Львів: Геоінформаційний геомоніторинг навколишнього середовища - GPS і GIS-технології, 1999. – С.23-27.

10. Інструкція по експлуатації GPS SR9500. – К.: Leica, 1997. – 68 с.

11. Руководство по летной эксплуатации вертолета Ми-8МТВ (Издание 3-е). - М.: Воздушный транспорт, 1988. - 123 с.

12. Волчко П. І. Технологія створення велико-масштабних планів локальних об'єктів цифровим стереофотограмметричним методом / Волчко П. І., Глотов В. М., Чижевський В. В. – Львів: Збірник матеріалів X науково-технічного симпозіуму «Геоінформаційний моніторинг - навколишнього середовища - GPS і GIS-технології», 2005. – С. 133 – 135.

13. Глотов В. М. Застосування GPS-систем для аерофознімання / Глотов В. М., Третяк К. Р., Яцинич Р.С. – Львів: Збір. наук. доп. IV наук. - тех. симп. «Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища – GPS і GIS-технологій», 1999 р. – С. 23 - 27.

14. Дорожинський О. Фотограмметрія кінця XX століття – здобутки і тенденції / Львів: Національний університет «Львівська політехніка», Державна служба геодезії, картографії та кадастру України, 2006. – 185 с.

Надійшла до редакції 3.12.2008

Рецензент: доктор технічних наук, доцент В. М. Глотов, Національний університет «Львівська політехніка», Львів.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ GPS-СИСТЕМ АЭРОФОТОСЪЕМНОГО ТИПА

В. В. Пашковский, О. Д. Пащетник

В статье проведён детальный анализ вопроса соединения навигационных систем с аппаратуро й для съемки. Определены важные проблемы фотограмметрического производства, рассчитана стоимость внедрения стереофотограмметрического метода, которая значительно снижается благо даря исключению планово – высотной подготовки. Предложено использование GPS при аэрофотосъемке, что позволяет уменьшить количество наземных опорных точек для картографирования и определить положение центра проекции камер, с помощью которых проводят съемку.

Ключевые слова: *аэрофотоснимок, аэрофотосъемка, позицированные, стереофотограмметрический метод, GPS-приёмник, GPS-антенна, летательный аппарат.*

PROBLEMS AND PERSPEC TIVE DIRECTIONS OF D EVELOPMENTS OF GPS – SYSTEMS OF AIRPHOTO TYPE

V. V. Pashkovskyy, O. D. Paschetnyk

In the article the thorough analysis of question of connection of navigational systems with photo equipment is conducted. of Important problems of airphoto production, the cost of introduction of new method is calculated, that considerably go es down due to the exclusion of process planned high altitude preparation are determined. Using of GPS is offered for airphoto, that allows to diminish the number of surface supporting points for drawing a map and helps to define position of center of pr ojection of cameras, which are applied in photograph.

Keywords: *airphoto, airphotography, positioning, stereophotogrammetrical method, GPS -receiver, GPS-antenna, aircraft.*

УДК 629.113: 656.13

Ю. І. Бударецький[1], М. Г. Грубель[2], М. І. Гладкий[3], С. М. Назаркевич[4]

[1]*Український інститут автобусо-тролейбусобудування, Львів*
[2]*Львівський інститут Сухопутних військ, Львів*
[3]*Завод телевізійної техніки ДП ВАТ «Концерн-Електрон», Львів*
[4]*Національний університет «Львівська політехніка»*

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ПІДСИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ ШЛЯХУ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЇЇ СКЛАДОВИХ ЧАСТИН

У статті розглянуто особливості побудови підсистеми визначення шляху (ПВШ) і доплерівського вимірювача параметрів руху (ДВ). Наведені експериментальні дослідження ДВ.

