



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **90731** (13) **U**
(51) МПК (2014.01)
G01V 3/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2013 14976	(72) Винахідник(и): Пікареня Дмитро Сергійович (UA), Орлінська Ольга Вікторівна (UA), Гапіч Геннадій Васильович (UA), Данильченко Іванна Степанівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 20.12.2013	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.06.2014	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.06.2014, Бюл.№ 11	(73) Власник(и): ДНІПРОДЗЕРЖИНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Дніпробудівська, 2, м. Дніпродзержинськ, Дніпропетровська обл., 51918 (UA)

(54) СПОСІБ ВСТАНОВЛЕННЯ ЗОН ПІДВИЩЕНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ ҐРУНТОВИХ ДАМБ (ГРЕБЕЛЬ)

(57) Реферат:

Спосіб встановлення зон підвищеної фільтрації ґрунтових дамб (гребель), при якому профілі розташовують уздовж повздовжньої осі греблі і досліджують природне імпульсне електромагнітне поле Землі (ПІЕМПЗ), визначаючи у плані межі ділянок процесів стиснення та розтягнення ґрунтів тіла дамби. Профілі розташовують на відстані 2-3 м один від одного, в кількості не менше 5. Вимірювання щільності потоку імпульсів магнітної складової імпульсного електромагнітного поля Землі проводять на профілях з кроком 2-3 м в діапазоні низьких частот від 1 до 25 кГц одночасно за трьома антенами. Одна з яких розташована вертикально вниз, а дві інші горизонтально і перпендикулярно одна до одної за орієнтацією "північ-південь" та "захід-схід" на відстані 0,2-0,4 м від поверхні тіла дамби. Будують карти-схеми щільності потоку імпульсів магнітної складової ПІЕМПЗ безпосередньо на об'єкті дослідження і виділяють потенційні зони порушення та підвищеної фільтрації води крізь тіло дамби.

UA 90731 U

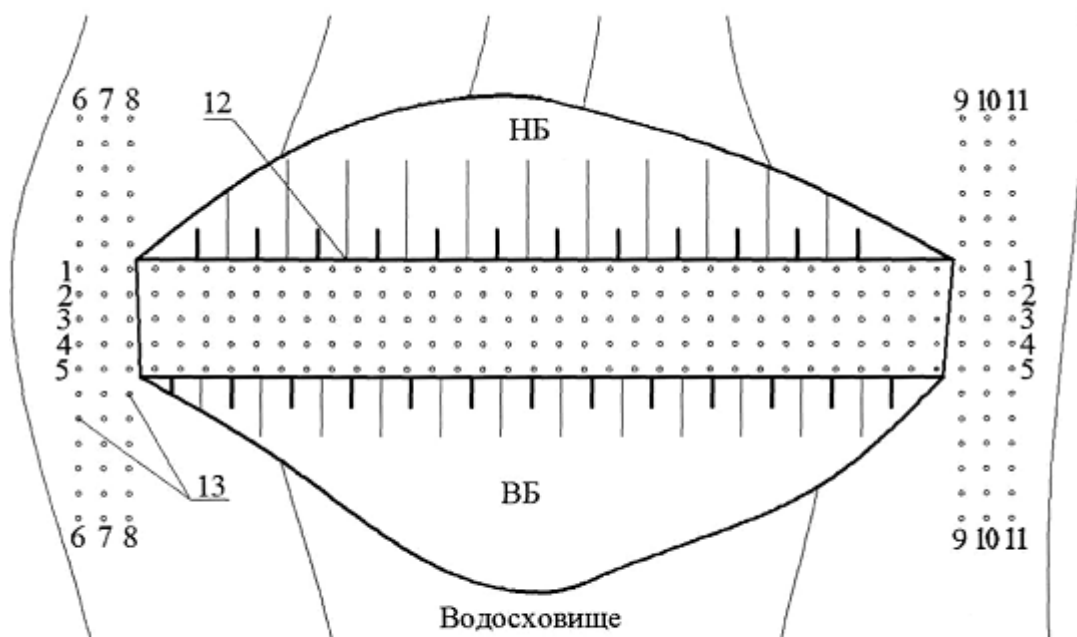


Fig. 1

Корисна модель належить до геофізичних методів контролю змінення напружено-деформованого стану приповерхневих шарів Землі і може бути використана для контролю за фізико-механічним станом ґрунтових дамб (гребель), виявлення зон фільтрації води через дамбу та оцінки стану елементів арматури гідротехнічних споруд.

