УДК 528

В. Бурачек[1], І. Нисторяк[2], Т. Малік[1], І. Коберник[1]

[1]ПВНЗ «Університет новітніх технологій», Київ, Україна
[2]Чернігівський державний інститут економіки та управляння, Чернігів, Україна

СИСТЕМА ПЕРЕДАЧІ ПЛАНОВИХ КООРДИНАТ ПО ВЕРТИКАЛІ

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Відомо спосіб передачі планових координат по вертикалі, що базується на використанні приладів вертикального проеціювання типу PZL-100 (сучасна назва FG-L100, ФРН). Прилад складається з корпусу з зоровою трубою і підставки з оптичним центриром. У зоровій трубі (рис. 1) розташовано об'єктив із захисною пластиною, фокусу вальна лінза, підвішена на шарнірі трикутна лінза компенсатора нахилу, відхильна трикутна призма, сітка ниток і окуляр. Із зовнішнього боку на корпусі розмішено циліндричний рівень, перпендикулярний до колімаційної площини труби, та сферичний рівень. Циліндричний рівень застосовують для точного центрування приладу над точкою, а сферичний – для швидкого приведення компенсатора в робоче положення з похибкою до $\pm 10'$, мінімальна висота візування трубою становить 1,5 м, чим ускладнюється передача точок на один поверх. Компенсатор типу PZL-100 стабілізує лінію візування труби тільки в одній площині – колімаційній (лінії візування) і тому приладом визначається не прямовисна лінія, а тільки площина, у якій вона розташована. Крім того, прилад обмежений можливістю спостереження в надир, що не дозволяє оперативно і точно перевіряти й контролювати оптичний центри [1].

Зазначені недоліки деякою мірою враховані в зеніт-надирному приладі високоточного вертикального проеціювання (ПВВП), розробленому в Москві в ЦНДІГАіК. Технічні переваги ПВВП: побудова вертикалі при одному положення приладу, висока точність вимірювання, можливість використання оптики для дублювання візирної осі лазерним променем та доповнення зовнішнім мікрометром для прецизійних вимірювань [1].

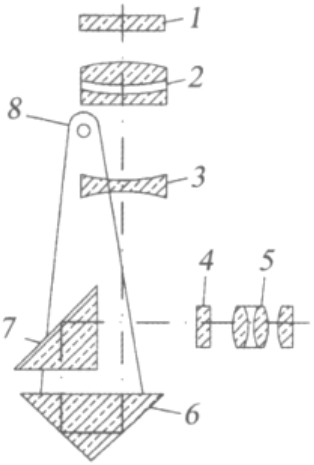

Рис. 1. Оптична схема приладу FG-L100:
1 – захисна пластинка; 2 – об'єктив; 3 – фокусу вальна лінза; 4 – сітка ниток; 5 – окуляр; 6 – призма компенсатора; 7 – відхильна призма; 8 – шарнір компенсатора

На основі московської моделі ПВВП ДНВП «Пошук» в м. Вінниця випускає спрощену конструкцію зенітного ПВП для масових робіт у будівництві, в основу якого покладено верхню частину ПВВП, а нижню замінено оптичним центриром. Відносна похибка передачі пунктів на робочий горизонт – 1:20000 або $m_P = 0{,}5 + 0{,}05H$; скп подвійного нівелювання на 1 км ходу – 8 мм.

Постановка завдання

Відомі способи і системи передачі планових координат по вертикалі [1-4] маючи недоліки один з яких недостатня точність, викликана неточністю вертикального положення візирної осі заданого приладу, а також похибкою візування.

В доповіді запропоновано систему передачі планових координат по вертикалі, основною задачею якої є саме підвищення точності передачі планових координат по вертикалі.

В основу системи покладений відомий інтерференційний дослід Юнга з дифракцією на двох щілинах [2].

В якості аналога можна прийняти дифракційний спосіб побудови створу [3], а за прототип прийняти оптичний спосіб передачі планових координат в підземну виробку через ствол шахти [4].

Недоліком способу описаному в [4] є його недостатня точність, викликана неточністю вертикального положення візирної осі заданого приладу, а також похибкою візування.

