

Винахід відноситься до геодезичної галузі та може бути використаний у водно-технічних вишукуваннях для визначення положення промірної вертикалі з судна.

Відомі способи визначення координат промірного судна:

- геодезичний, з використанням теодоліта, мензули, секстана [1];
- радіогеодезичний, де застосовуються радіовіддалеміри, радіолаги, фазові зонди [9,11];
- GPS - вишукування з використанням космічного сигналу з супутників [8];
- фотогеодезичний, де застосовуються аерофотоапарати чи фототеодоліти [9].

Недоліком геодезичного і радіогеодезичного методу є порівняно невисока точність через несинхронність вимірювання кутів та відстаней з берегового базису на судно і дрейфом судна під час вимірювань, вплив течії, невисока продуктивність робіт завдяки незначному ступеню автоматизації процесу вимірювань та обробки результатів.

Недоліком GPS-визначень є необхідність одночасного безперервного спостереження не менше чотирьох супутників, що не є завжди можливим через наявну горбисту місцевість лісового покриву чи висотних споруд на березі водойма і т.ін [2].

Відомо фотогеодезичний спосіб [9], який є найбільш близьким аналогом, де використано принцип зворотної геодезичної засічки. Він включає фотографування за допомогою аерофотоапарата чи фототеодоліта берегової лінії з орієнтирами по одному кадру для промірної вертикалі та одночасним визначенням глибини водойма ехолотом, з подальшою лабораторною обробкою негативів, фотограмметричними вимірюваннями на знімках, які включають обов'язкове калібрування зображень та визначення координат орієнтирів в системі координат знімка з наступним розрахунком планових координат вузлової точки об'єктива за відомими плановими координатами орієнтирів. Недоліком способу є те, що через обмежений кут поля зору аерофотоапаратів [3] і необхідності мати не менше трьох орієнтирів на один знімок та обмеженістю кутів зворотної засічки від 30° до 150° [6], необхідно створити густу мережу берегових орієнтирів для покриття ними всього району промірних робіт. Особливо це стосується малих відстаней промірних вертикалей до берега. Це, а також наявність досить тривалого фотолaboratorного процесу, необхідність фотограмметричних вимірювань з використанням механічних засобів та візуальних спостережень, або ж процесу сканування кожного знімка та введення поправок за сканування для подальшого автоматизованого способу обробки та необхідності калібрування кожного знімка окремо - для введення поправок у вимірювання за сканування, дисторсію об'єктива камери та короблення фотоплівки після фотолaboratorної обробки та висихання значно подовжують терміни польових та камеральних робіт та збільшують трудомісткість робіт.

В основу винаходу поставлено мету: у способі визначення положення промірної вертикалі з судна шляхом проведення електронного сканування берегової лінії з орієнтирами та застосування комп'ютерної обробки отриманих цифрових даних зменшити терміни польових та камеральних робіт за рахунок розширення сектору знімання до 360°, отримання даних знімання в цифровому вигляді та подальшої їх комп'ютерної обробки, виключення з технології робіт фотолaboratorного процесу та зменшення кількості орієнтирів на березі.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі визначення положення промірної вертикалі з судна, що включає фотографування берегової лінії з орієнтирами та одночасним визначенням координат орієнтирів на зображеннях в системі координат знімка та розрахунком координат вузлової точки об'єктива камери з урахуванням відомих координат орієнтирів, згідно з винаходом, виконують панорамне сканування берегової лінії з орієнтирами, а отримані цифрові дані через оперативну пам'ять камери вводять в комп'ютер та проводять зрощення суміжних кадрів з використанням зображень штучних та природних орієнтирів (Фіг.1 – Схема електронного сканування берегової лінії з орієнтирами I, II, III, IV).

Панорамне сканування берегової лінії забезпечує збільшення сектору знімання до 360°, що дозволяє встановити орієнтири на більшій відстані один від одного, що веде до зменшення їх кількості і терміну проведення підготовчих робіт на їх встановлення та визначення координат.