Відомі способи дослідження будови приповерхневих шарів Землі, які належать до геофізичних методів електричної розвідки. Спосіб геофізичної розвідки [Патент РФ №2414726, G01V3/08, 2011], що включає проведення синхронних вимірювань інтенсивності природного імпульсного електромагнітного поля Землі в різних точках території, що досліджується. При цьому вимірювання ведуть в діапазоні дуже низьких частот не менше як в двох різних напрямках прийому сигналу. Використовують два пристрої для реєстрації параметрів ПІЕМПЗ. Один з пристроїв виступає як базовий, а інший - маршрутний. Спочатку антени пристроїв для реєстрації сигналу встановлюють на відстані не більше 1 м одна від одної. Визначають середні за хвилину значення інтенсивності та за ними налаштовують чутливість каналів за типовим добовим ходом ПІЕМПЗ. Отримані параметри налаштувань пристроїв запам'ятовують. Потім проводять синхронні вимірювання часових варіацій полів усіма пристроями впродовж робочого часу. Просторові варіації параметрів ПІЕМПЗ визначають вздовж профілю робіт шляхом видалення із показань маршрутних пристроїв часових варіацій ПІЕМПЗ, виміряних базовим пристроєм. За отриманими просторовими варіаціями параметрів ПІЕМПЗ здійснюють геологічну інтерпретацію результатів, при цьому до перспективних територій, що містять нафту чи газ, відносять території з аномально низькими значеннями інтенсивності ПІЕМПЗ, що відрізняються додатковою реєстрацією моменту приходу і числа імпульсів ПІЕМПЗ.

Однак цей метод потребує наявності двох і більше приладів або станцій ПІЕМПЗ, одна з яких є варіаційною, а друга - робочою. Це суттєво підвищує собівартість та збільшує час на виконання робіт. Мала відстань між точками спостереження в декілька разів збільшує їх кількість, а необхідність вирівнювання чутливості каналів за середніми за хвилину значеннями інтенсивності ПІЕМПЗ потребує значного часу.

Відомий також спосіб геоелектророзвідки [Патент РФ №2179325, G01V3/08, 2002], який належить до методів індукційного зондування верхньої частини геологічного розрізу та застосовується для виявлення та трасування зон тектонічного порушення порід, дослідження площадок під будівництво, контролю стану насипних гідротехнічних споруд. В даному способі виконується реєстрація магнітного поля, збудженого в середовищі джерелом електромагнітного поля, і визначаються геоелектричні характеристики з використанням віднесених один від одного джерела електромагнітного поля і приймаючого магнітного датчика. Джерело електричного поля і приймаючий магнітний датчик розміщують на фіксованій відстані в положенні, що виключає прямий вплив джерела електромагнітного поля на приймаючий магнітний датчик. Електромагнітне зондування середовища виконують шляхом підйому над досліджуваним розрізом одночасно джерела електромагнітного поля і приймаючого магнітного датчика з непереривною або дискретною реєстрацією магнітного поля, за розподілом якого судять про геоелектричну будову досліджуваного розрізу.

Однак цей метод передбачає застосування рознесених один від одного генератора та приймача електромагнітного поля, що вимагає значного часу на проведення досліджень.

Відомий спосіб виявлення та дослідження ділянок змінення напруженого стану ґрунтових дамб (гребель), вибраний як прототип [Патент України №24699, G01V3/00, 2001], при якому профілі розташовують по прямокутній мережі; по профілях на висоті до 0,5 м у прямому і зворотному напрямках безперервно переміщують пристрій, що реєструє змінення природного електромагнітного поля Землі; при виявленні аномальних значень амплітуди сигналу з відмітними знаками для прямування в протилежних напрямках встановлюють зону підземного водотоку, з'єднуючі у плані межі ділянок підземних вод по прилеглих профілях. Профілі дослідження розташовують вздовж повздовжньої осі гребеня, ярусу і підвалини дамби (греблі), по профілях роблять вимірювання і реєстрацію повного модуля геомагнітної індукції (Т), у кожній точці дослідження профілів на висоті до 0,5 м від поверхні дослідження визначають значення індукції Т1, на висоті 1,5-1,7 м у тих самих точках визначають значення геомагнітної індукції Т2, обчислюють різницю геомагнітної індукції $T1-T2=\Delta T$ у кожній точці дослідження по всіх профілях, будують графіки змінення ΔT по всіх профілях, причому ділянки графіків з позитивними аномальними значеннями ΔT належать ділянкам стиснення (навантаження) ґрунтів дамби (греблі), а ділянки з негативними значеннями ΔT належать ділянкам розтягнення (розвантаження) ґрунтів, виносять на план графіків ділянки з негативними значеннями ΔT , з'єднують у зони розтягнення ґрунтів ґрунтової дамби.

