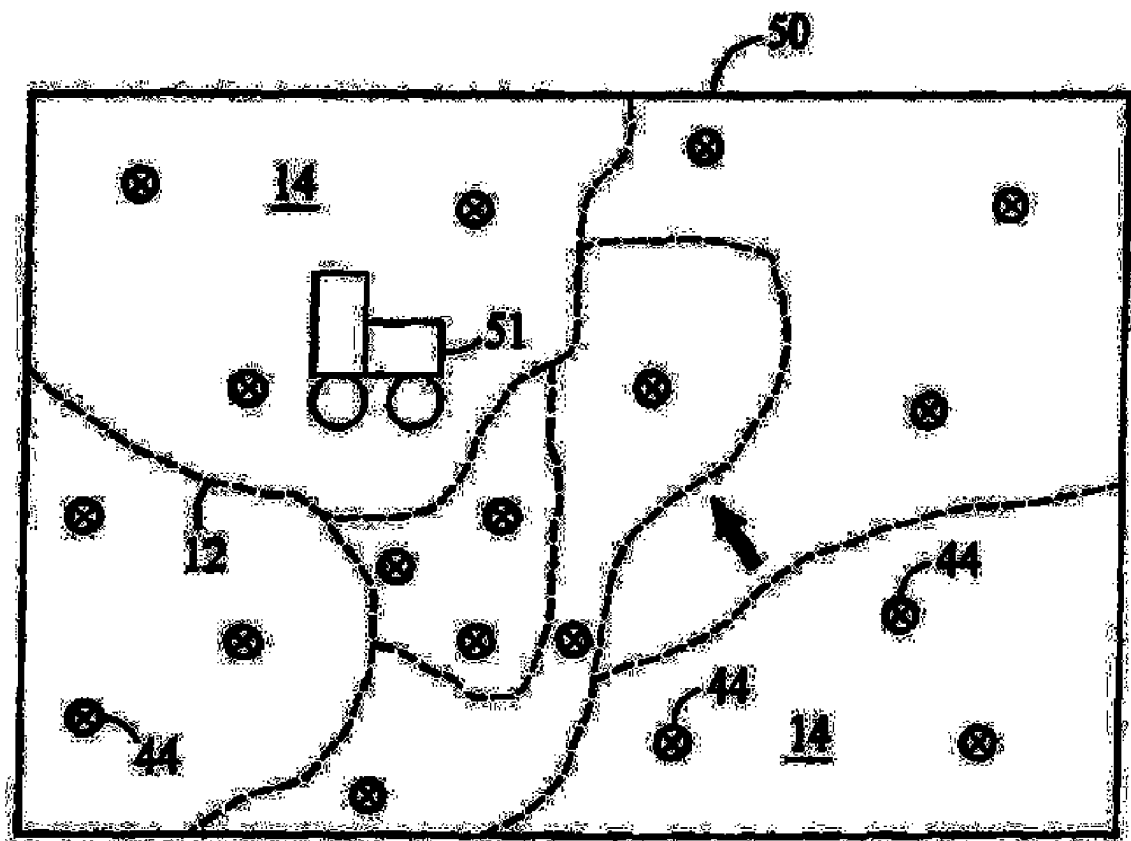
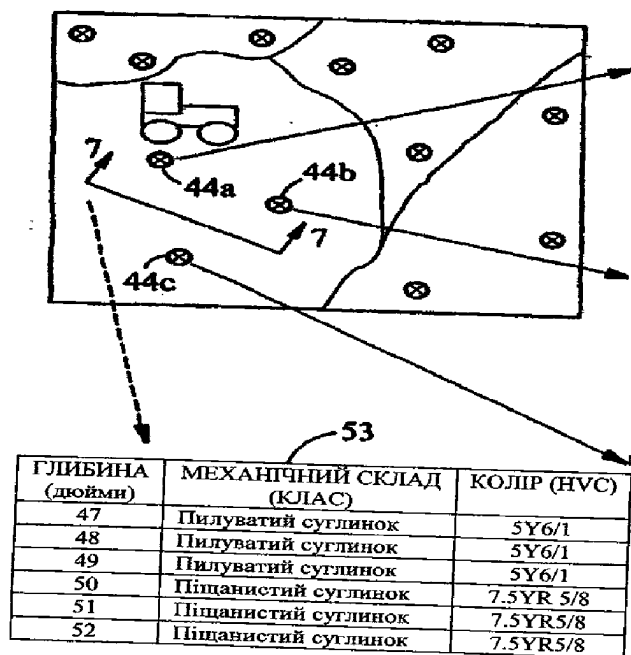


