

Винахід відноситься до гравіметрії, зокрема до немеханічного квантового гравідеформаційного, на відміну від звичайного механічного гравіінерційного, вимірювання характеристик неоднорідного гравітаційного поля, вимірювання, змістовного по іншому феноменологічному критерію, ніж поле двовимірної механічного прискорення, а саме - принципу метричного поля відносної гравіелектромагнітної одномірної, а тому немеханічної суті.

Немеханічний квантовий спосіб і градієнтометр засновані на експериментально знайденому автором квантовому гравіелектромагнітному ефекті, використаним для вимірювання похідних сили тяжіння.

Винахід може бути використаний при дослідженні фізики гравітації, в геофізиці та геології для точного визначення місця знаходження, деталізації та диференціації геологічних тіл, у тому числі мінеральних покладів, їх структурних і пружних властивостей.

За визначенням, сила, в тому числі неоднорідна гравітаційна, є величина дії на пробне матеріальне тіло інших тіл і характеризується двома виявленнями: прискоренням пробного тіла, відображеним гравіінерційною силою у розмірності  $\text{кг}\cdot\text{м}/\text{сек}^2$ , та його деформацією, спричиненою гравідеформаційною силою, пропорційною відносній деформації просторового-часового інтервалу  $\Delta S/S$ . Обидві ці складові належать до гравітаційного поля. До цього часу вимірювання характеристик гравітаційного поля: напруженості (розмірність  $\text{м}/\text{сек}^2$ ) та її похідних ґрунтувались на вимірюванні механічного прискорення вільного падіння пробного тіла, що також віддзеркалюється в періоді його коливань чи в положенні пробних тіл, врівноважених пружною силою, у просторі, незважаючи на використання великого їх набору: від щільних мас до матеріальних вагомих атомних (та/чи молекулярних) нейтральних (John F. Clauser, USA patent No. 4,992,656, Feb. 12, 1991, H05H 3/00; G01P 15/00) чи заряджених (James N. Constant, USA patent No. 4,920,313, Apr. 24, 1990, G01V 3/00; G01M 1/12) потоків, - що не виключає механічного руху і його головного недоліку - інерції пробних тіл, яка вносить похибку в вимірювання при зовнішніх заважаючих прискореннях вимірюючого приладу, корисний сигнал котрого необхідно також виділяти з фону цих прискорень, які мають однакову розмірність із корисним сигналом для гравіметрів  $\text{м}/\text{сек}^2$  чи гравітаційних градієнтометрів  $1/\text{сек}^2$ . Відомі механічний спосіб і гравітаційний градієнтометр ГРБМ-2 (Гравиразведка, Москва, «Недра», 1981, стор.102 - 110), взяті в якості прототипу, в яких чутливими елементами впливу малих гравітаційних сил є пробні тіла (вантажки), розміщені на коромислі обертових ваг Етвеша, підвишуваних на тонкій пружній нитці.

Ці пробні тіла в гравітаційному полі з повсюдишюю неоднорідністю - градієнтом сили тяжіння, незнищуваним ніяким рухом системи відліку, зазнають дії різних за величиною та напрямком просторових компонент сил (взагалі кажучи, змінних з часом) вказаного поля. Таким чином, виникає пара сил, визначаючих момент гравітаційних сил відносно осі пружної нитки, закручуючих коромисло до тих пір, доки сила пружності нитки не урівноважить їх дію. Положення рівноваги коромисла і кут його закручування визначають величину компонент градієнта сили тяжіння.

Неоднозначність поняття сили як міри механічної взаємодії в неінерціальній системі відліку Землі, недотриманість принципу відносності, кінематичність, локальність і приблизність принципу еквівалентності у нескінченно малій області простору, нереалізуємі в природі, і звідси 3% розбіжність вимірюваної та наперед обчислюваної гравітації, залежної від щільності матерії (O. Rubincan, B. Choo, R. Shaten, W. Sager "Non-newtonian gravitation or anomalies", EOS, Dec. 1988, p. 1636, № 69), залежність від інерціальних прискорень - все це характеризує недосконалість вивчення гравітаційного поля за допомогою вимірювання характеристик руху пробних тіл і націлює на пошук шляхів для подальшого вивчення та створення нових способів вимірювання властивостей гравітаційної взаємодії, специфічно, в неоднорідному полі тяжіння, зокрема у світі застосування поняття енергії як найбільш загальної міри взаємодії.