Крім того роблять вертикальне електричне зондування, по результатах яких будують поперечні геоелектричні розрізи, по розрізах визначають положення рівня фільтраційних вод на

гребені, ярусі і підвалині дамби (греблі), при виявленні виходу фільтраційних вод на один з елементів конструкції дамби (греблі) судять по процесах, які визивають розтягнення ґрунтів.

Крім того виконують режимні вертикальні електричні зондування на всіх елементах дамби (греблі) і при виявленні геоелектричному розрізі виходу рівня фільтраційних вод на поверхню підвалини судять про наступ аварійно-небезпечної ситуації.

Недоліком прототипу є те, що за цим способом досліджується лише модуль магнітної індукції, тобто метод належить до групи методів магніторозвідки, а не електророзвідки. До того ж він вимагає наявності дорогого протонного магнітометра. Необхідність двократного виміру на одній точці збільшує тривалість робіт, а при зменшенні кроку спостережень час на їх виконання зростає в рази. За результатами вимірів у способі-прототипі будуються графіки змінення геомагнітної індукції ΔT , на яких виділяють аномалеутворюючі об'єкти, котрі потім проектують на схему розташування точок спостереження і за ними виконують інтерпретацію. Це потребує додаткових операцій і знижує оперативність методу-прототипу.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалення способу встановлення зон підвищеної фільтрації ґрунтових дамб (гребель) шляхом визначення зон підвищеної шпаруватості, розущільнення ґрунтів та тріщинуватості в тілі споруди, із застосуванням дистанційних методів, що забезпечить швидке обстеження технічного стану споруди, сприятиме прийняттю оперативних рішень щодо відновлення її технічного стану та попередженню виникнення аварійної ситуації.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі встановлення зон підвищеної фільтрації ґрунтових дамб (гребель), при якому профілі розташовують уздовж повздовжньої осі греблі і досліджують природне імпульсне електромагнітне поле Землі (ШЕМПЗ), встановлюючи у плані межі ділянок процесів стиснення та розтягнення ґрунтів тіла дамби, профілі розташовують на відстані 2-3 м один від одного, в кількості не менше 5, вимірювання щільності потоку імпульсів магнітної складової імпульсного електромагнітного поля Землі проводять на профілях з кроком 2-3 м в діапазоні низьких частот від 1 до 25 кГц одночасно за трьома антенами, одна з яких розташована вертикально вниз, а дві інші горизонтально і перпендикулярно одна до одної, за орієнтацією "північ-південь" та "захід-схід" на відстані 0,2-0,4 м від поверхні дамби, будують карти-схеми щільності потоку імпульсів магнітної складової ПІЕМПЗ і виділяють потенційні зони порушення та підвищеної фільтрації води крізь тіло дамби. Крім того додатково досліджують зони зчленування тіла дамби та берегів за мережею поперечних профілів, які розташовують на бортах балки.

Імпульси магнітної складової імпульсного електромагнітного поля Землі інтенсивно поглинаються суттєво обводненими гірськими породами чи спорудами. Також їх щільність різко зменшується у зонах розвитку тріщинуватості або розташування порожнин у породних масивах чи спорудах. Тому на картах ділянки зменшення щільності потоку імпульсів магнітної складової ПІЕМПЗ можуть інтерпретуватися як зони фільтрації або тріщинуватості. Форма ізоліній та загальний рисунок поля ПІЕМПЗ дозволяє відокремити ці зони одну від одної та визначити їх розміри та простягання на досліджуваному об'єкті. Також виділяються зони з різним напруженим станом тіла дамби: приозерна частина (верхній б'єф) піддається значно більшим навантаженням з боку водосховища, а тилова (нижній б'єф) - меншим, тому при нормальному технічному стані дамби спостерігається смугасте розташування аномалій ПІЕМПЗ - максимальні у верхньому б'єфі, мінімальні у нижньому. Це свідчить про виконання греблею своїх функцій - утримання води. Зворотна ситуація - напружений стан нижнього б'єфу (максимальні аномалії ПІЕМПЗ) та ослаблений стан верхнього б'єфу (мінімальні аномалії), вказує на розвиток процесів фільтрації води з водосховища через тіло дамби. На підставі відмічених закономірностей здійснюється оперативна інтерпретація даних безпосередньо на об'єкті вивчення та винесення зон розвитку небезпечних процесів в натуру. Крім того, виявляються ділянки ґрунтових гребель, які знаходяться у локальному напруженому стані, що може призвести до розвитку зсувів або утворення пливунів у тілі дамби, яка візуально знаходиться у задовільному стані та немає ознак прояву цих процесів. Особливо небезпечна ситуація у випадку, коли здійснюється рух транспорту та дамба знаходиться під впливом вертикальних знакоперемінних навантажень, які активізують зсувні явища.