Комп'ютерна технологія дозволяє автоматизувати обробку цифрових даних і суттєво скоротити час на отримання кінцевих результатів - планових координат промірних вертикалей.

Крім того, згідно з винаходом в розрахунках по визначенню положення промірної вертикалі з судна враховуються і висоти орієнтирів, що дозволяє підвищити точність визначення вказаних координат.

Спосіб, що заявляється, особливо ефективний в порівнянні з прототипом у випадку, коли водойм має замкнену форму, що дозволяє розташувати орієнтири вздовж усієї берегової смуги, по колу.

Приладна реалізація способу визначення положення промірної вертикалі з судна з подальшою комп'ютерною обробкою отриманої інформації зображена на Фіг.1 - блок-схема пристрою, для вимірювання глибин водойм та визначення положення промірної вертикалі з судна.

1 - фотознімальний блок, що складається з цифрової камери та механічного пристрою, які встановлені на гіроплатформі;

2 - таймер;

3 - ехолот;

4 - блок накопичення даних;

5 - блок управління;

6 - малогабаритний компактний комп'ютер.

Цифрова знімальна камера блоку 1 має можливість обертатись навколо вертикальної осі на 360° за допомогою пристрою, аналогічному описаному в [1] на ст. 115, причому швидкість обертання розраховується так, щоб під час сканування при даному часовій експозиції забезпечити автоматичне перекриття суміжних кадрів не менше ніж на 20-25%. Сама камера разом з електроприводом встановлюється на гіростабілізовану платформу.

Робота приладу на даній промірній вертикалі по запропонованому способу виконується наступним чином: під час руху судна у вимірюємому створі як панорама на Фіг.2, де I, II, III, IV - берегові орієнтири, 7,8,9 - кутові зони, які відповідають кадрам зйомки при панорамному скануванні, 10 - берегова лінія, 11 - акваторія; з блоку управління 5 подається команда на механізм обертання камери блоку 1, ехолот та фотознімальний канал блока 1 через таймер 2 і одночасно проводиться вимірювання глибини водоймища і електронне сканування берегових

орієнтирів та узбережжя водоймища. Отримана інформація з блоку 1 подається у блок накопичення даних 4, звідки вона за командою блоку управління 5 передається для подальшої обробки на комп'ютер 6 (гіроплатформа підтримується в робочому стані з моменту виходу на перший промірний створ і до кінця вимірювань з останньої промірної вертикалі). З блоків 1,3 і 6 в блок 5 йдуть сигнали, які підтверджують виконання команд.

Наступна обробка включає накопичення в пам'яті комп'ютера даних про всі промірні вертикалі, визначення координат орієнтирів на зображеннях в системі координат кожного знімка, введення поправок за калібрування цифрової камери, зрощення окремих кадрів для даної промірної вертикалі за зображеннями орієнтирів та розрахунку планових координат промірної вертикалі за методиками, наведеними в [1] на ст. 118-120, або в [4] на ст. 78 та в [10] на ст. 272-273.

Планове положення кожної промірної вертикалі визначають по методу зворотної засічки [1,4]. Для цього на кожному із кадрів панорамного сканування за напрямком вимірювань (горизонтальному) відраховують кількість пікселів між двома суміжними орієнтирами. Ця операція може бути виконана візуально на екрані дисплею комп'ютера або в автоматичному режимі по розпізнаваним штучним орієнтирам з закодованою формою візирних зображень.

При русі судна його координати будуть змінюватися для різних точок (кадрів) при камеральному скануванні, так як відстань між орієнтирами (це опорні берегові знаки) відома і в кожній точці вимірюваний кут між ними (через числа відрахованих пікселів, розмір пікселя і фокусна відстань, цифрової камери).

Відмітимо, що накладення суміжних кадрів при суміщенні зображень ідентичних орієнтирів (на роздрукованих знімках встановленим збільшенням або на дисплеї) дозволяє для порівняно невеликого поля зору цифрової камери ($\sim 30^\circ \dots 50^\circ$ з фокусною відстанню ~ 100 мм і стороною матриці 2000-4000 пікселів) виконувати вимірювання кутів до 140° ($\sim 4 \dots 5$ кадрів). При цьому необхідно встановлення берегових знаків виконувати з врахуванням можливості „перехоплення” зображень орієнтирів.