Більше того, згідно визначенню поняття та його розвитку, дія сили в механіці пов'язана із взаємодією тіл, викликаючих не тільки змінення швидкості їх руху, але і їх деформацію, в тому числі змінення структури речовини.

В основу винаходу поставлено задачу підвищення точності за рахунок удосконалення способу вимірювання компонент градієнта сили тяжіння і градієнтометра шляхом застосування замість вимірювання інерційних властивостей застосованих пробних тіл, відображених у їх прискоренні, вимірювання більш важливої деформаційної неінерційної складової інтенсивності (сили) гравітаційного поля, пропорційної компонентам тензору просторового градієнта вказаної інтенсивності, змінення якої і викликає рух у гравітаційному полі. Змінення цієї складової спричиняє відносне змінення міри довжини та темпу збігу (інтервалу) часу, міра якого відтворюється осцилятором, у тому числі квантовим, тобто змінення періоду коливань вказаного осцилятора. Таким чином, вимірювання відносного змінення періоду коливань вказаного осцилятора, пропорційного зміненню компоненти тензора градієнта сили тяжіння, дозволяє досягти технічний результат:

1) отримання нової якісної і більш кількісної інформації про тонку структуру гравітаційного поля і фізичні властивості тяжіючих тіл і порід, а саме: а) вищі похідні компонент тензорів градієнту сили тяжіння, б) їх спектральні щільності потужності, в) пружні властивості навоколишніх тіл і порід;

2) обчислення характеристик тензорів вищезначених величин, а саме: а) азимутів їх простягань, б) їх інваріантів, які поліпшують бокове розрізнення;

3) забезпечення незалежності вимірювань від зовнішніх заважаючих прискорень у розмірності  $\text{м}/\text{сек}^2$ ;

4) забезпечення підвищення дальності виявлення гравітуючих об'єктів.

Загальними ознаками для прототипу і винаходу є: 1) присутність двох пробних тіл, встановлених на незмінній відстані, 2) вимірювання різниці впливу гравітаційного поля на пробні тіла. Досягнення приведенного технічного результату здійснюється завдяки його причинно-наслідкового зв'язку з сукупністю наступних неочевидних раніш суттєвих ознак і технічних властивостей, відмінних від прототипу (рутинних механічних способу вимірювання і градієнтометра сили тяжіння):

1) вимірювання деформації пробних тіл гравітаційного градієнтометра за рахунок змінення локальної сили (що з'являється при змінній падіння неоднорідної напруженості гравітаційного поля на протязі вказаних пробних тіл) замість вимірювання змінення їх місцезнаходження у просторі чи їх прискорення.

2) використання в якості пробних тіл квантово-механічних ансамблів атомів робочої речовини, складаючих вказані пробні тіла і відтворюючих квантові осцилятори, беручи до уваги той факт, що класична механіка є граничним випадком більш універсальної квантової взаємодії

3) точність і чутливість механічних гравітаційних градієнтметрів обмежена мінімально можливою величиною пробних мас у порівнянні з масою коромисла обертальних ваг Етвеша. Виміри на квантово-механічних ансамблях у силу співвідношень невизначеності будуть тим точніше, чим більші розміри квантово-механічних ансамблів і чим вужче ширина їх спектральних ліній,

4) динамічна сила Ньютона діє на прискорення пробних тіл у механічних гравіметрах і зменшується з відстанню  $R$  зі швидкістю зворотної квадратичної залежності як  $1/R^2$ . У механічних гравітаційних градієнтметрах ця сила викликає вимірювальну зміну прискорення двох пробних мас, яка зменшується з відстанню ще швидше зі швидкістю зворотної кубічної залежності як  $1/R^3$ . Це приводить до того, що механічні гравітаційні градієнтметри, встановлені на літаку на висотах польоту більше 200 метрів, не можуть вимірювати змін градієнта сили тяжіння [L.B. Pedersen and T.M. Rasmussen, Geophysics, vol. 55, No. 12 (December 1990), p. 1564]. Деформаційна компонента відносних сил гравітаційного поля, відома з теорії гравітаційних хвиль, зменшується на два порядки (тобто значно) повільніше як  $1/R$ , лінійно з відстанню  $R$  (А.Ф. Писарев, "Гравитационные волны", "Знание", 1976 г., стр. 17). Це було підтверджено калібровочними вимірами і отриманням сигналу градієнта сили тяжіння пропонуєним квантовим способом з глибини 5000 метрів на акваторії Атлантичного океану, що забезпечує значно більший вииграш у дальності виявлення гравітуючих об'єктів,