Задача підвищення точності передачі планових координат по вертикалі вирішується за рахунок створення системи передачі планових координат по вертикалі, заснованій на схемі "досліду Юнга", яка містить освітлювач, щілинну діафрагму, багатощілинну марку, прилад, що реєструє інтерференційну картину. Система відрізняється тим, що багатощілинна марка розміщена на скляній пластині, котра горизонтується і яка встановлена на нижньому кінці схеми на основі з механізмом горизонтування, при цьому марка містить дві взаємноперпендикулярні групи паралельних щілин; освітлювач зі щілинною діафрагмою і реєструючий випромінювання прилад змонтовані в єдиному корпусі, при цьому об'єднаний прилад містить світлодільний оптичний блок, оптико-електронну цифрову камеру, електронний блок обробки інформації та блок індикації і цілевказівки, змонтований на основі з двокоординатним мікрометричним столиком і містить вертикальну вісь, основа закріплена на штативі, який встановлено на настилі (кронштейні) [5].

Технічним результатом системи є суттєве підвищення точності передачі планових координат по вертикалі.

На рис. 2 представлена блок-схема пристрою, за допомогою якого реалізується запропонована система, відповідними цифрами на ній позначено:

1 – блок управління;
2 – задаючий оптичний блок;
3 – багатощілинна марка;
4 – блок відбивання;
5 – блок позиціонування пластини;
6 – блок горизонтування пластини;
7 – оптико-електронний блок;
8 – блок обробки інформації;
9 – блок індикації і цілевказівки;
10 – блок запису та збереження інформації.