За попередніми розрахунками при рахуванні пікселів в накладених кадрах можна домогтися точності не менше $\sim 1-2$ пікселів, що забезпечує необхідну точність вимірювання кутів і визначення координат промірних вертикалей.

За отриманими наближеними значеннями відстаней від промірної вертикалі до орієнтирів визначають уточнене їх значення з урахуванням висот орієнтирів, за методикою, наведеною в [4] на ст. 68-69.

Аналогічні розрахунки проводять для всіх промірних вертикалей.

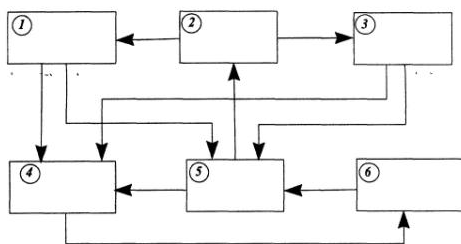
Після проведення польових робіт виконується постобробка всіх виконаних вимірювань за допомогою сучасного комп'ютерного обладнання та ліцензованого програмного забезпечення, наприклад: Arc/Info, Arc/Link, Map Info і отримуються виконані на комп'ютерному обладнанні поперечні та повздовжні профілі водоймищ, а також плани річок і водоймищ з нанесеним підводним рельєфом у горизонталях та ізобатах.

Наведений приклад підтверджує досягнення технічного результату при здійсненні способу, що заявляється.

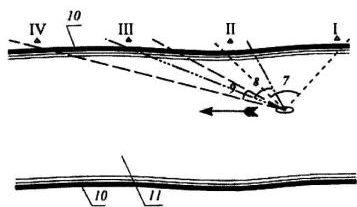
Таким чином, запропонований спосіб визначення планового положення промірної вертикалі з судна з використанням електронного сканування цифровою камерою забезпечує значне підвищення продуктивності робіт та точності визначення координат порівняно з відомими способами.

Література:

1. Ворковастов К.С., Агеев М.Ф., Маркшейдерские акваториальные работы. - М.: Недра, 1986г.
2. Суховірський Б.І., Боровий В.О., Качуренко Ю.А. Створення кадастрових карт з використанням технологій GPS та дистанційного зондування. - 36. Інженерна геодезія. - Вип. 46. - 2002р. - с. 36-49.
3. Никитин М.Ю., Никитин А.В. и др. Оценка динамики береговых зон при аэрофотосъемке цифровыми камерами. Геодезия и картография. М.: ЦНИИГАИК, 2001г., №10, с. 29-33.
4. Мозжухин С.В. Гидрографические работы в инженерных изысканиях. М.: Недра. 1971. - 96с.
5. Сердюков В.М. Фотограмметрия в промышленном и гражданском строительстве. М.: Недра, 1977г., 245с.
6. Неумывакин Ю.К., Смирнов А.И. Практикум по геодезии. Учебн. пособие для вузов. - М.: Недра, 1985г. - 200с.
7. Сидоренко Ю. Цифровое фото для высших разрешений. ГИС -обозрение (осень-зима 1996г.), с. 16-17.
8. Глобальна система визначення місцеположення (GPS). Теорія і практика. Б. Гофманн - Велленгоф, Г. Ліхтенгер, Д. Коллінз; пер. з англ. третього вид. під ред. Я.С. Яцківа - Київ: Наук. думка. 1995. -380с.
9. Васильев А.В., Шмидт С.В. Водно-технические изыскания. Гидрометеиздат, Ленинград, 1970г.
10. Могильний С.Г., Войтенко С.П. Геодезія. Підручник для студентів напрямку підготовки "Геодезія, картографія, землевпорядкування та кадастр", Чернігів, 2002р.
11. Волосецький Б. Інженерна геодезія. Геодезичні роботи для проектування і будівництва водогосподарських та гідротехнічних споруд. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Львів, 2003р.



Фіг.1.



Фиг.2.