5) вимірювання відносної величини змінення однорозмірних періодів коливань квантового осцилятора є несумірне з завадами у вигляді збурюючих прискорень з розмірністю  $\text{м/сек}^2$  і тому є нечутливе до них, є неінерційним і альтернативою рутинному вимірюванню сили тяжіння в одиницях прискорення  $\text{м/сек}^2$  і не потребує гіростабілізованих платформ при вимірах у русі.

6) замість вимірювання кута закручування коромисла крутильних ваг у механічного гравітаційного градієнтметра вимірюється змінення періодів квантових осциляторів, які відтворюються робочими речовинами пробних тіл,

7) вимірювання вертикальних і будь-яких компонентів тензора градієнта сили тяжіння будь-якого порядку, а не тільки горизонтальних градієнтів і кривизн механічними градієнтметрами,

8) вимірювання спектральної щільності потужності градієнта сили тяжіння (тобто сигналу з періодом коливань рівним різниці періодів коливань пари порівнюваних квантових осциляторів).

9) по причині того, що була виявлена ненульова величина різниці сигналів при просторовій циркуляції квантового осцилятора у вигляді зворотно-поступального і зворотно-обертального переміщення, проводиться вимірювання пружних властивостей навколишніх тіл і порід,

10) проводиться визначення напрямку осі чутливості квантових осциляторів і орієнтування їх по сторонах світу і вертикалі,

11) проводиться розміщення пробних тіл - квантових осциляторів у карданових підвісах, а не на коромислі крутильних ваг механічного гравітаційного градієнтметра,

12) квантові осцилятори мають кабельний зв'язок і радіозв'язок з компаратором-аналізатором спектра і з радіоприймачем-компаратором-аналізатором спектра,

13) колонка з квантових осциляторів розміщується у загальнім кардановім підвісі.

14) для підвищення точності вимірів один з вказаних осциляторів може встановлюватись у місці з вказаним градієнтом, прийнятим за фіксований.

Оскільки неінерційний квантовий спосіб має вищу точність і дальність вимірювань, є незалежним від заважаючих прискорень і надає на порядок більше нової якісної інформації про тонку структуру і взаємодію речовини і гравітаційного поля (у тому числі про його спектральні характеристики), про фізичні (петрофізичні), в т.ч. пружні, властивості речовини, то ця обставина заявляє його більш інформативним, ніж класичний механічний спосіб, який дає інформацію тільки про змінення місцезнаходження чи швидкості руху пробного тіла і призначає даний квантовий спосіб вимірювання компонент градієнта сили тяжіння і градієнтметр для заміни існуючого механічного способу, механічних градієнтметрів і гравіметрів. Таким чином, технічне рішення, що заявляється, відповідає критерію новизни.

Інші характерні переваги, особливості, мета і суть цього винаходу стануть очевидні з наступного опису з посиланням на супровідні креслення, у котрих:

фіг.1 - основна структурна схема вищезгаданого компонентного градієнтметра на рухомій платформі,

фіг.2 - фотографія польового квантового неінерційного градієнтметра сили тяжіння з портативним комп'ютером для вимірювання, обробки і збереження даних,

фіг.3 - згаданий градієнтметр, встановлений в автомобілі для вимірів у русі.

Довідка про номери у кресленні.

2, 4, 8, 10 - квантові осцилятори,

6 - компаратор-аналізатор спектра,

12 - радіопередаюча станція,

14 - радіоприймач-компаратор-аналізатор спектра,

16, 18, 20 - карданові підвіси,

22 - юстирована плита,

24, 26, 28 - юстировочні гвинти,

30 - рухома платформа.

Внаслідок проведених теоретичних і експериментальних пошуків у відповідності з винаходом пропонується новий квантовий неінерційний спосіб вимірювання компонент тензора градієнта сили тяжіння і градієнтметр, які реалізують слідуєчим чином.

Механічний спосіб і градієнтметр вимірюють вказані компоненти при вимірюванні різниці дії гравітаційної сили на рух двох пробних тіл, встановлених на незмінній відстані і врівноважених пружною силою, наприклад у

гравітаційних градієнтометрів.