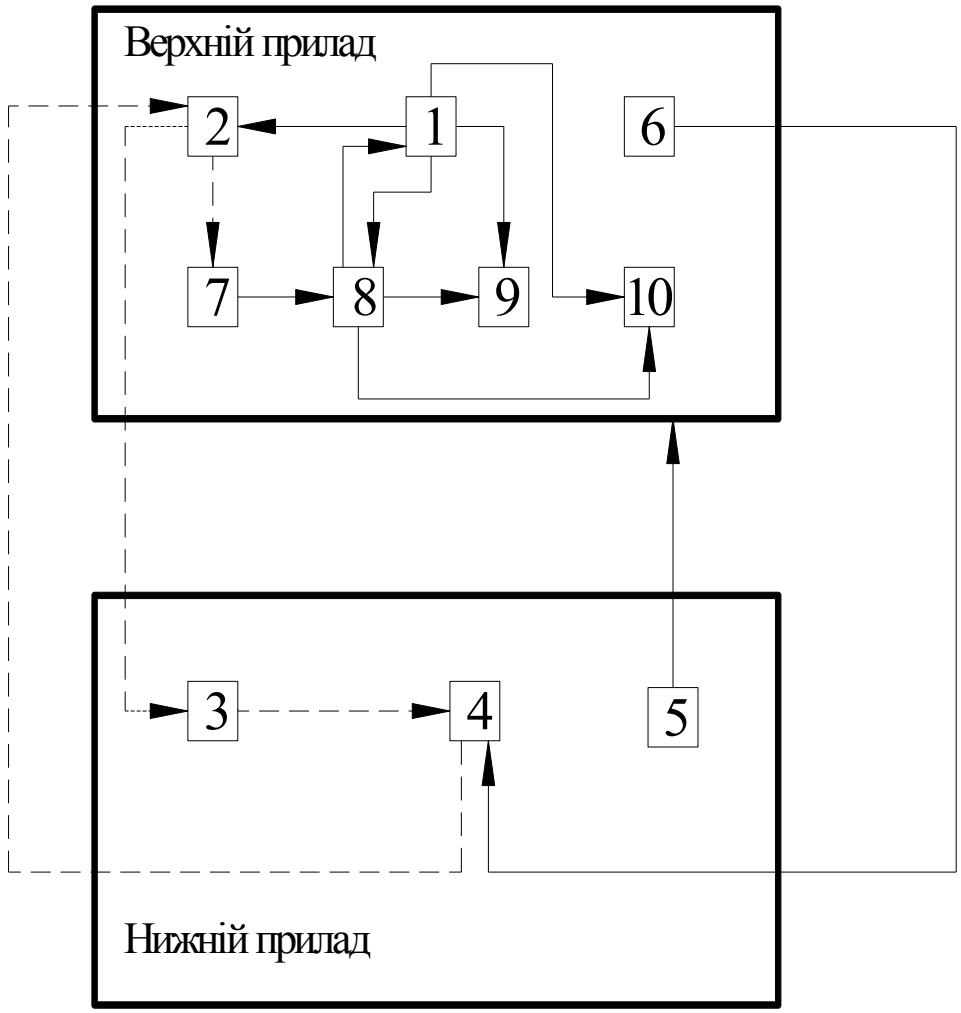

Рис. 1. Блок-схема пристрою

Задаючий оптичний блок (блок 2, рис.1) складається з освітлювача, конденсора, світлодільного оптичного блоку (світлодільного кубика) та щілинної діафрагми. Багатощілинна марка складається з двох взаємноперпендикулярних груп паралельних щілин (на рис.2 для прикладу зображено дві щілини). Блок відбивання (блок 4, рис.1) складається з скляної пластини з дзеркальною поверхнею та основи, на якій закріплена ця пластина. Блоком позиціонування пластини (блок 5, рис.1) є двокоординатний мікрометричний столик. Блок горизонтування пластини (блок 6, рис.1) може складатися, наприклад, з автоколіматора і посудини з рідиною (рис.2). Оптико-електронним блоком (блок 7, рис.1) є оптико-електронна цифрова камера і прилад, що реєструє інтерференційну картину.