Fig. 5



ГЛИБИНА (дюйми)	Щільність (г/см³)	МЕХАНІЧНИЙ СКЛАД (КЛАС)	КОЛІР (HVC)	ТЕ
42	1.23	Пилуватий суглинок	5YR6/1	
43	1.22	Пилуватий суглинок	5YR6/1	
44	1.38	Піщанистий суглинок	7.5YR5/8	
45	1.39	Піщанистий суглинок	7.5YR5/8	
46	1.37	Піщанистий суглинок	7.5YR5/8	
47	1.39	Піщанистий суглинок	7.5YR5/8	
48	1.39	Піщанистий суглинок	7.5YR5/8	

ГЛИБИНА (дюйми)	Щільність (г/см³)	МЕХАНІЧНИЙ СКЛАД (КЛАС)	КОЛІР (HVC)	ТЕ
49	1.25	Пилуватий суглинок	5YR6/1	
50	1.24	Пилуватий суглинок	5YR6/1	
51	1.25	Пилуватий суглинок	5YR6/1	
52	1.23	Пилуватий суглинок	5YR6/1	
53	1.41	Піщанистий суглинок	7.5YR5/8	
54	1.40	Піщанистий суглинок	7.5YR5/8	
55	1.42	Піщанистий суглинок	7.5YR5/8	

ГЛИБИНА (дюйми)	Щільність (г/см³)	МЕХАНІЧНИЙ СКЛАД (КЛАС)	КОЛІР (HVC)	ТЕ
55	1.23	Пилуватий суглинок	5YR6/1	2
56	1.25	Пилуватий суглинок	5YR6/1	2
57	1.24	Пилуватий суглинок	5YR6/1	1
58	1.41	Піщанистий суглинок	7.5YR5/8	1
59	1.39	Піщанистий суглинок	7.5YR5/8	1
60	1.42	Піщанистий суглинок	7.5YR5/8	1