Пропонується квантовий немеханічний, і тому, неінерційний спосіб і градієнтометр з його модифікаціями, основна структурна схема якого показана на фіг.1, відрізняється тим, що з метою підвищення точності за рахунок усунення неоднозначності поняття сили як міри механічної дії у неінерційній системі Землі і усунення впливу двовірних заважаючих прискорень вказані компоненти вимірюють по величині зміни відносною одномірної деформації внутрішньої структури робочих речовин за рахунок дії відносних сил гравітаційного поля на, принаймні, два вказані тіла, що відтворюють квантові осцилятори 2, 4. По збігу часу і поступальному переміщенню вказаних осциляторів компаратором-аналізатором спектра 6 вимірюються, спричинені вказаними змінами, змінення величини відносною різниці періодів електромагнітних коливань вказаних осциляторів 2, 4 і величини їх спектральної щільності потужності сигналу з періодом коливань рівним різниці періодів коливань пари порівнюваних квантових осциляторів, пропорційні, відповідно, зміненню компоненти тензора градієнта сили тяжіння і енергетичних та структурних характеристик навколишніх тіл і порід. При циркуляції квантових осциляторів у вигляді зворотно-поступального і зворотно-обертального переміщення вимірюють різниці вказаних величин до і після повернення вказаних осциляторів у вихідне положення, пропорційні модулю пружності навколишніх тіл і порід. Портативний комп'ютер квантового градієнтометра сили тяжіння (фіг.2) використовується як для виміру вказаних величин, так і для їх обчислення, в т.ч. інваріантів їх тензорів, що підвищують бокове розрізнення, і азимутів простягання цих тензорів, а також для побудовання профілів і карт вимірюваних та обчислених величин. Далі надається опис немеханічного квантового градієнтометра сили тяжіння з його модифікаціями.

Квантові осцилятори 2, 4, вставлені, відповідно, у карданові підвіси 18, 16 для орієнтування їх у просторі, утворюють пару (колонку) на незмінній відстані. Ця колонка осциляторів, в свою чергу, розміщена у кардановому підвісі 20 для її орієнтування у просторі. Кардановий підвіс 20 з колонкою осциляторів встановлений на плиті 22 з двома перпендикулярно розміщеними рівнями для виставлення градієнтометра у вертикальне положення трьома юстировочними гвинтами 24, 26, 28 і з бусоллю для визначення напрямку на північ і сторони світу. Компаратор-аналізатор спектра 6 з'єднується високочастотними кабелями з вказаними осциляторами 2, 4 і призначається для порівнювання сигналів з вказаних осциляторів і вимірювання вказаних величин.

Другою модифікацією градієнтометра є (з метою підвищення точності вимірювань) розміщення квантового осцилятора 8 у місці, в якому градієнт сили тяжіння приймається за фіксований. Квантовий осцилятор 8 з'єднується високочастотною кабельною лінією з компаратором-аналізатором 6 для вимірювання вказаних величин при порівнюванні сигналів вказаних осциляторів 8 і 2.

Третьою модифікацією градієнтометра є (з метою підвищення точності вимірювань) розміщення квантового осцилятора 10 у місці, в якому градієнт сили тяжіння приймається за фіксований.

Квантовий осцилятор 10 з'єднується високочастотним кабелем з радіопередаючою радіостанцією 12 для передачі радіосигналу радіоприймачу-компаратору-аналізатору спектра 14, з'єднаному високочастотним кабелем з вказаним осцилятором 2, для радіоприйому і порівнювання сигналів з вказаних осциляторів 10 і 2 і вимірювання вказаних величин.

Усі вузли і блоки монтуються в єдиному корпусі, і градієнтометр розміщується на рухомій платформі 30 для вимірів у русі.

Спосіб, згідно винаходу, викладається, виходячи з опису роботи градієнтометра, і характеризується наступною послідовністю дій.

Спочатку визначають і встановлюють довільні характеристичні осі вказаних осциляторів.

Потім розміщують вказаний осцилятор 2 у кардановому підвісі 18 в місці з величиною вказаного градієнта, прийняту за фіксовану, здійснюють обертання вказаного осцилятора 4, розміщеного у кардановому підвісі 16, у просторі навколо центра його осередку з робочою речовиною і по максимальній величині вимірюваної вказаної різниці визначають напрямок осі максимальної чутливості вказаного осцилятора 4 до змінення вказаного градієнта відносно вказаної характеристичної осі.