Розташування профілів на відстані 2-3 м один від одного та точок на них з кроком 2-3 м пов'язане з незначними розмірами ГТС. Якщо крок між профілями буде менше 2 м, це суттєво збільшить час на обстеження споруди. При кроці більшим ніж 3 м - виникає імовірність пропустити локальну зону підвищеної фільтрації незначної ширини. Відстань між профілями і точками у 2-3 м є оптимальною для забезпечення квадратної мережі спостережень, що дозволяє об'єктивно оцінити розміри аномальної зони та встановити її параметри.

Низький діапазон частот до 25 кГц є найбільш оптимальним для реєстрації електромагнітних випромінювань від джерела, що знаходиться під денною поверхнею. На частотах вищих від 25 кГц починається суттєвий вплив техногенного електромагнітного випромінювання, яке негативно впливає на рисунок поля та подальшу інтерпретацію аномалії ПІЕМПЗ.

Розташування антен на відстані 0,2-0,4 м від тіла дамби є найбільш оптимальним. На відстані меншій ніж 0,2 м вимірюванням перешкоджає трав'яниста рослинність та нерівності поверхні. На відстані більшій ніж 0,4 м електромагнітне випромінювання даної частоти інтенсивно поглинається та розсіюється в атмосфері.

Спосіб здійснюється наступним чином.

Тіло дамби оглядають візуально з фіксацією ознак прояву різних екзогенних геологічних та інженерно-гідрогеологічних процесів. На гребені розбивають мережу спостережень у вигляді профілів, зорієнтованих вздовж осі греблі на відстані 2-3 м один від одного, але щоб їх кількість була не менше 5 профілів, що обумовлено відомою методикою геофізичної зйомки - не менше 5 перетинань аномалеутворюючого об'єкту в хрест його простягання, при цьому охоплюють верхні частини укосів греблі. На бортах балки в місці зчленування з дамбою розташовують мережу поперечних профілів з аналогічними параметрами. На профілях з кроком 2-3 м, що пов'язане з передбачуваною шириною аномальної зони в розмірі 1 м, на відстані 0,2-0,4 м від гребеня реєструють щільність потоку імпульсів магнітної складової ПІЕМПЗ за одиницю часу (зазвичай - секунд) одночасно за трьома антенами. Антени розташовують на рейці з просторовою орієнтацією: одна вертикально вниз, дві інші горизонтально взаємоперпендикулярно за напрямками "схід-захід" та "північ-південь". Таке розташування антен дозволяє відчутно знизити вплив техногенних та високочастотних електромагнітних полів техногенного та атмосферного походження. Це не потребує додаткового залучення варіаційної станції, що пришвидшує виконання робіт. Вибрана квадратна або близька до неї мережа спостережень пов'язана з розмірами аномалеутворюючих об'єктів (зон замочування та фільтрації - 3-5 м) та дозволяє позбавитися від помилкових лінійних витягнутих аномалій. За допомогою портативного комп'ютера відразу складають карти-схеми щільності потоку імпульсів магнітної складової ПІЕМПЗ для кожної з антен. Проводять комплексну сумісну інтерпретацію карт-схем з урахуванням візуального обстеження та виділяють небезпечні ділянки. За необхідністю додатково обстежують виділені ділянки за прийнятою методикою із залученням електророзвідувального методу вертикального електричного зондування для встановлення характеру розповсюдження обводнених та тріщинуватих зон в об'ємі тіла дамби.

Технічна сутність способу пояснюється схемою.

Фіг. 1: План-схема розташування профілів та точок спостереження ГПЕМПЗ;

ВБ - верхній б'єф;

НБ - нижній б'єф;

1-1...11-11 - профілі спостереження та їх номери;

12 - ґрунтова дамба;

13 - точки спостереження на профілях.