Фіг. 6

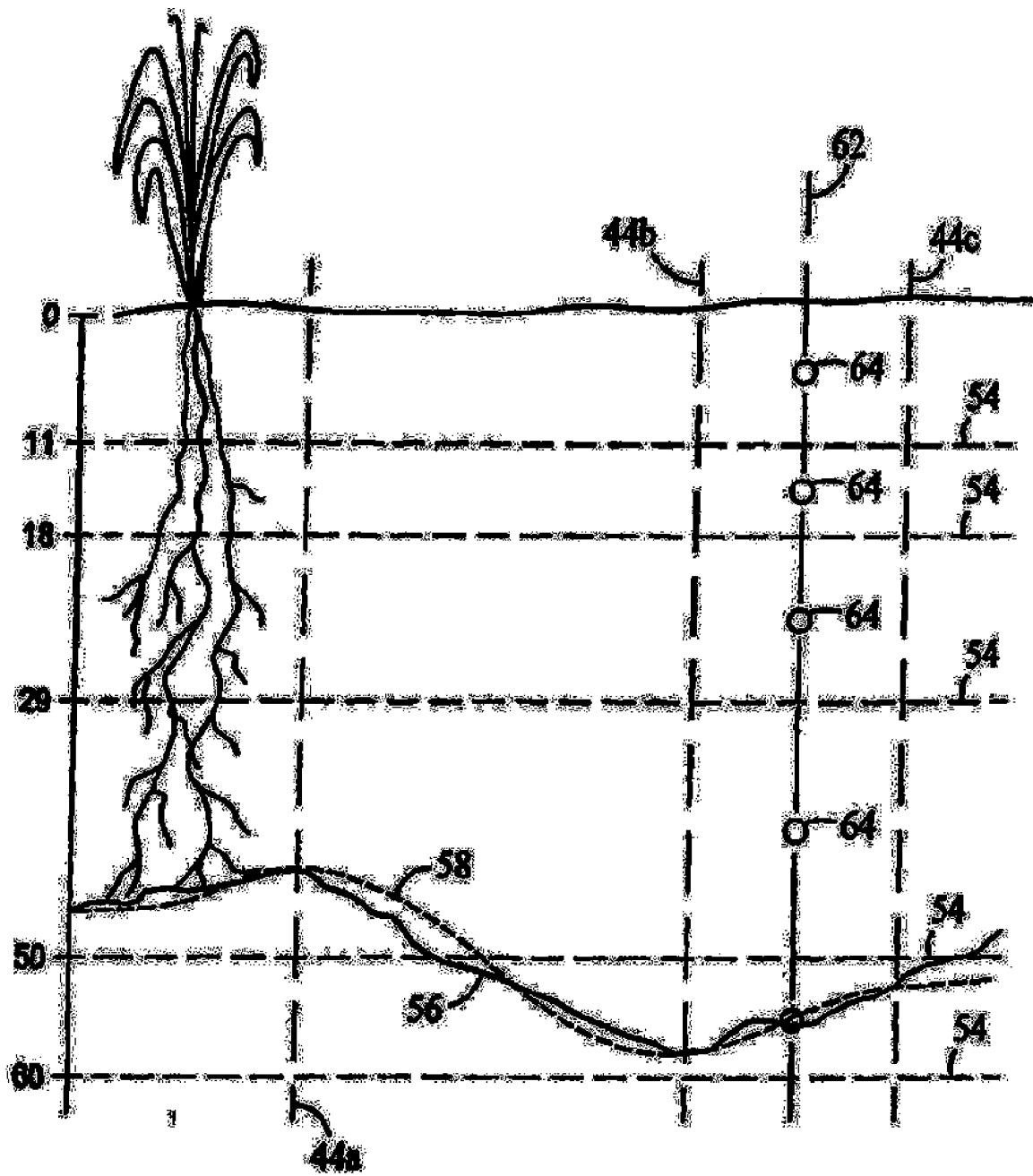


FIG. 7

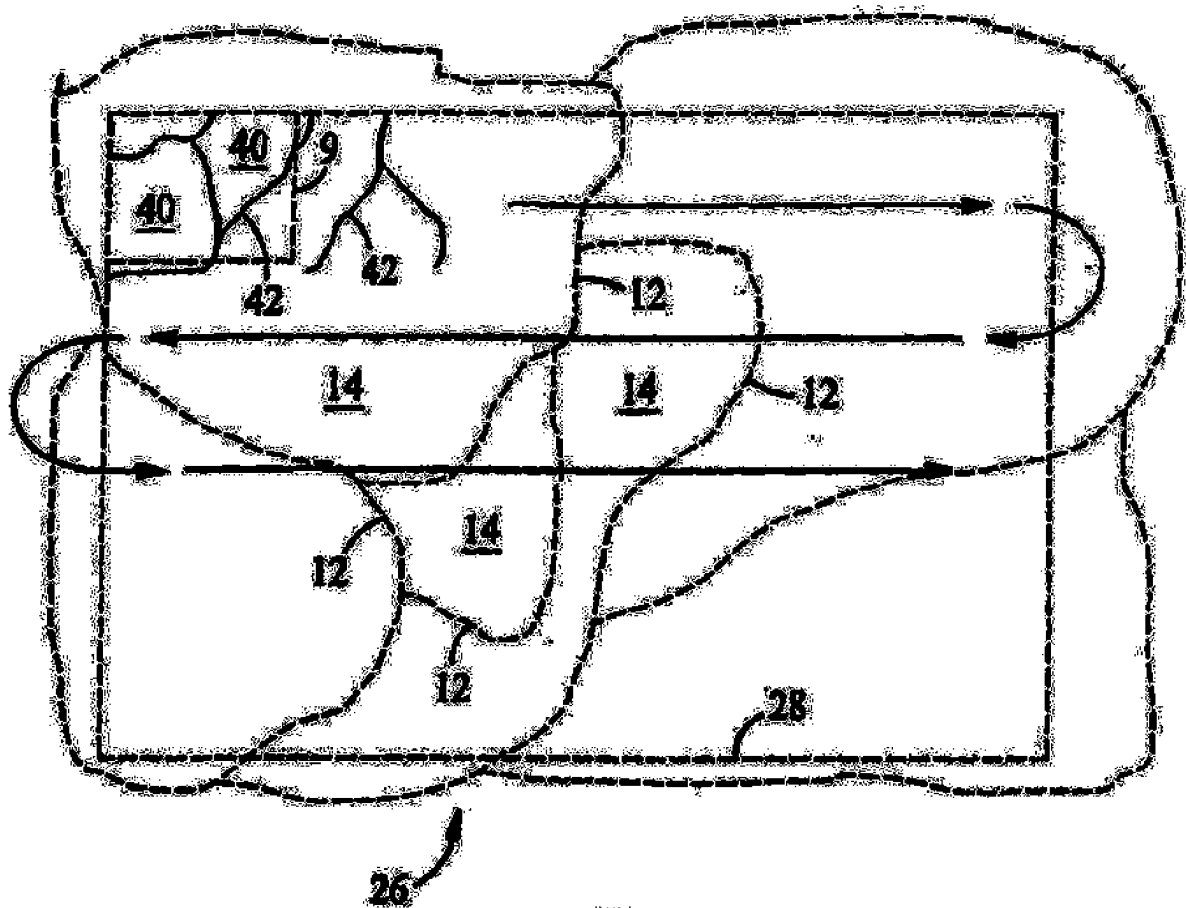
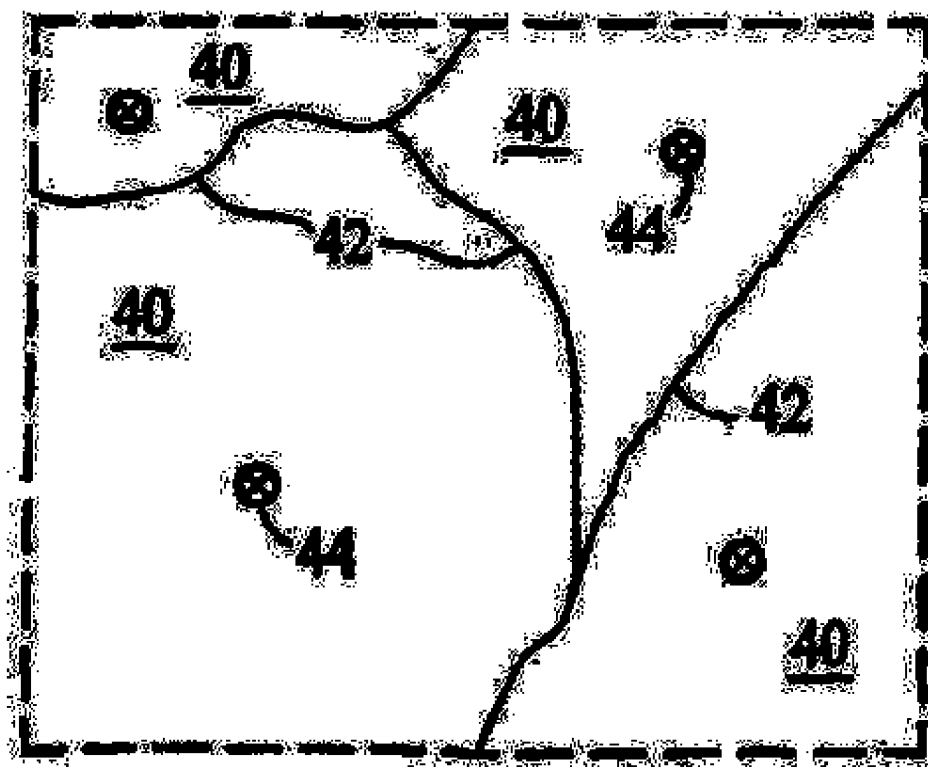


FIG. 8



Фіг. 9

Офіційний бюлетень "Промислова власність". Книга 1 "Винаходи, корисні моделі, топографії інтегральних мікросхем", 2007, N 5 25.04.2007. Державний департамент інтелектуальної власності Міністерства освіти і науки України.

U A 7 8 7 2 5 C 2

U A 7 8 7 2 5 C 2