Аналогічну операцію відтворюють для визначення осі максимальної чутливості вказаного осцилятора 2, маючи за фіксований вказаний осцилятор 4.

За допомогою розміщених на вказаній плиті 22 бусолі, двох перпендикулярно розміщених рівнів і юстировочних гвинтів 24, 26, 28 орієнтують осі максимальної чутливості вказаних осциляторів 2, 4, розміщених у вказаних карданах 18, 16 і 20, відносно сторін світу і вертикалі в залежності від вимірювання потрібної компоненти вказаних величин.

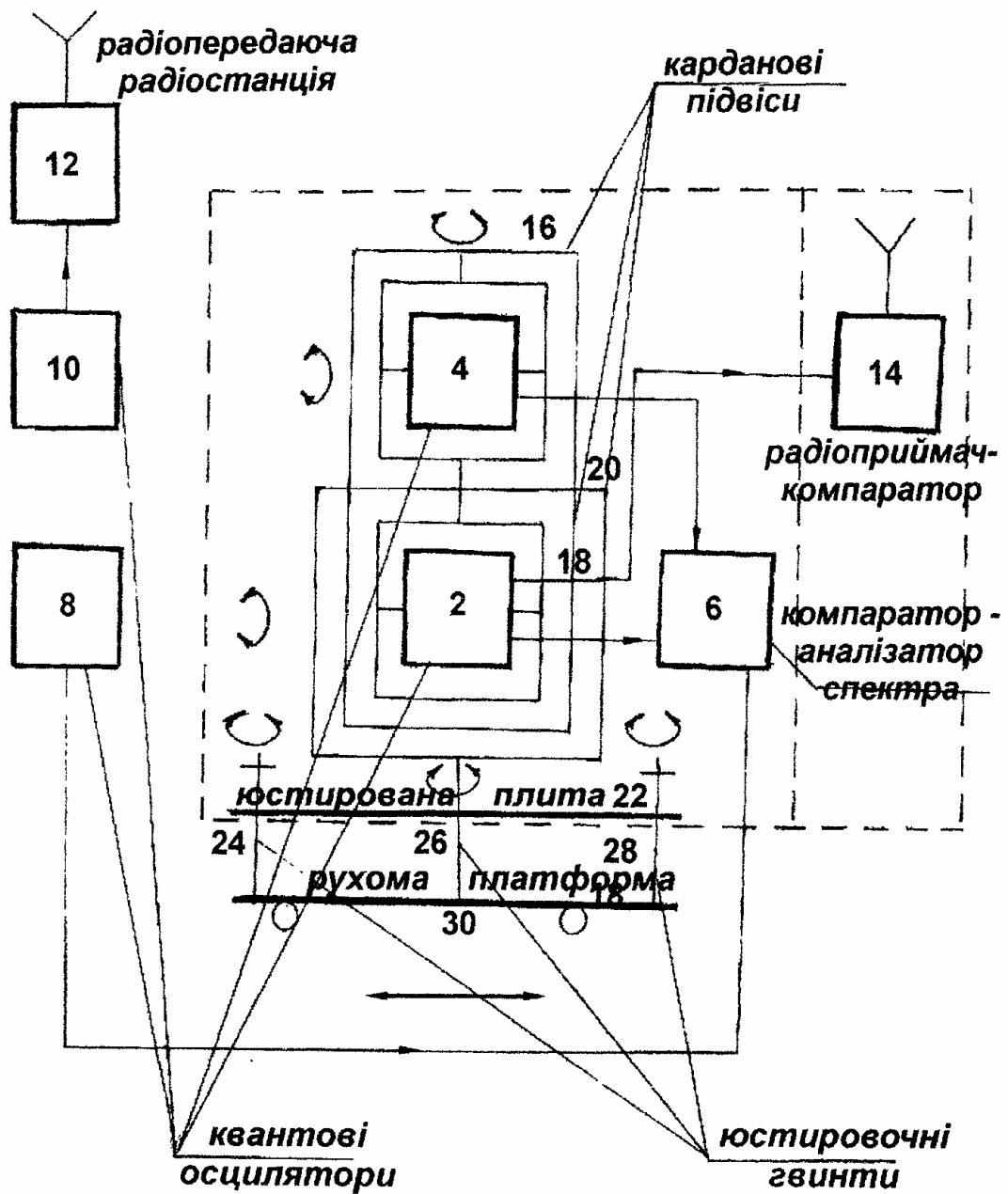
Після цього вказаний градієнтометр в усіх трьох його модифікаціях готовий для виконання вказаних вимірів (визначених на початку цього розділу), які проводять по збігу часу чи при поступальному переміщенні вказаних осциляторів 2, 4 з допомогою вказаної платформи 30.