Як прилад для реєстрації щільності потоку імпульсів магнітної складової ПІЕМПЗ використовується мікропроцесорний індикатор електромагнітного поля "СІМЕІЗ". Одночасне спостереження на точці за трьома антенами дозволяє обстежувати дамбу протягом 2-4 годин, а інтерпретацію результатів скоротити до 1-2 годин. Така оперативність робіт та достовірність результатів робить цей метод оптимальним для швидкої оцінки технічного стану споруди та прийняття рішень щодо доцільності інших досліджень і попередження виникнення аварійної ситуації. Приклад конкретного здійснення способу.

Реалізація способу розглядається на прикладі оцінки технічного стану ґрунтової дамби на ставку "Старовишневецьке" Синельниківського району Дніпропетровської області.

Основні параметри та характеристики об'єкту дослідження наступні: дамба виконана із суглинків і відноситься до IV класу капітальності; об'єми води при нормальному підпірному рівні (НПР) 68,3 тис.м³. Довжина ГТС по гребеню становить 120,0 м; ширина по гребеню 3,0 м; висота дамби - 5,0 м.

На гребені дамби були розбиті 5 профілів, бокові профілі розташовані вздовж верхніх частин укосів. Відстань між точками спостережень складала 2 м, загальна кількість точок становила 300 шт. Схема розташування точок спостережень наведена на фіг. 1. Роботи виконувались приладом "СІМЕІЗ", фіксація сигналу - трьома антенами, орієнтованими вертикально вниз та горизонтально за напрямками північ-південь і захід-схід.

За отриманими даними побудовані карти щільності потоку магнітної складової ШЕМПЗ за кожною з антен. Найбільш інформативною є карта, отримана з горизонтальної антени меридіонального напрямку; вона виявилася розташованою поперек греблі (фіг. 2).

Фіг. 2: Карта-схема щільності потоку імпульсів магнітної складової ШЕМПЗ за горизонтальною антеною меридіонального напрямку. Система координат умовна в метрах. Вісь У спрямована на північ, вісь Х - на схід. Градаційна шкала характеризує кількість імпульсів ШЕМПЗ. Прямокутниками позначені зони розривних порушень та розуцільнення ґрунту (пояснення в тексті).

Інтерпретація результатів досліджень та аналізу карти-схеми дозволяють виділити такі зони фільтрації води через тіло дамби:

- зона розташування водоскидного трубопроводу (поз. 1 на фіг. 2) та зона виходу фільтраційного потоку на денну поверхню у правій частині греблі (поз. 2 на фіг. 2). Обидві зони відмічаються візуально та фіксуються зниженими значеннями ШЕМПЗ;

- зона, яка розташована між водоскидною трубою та витокм води, що дренається через тіло дамби у НБ (поз. 3 на фіг. 2) та зони невеликої фільтрації і водонасичення тіла дамби у місцях примикання тіла дамби до бортів балки (поз. 4 на фіг. 2). Ці зони неяви та визначаються за результатами ШЕМПЗ завдяки лінійному розташуванню знижених значень щільності потоку електромагнітних імпульсів;

- зона обводнення верхньої частини гребеня дамби (поз. 5 на фіг. 2). Це найбільш небезпечна ділянка, вона розташована біля виходу фільтраційного потоку у нижній частині тіла дамби та добре проявленя як область зниження значень сигналу ШЕМПЗ, що охоплює майже половину потужності ГТС. Її положення біля верхнього б'єфу та розповсюдження в тіло греблі свідчить про наявність процесу проникнення води зі ставка по зонах розуцільнення та техногенної тріщинуватості (усадка тіла дамби).