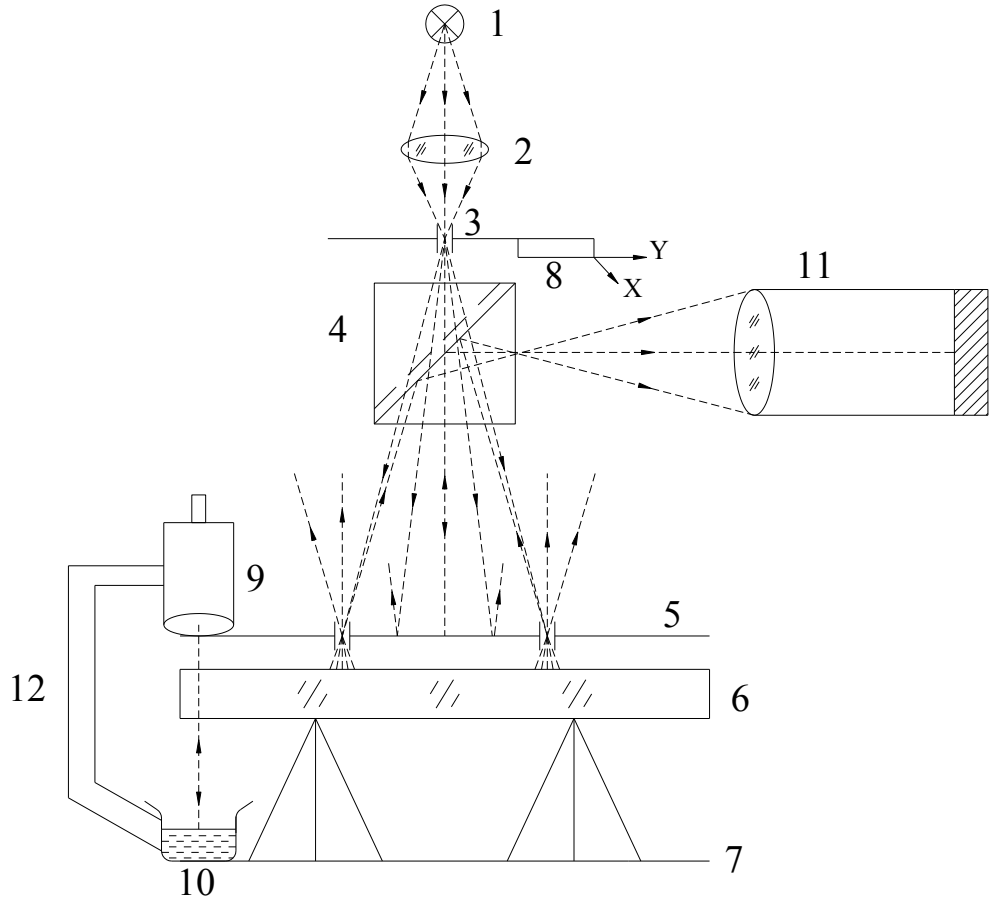

Рис. 2. Схема системи

На рис.2 представлена схема, що відображує сутність запропонованої системи, відповідними цифрами на ній позначено:

1 – освітлювач;
2 – конденсор;
3 – щілинна діафрагма;
4 – світлодільний кубик;
5 – багатощілинна марка;
6 – скляна пластина з дзеркальною поверхнею;
7 – основа;
8 – двокоординатний мікрометричний столик;
9 – автоколіматор;
10 – посудина з рідиною (рідинний горизонт);
11 – оптико-електронна цифрова камера з приладом, що реєструє інтерференційну картину;
12 – кронштейн.

Суцільними лініями зі стрілками на рис.2 показано електричні зв'язки, пунктирними лініями зі стрілками – оптичні зв'язки.

Освітлювач (рис.2, поз.1), конденсор (рис.2, поз.2), щілинна діафрагма (рис.2, поз.3), світлодільний кубик (рис.2, поз.4), автоколіматор (рис.2, поз.9), оптико-електронна цифрова камера з приладом, що реєструє інтерференційну картину (рис.2, поз.11) – блоки 2, 6 та 7 на рис.1 та електричні блоки 1, 8, 9 та 10 (на рис.1) складають верхній прилад.

Багатощілинна марка (рис.2, поз.5), скляна пластина з дзеркальною поверхнею (рис.2, поз.6), основа (рис.2, поз.7) та двокоординатний мікрометричний столик (рис.2, поз.8) складають нижній прилад (блоки 3, 4 та 5 на рис.1).

Пристрій, що реалізує запропоновану систему, працює наступним чином.

Блок управління включає всі електричні блоки.

Скляна дзеркальна пластина зі встановленою на ній дифракційною маркою зі щілинами встановлюється на основі на дні шахти. Марка містить дві взаємноперпендикулярні групи паралельних щілин для передачі координат X і Y. Пластина попередньо горизонтується, наприклад, за допомогою автоколіматора та рідинного горизонту – посудини з рідиною, наприклад, з машинним маслом, яка також встановлюється на дні шахти: автоколіматором контролюється паралельність поверхні рідини та поверхні пластини. Частина пластини з одного кінця робиться прозорою, під цією частиною пластини встановлюється посудина з рідиною.

Освітлювач встановлюються на земній поверхні в точці з відомими плановими координатами, які необхідно передати на дно шахти. Точкою на дні шахти, в яку зносять планові координати, є центр скляної пластини.

Світловий потік від освітлювача потрапляє на конденсор, за допомогою якого фокусується на щілинній марці, де світловий потік дифрагує. Дифраговані світлові промені, пройшовши не заломлюючись світлодільний кубик, потрапляють на багатощілинну марку, яка розташована на дзеркальній скляній пластині. На щілинах цієї марки світлові промені дифрагують (згідно досліду Юнга, щілинна діафрагма є вторинним джерелом когерентних хвиль при проходженні в прямому світлі.). Дифраговані на щілинах марки світлові промені проходять до пластини, відбиваються від її дзеркальної поверхні та дифрагують на щілинах дифракційної марки у відбитому світлі (ці щілини знову стають джерелами когерентних хвиль).

Дві групи паралельних щілин багатощілинної марки зорієнтовані в двох взаємоперпендикулярних горизонтальних напрямках. При передачі координат щілинна діафрагма почергово встановлюється в два положення (для передачі абсциси та ординати), які зорієнтовані зі взаємоперпендикулярними положеннями поздовжніх осей щілин багатощілинної марки. Це досягається поворотом верхнього приладу навколо вертикальної осі на 90°. Причому, при передачі абсциси задіяною є одна група паралельних щілин дифракційної марки, а при передачі ординати – інша група.