Підтвердженням ідеї і задачі винаходу стала перевірка способу не тільки в лабораторії, але і на акваторії Атлантичного океану і втілення його у виготовлення квантового градієнтометра сили тяжіння, що був випробуваний на полігонах Сибіру та визнаний гідним до подальшої експлуатації (фіг.2, 3).

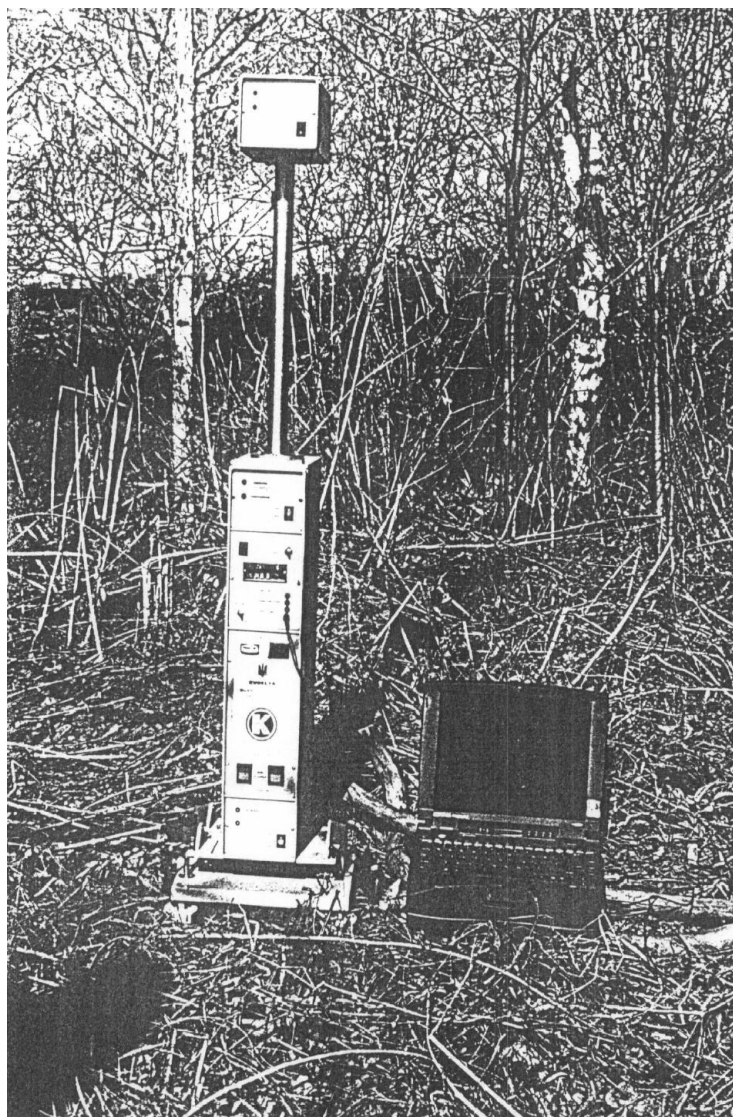
Таким чином, квантовий спосіб і градієнтометр сили тяжіння виявились змістовними не тільки, як раніш, згідно принципу механічних вимірювань, але і згідно принципу нової фізичної квантової відносною гравіелектромагнітної однорозмірної немеханічної суті.

Вони мають вищу точність і дальність вимірювань, незалежні від заважаючих прискорень, надають на порядок більше нової якісної інформації про фізичні властивості і стан речовини і гравітаційного поля.

Цим самим заявляється, що винахід не обмежується спеціальним втіленням, при цьому ілюстрованим, але може бути використано іншим чином без відступу від його суті чи основної ідеї.



Фіг.1



Фиг.2



Фиг.3