Таким чином, застосування даного способу встановлення зон підвищеної фільтрації ґрунтових дамб (гребель) за допомогою геофізичного методу ШЕМПЗ дозволяє швидко обстежити технічний стан споруди, визначити зони підвищеної шпаруватості, розуцільнення ґрунтів і тріщинуватості в тілі споруди, а також сприятиме прийняттю оперативних рішень щодо відновлення її технічного стану та попередженню виникнення аварійної ситуації.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб встановлення зон підвищеної фільтрації ґрунтових дамб (гребель), при якому профілі розташовують уздовж повздожньої осі греблі і досліджують природне імпульсне електромагнітне поле Землі (ПІЕМПЗ), визначаючи у плані межі ділянок процесів стиснення та розтягнення ґрунтів тіла дамби, який **відрізняється** тим, що профілі розташовують на відстані 2-3 м один від одного, в кількості не менше 5, вимірювання щільності потоку імпульсів магнітної складової імпульсного електромагнітного поля Землі проводять на профілях з кроком 2-3 м в діапазоні низьких частот від 1 до 25 кГц одночасно за трьома антенами, одна з яких розташована вертикально вниз, а дві інші горизонтально і перпендикулярно одна до одної за орієнтацією "північ-південь" та "захід-схід" на відстані 0,2-0,4 м від поверхні тіла дамби, будують карти-схеми щільності потоку імпульсів магнітної складової ПІЕМПЗ безпосередньо на об'єкті дослідження і виділяють потенційні зони порушення та підвищеної фільтрації води крізь тіло дамби.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що додатково досліджують зони зчленування тіла дамби та берегів за мережею поперечних профілів, які розташовують на бортах балки.

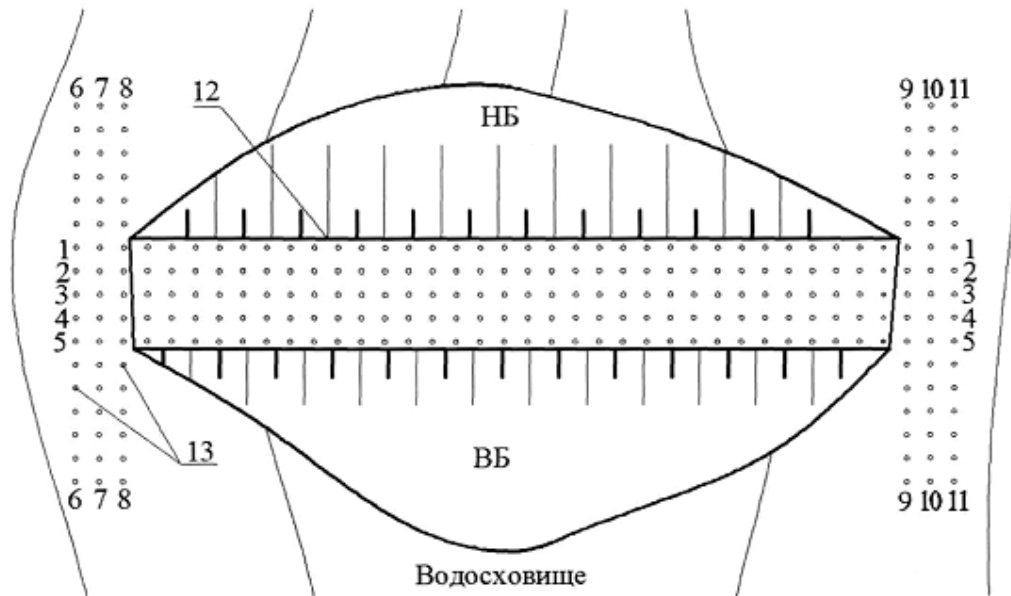


Fig. 1

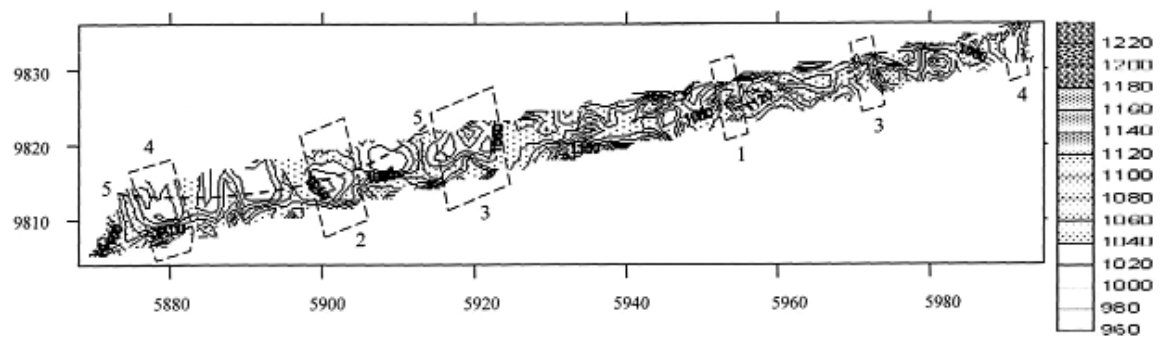


Fig. 2

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601