Дифраговані від щілин марки світлові промені (відбите дифраговане світло), проходячи у зворотному, по відношенню до початкового поширення, напрямку, потрапляють на світодільний кубик, на якому частина променів заломлюється, а частина відбивається у напрямку на об’єктив оптико-електронної цифрової камери, де відбиті дифраговані когерентні промені фокусується на фотоприйомній матриці. На матричному фотоприймачі маємо накладання когерентних променів, у результаті якого спостерігаємо на матриці інтерференційну картину, яка, згідно досліду Юнга, буде представляти собою чергування світлих і темних смуг. Якщо центр скляної пластини, на який передаються координати через ствол шахти, розміщений строго під точкою на земній поверхні, з якої зносяться координати, то

інтерференційна картина є симетричною відносно центрального максимуму, якщо вищезазначені точки не співпадають у плані, то на екрані фотоприйомної матриці маємо несиметричність інтерференційних полос. У цьому випадку за допомогою двокоординатного мікрометричного столика встановлюємо дзеркальну пластину в положення, при якому планове положення точки-середини пластини буде збігатися з плановим положенням точки зносу координат – цьому відповідає симетричність полос інтерференції відносно центрального максимуму.

Симетричність (несиметричність) полос інтерференції відносно центрального максимуму визначає прилад, що реєструє інтерференційну картину, який входить у склад оптико-електронного блоку, та передає відповідний сигнал у блок обробки інформації (рис.1), котрий, у свою чергу, формує сигнал на блок індикації і цілевказівки. Блок індикації і цілевказівки, у випадку несиметричності інтерференційної картини, відображує на яку відстань по осях X та Y треба змістити положення верхнього приладу, що здійснюється за допомогою двокоординатного мікрометричного столика.

Висновки

Запропонована система передачі планових координат дозволяє суттєво підвищити точність передачі планових координат по вертикалі.

Список використаних джерел

1. Баран П.І. Інженерна геодезія: Монографія / П.І. Баран. – К.: ПАТ «ВІПОЛ», 2012. – 618 с.
2. Левчук Г. П. Прикладная геодезия: Основные методы и принципы инженерно-геодезических работ. Учебник для вузов / Левчук Г. П., Новак В. Е., Конусов В. Г. – М.: Недра, 1981. – 438 с.
3. Боровий В.О., Борисюк Л.В., Бурачек В.Г. Автоматизація геодезичних вимірювань (за загальною редакцією д.т.н., проф. Борового В.О.) – Чернігів: КП «Видавництво «Чернігівські обереги», 2004. – 368 с.
4. Черемисин М.С., Воробьева А.В. Геодезическо-маркшейдерская разбивочная основа при строительстве подземных сооружений. – М.: Недра, 1982.
5. Система передачи планових координат вертикалі. Патент України на винахід №98376 10.05.2012, Бюл. №9, винахідники: Беленок В.Ю., Бурачек В.Г., Нисторяк І.О., Сидоренко В.Д., Цвілій Я.М.

TRANSMISSION SYSTEM OF PLANNED VERTICAL COORDINATE

V. Burachek, T. Malik, I. Nistoryak, I. Kobernyk

The report offered the option of transferring the vertical coordinate. Coordinate scheduled transmission scheme based on "Jung experiment." The system consists of the following items: lighter, crevice aperture, a lot gap brand device that records the interference pattern.

Keywords: coordinate output.

СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ ПЛАНОВЫХ КООРДИНАТ ПО ВЕРТИКАЛИ

В. Бурачек, Т. Малик, И. Нисторяк, И. Коберник

В докладе описывается вариант системы передачи плановых координат по вертикали. Передача плановых координат основана на схеме «опыта Юнга». Система состоит с таких элементов: осветитель, щелевая диафрагма, многощелевая марка, прибор, регистрирующий интерференциальную картину.

Ключевые слова: передача плановых координат по вертикале.