Ключові слова: *супутникова радіонавігаційна система, інерційна навігація, доплерівський вимірювач .*

Вступ

Постановка проблеми. У сучасній практиці проведення бойових операцій із застосуванням мобільних підрозділів військ спланувати шлях і досягти місця призначення в мінімальні терміни неможливо без оснащення цих підрозділів і окремих машин засобами навігації і топоприв'язки. При вирішенні таких завдань, зважаючи на інтенсивний розвиток супутникових радіонавігаційних систем (СРНС), не менш важливу роль виконують засоби

автономної навігації. Пояснюється це тим, що сьогодні у світі існує лише одна повнофункціональна СРНС GPS – Navstar (США). Хоча складна політична обстановка у світі, обумовлена подіями в Грузії і планами з розміщення систем ПРО в Європі, і стала каталізатором прискореного розвитку альтернативних супутникових систем: створення Galileo (Європейський Союз) і масштабне розгортанню ГЛОНАСС (Росія), потенційна ефективність використовування навігаторів GPS не завжди досяжна. Тому у світі зростає попит на пристрої і системи автономної навігації. Одним із методів визначення місцеположення рухомих об'єктів в автономних системах є метод навігаційного обчислення шляху або методи інерційної навігації (AVL). Цей метод припускає оснащення транспортного засобу датчиками напряму (курсу) і пройденого шляху, за показниками яких визначається місцезнаходження об'єкта щодо фіксованих реперів, якими можуть бути певні пункти топоприв'язки на місцевості, напряму на об'єкти і т.п. Очевидно, що найближчим часом для систем визначення місцезнаходження автомашин прилади інерційної навігації знайдуть найбільше застосування не як автономні пристрої, а як доповнення до пристроїв супутникової радіонавігації. Інтеграція приймачів СРНС і датчиків напряму і пройденого шляху дозволить збільшити точність, усунути «мертві зони», втрату початкових ділянок маршруту автомашин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існують різні методи визначення напряму руху і пройденого шляху. Простим і найдешевшим з методів визначення напряму руху транспортного засобу є використання магнітного компаса. До основних недоліків такого приладу відносяться невисока точність, необхідність введення поправки на магнітну відміну і, головне, необхідність обліку магнітних полів самої автомашини й інших чинників спотворення магнітного поля Землі. Використоання точніших геомагнітних приладів на основі магнітних датчиків (ферозондів) і могутніх бортових комп'ютерів, що забезпечують облік поправки дирекційного кута, дозволяє позбавитися частини вказаних недоліків. Проте головний недолік подібних приладів, пов'язаний із спотвореннями магнітного поля, не усувається. Тому у ряді систем визначення місцезнаходження автомашин магнітні датчики напряму, які, як правило, являють собою трикомпонентні вимірники магнітного поля Землі, доповнюються іншими приладами, що дозволяють компенсувати спотворення магнітного поля, які виникають через різні чинники. Як такі прилади найчастіше використовуються датчики прискорення – акселерометри (наприклад, мікросхеми ADXL150, ADXL250, ADXL202 фірми Analog Devices). Останнім часом в автономних системах розповсюджується використання лазерних гіроскопів і компенсаційних акселерометрів, що значно підвищує статус автономних систем в інтегрованій системі навігації. В порівнянні з приймачами СРНС прилади інерційної навігації не схильні до дії радіоперешкод. Вони починають працювати одразу після увімкнення (не потрібні 1-2 хв. для завантаження інформації з супутника, як в СРНС), зона їх дії практично не обмежена (не потрібна пряма видимість декількох супутників), у них відбувається визначення курсу і відстані до орієнтирів, вимірювання дирекційного кута з точністю, достатньою для практичних застосувань [1].

Мета статті. Для оцінки місцезнаходження рухомого об'єкта крім визначення напрямку руху не менш важливою задачею є вимірювання пройденого шляху. У більшості систем місцезнаходження транспортних засобів навігаційний комп'ютер підключається до спідометра автомобіля. Сучасні електронні спідометри можуть видавати так звані колісні імпульси через кожні 20 см пробігу, що забезпечує високу точність вимірювання пройденого шляху. Сьогодні опрацьовуються й інші способи вимірювання відстаней, такі як нанесення оптичних стрічок на шинах і розміщення магнітних стрічок на колесах автомобіля. Вони можуть використовуватися в тих випадках, коли підключення до спідометра не зовсім зручне з погляду компоновки і розміщення апаратури. Але всі ці методи мають низьку точність за рахунок проковзування ведучих коліс. Тому найбільш перспективним методом визначення пройденого шляху є використання безконтактних доплерівських вимірювачів і їх комплексування з одометричними пристроями [2].

Основний матеріал

Функціонально підсистема визначення пройденого шляху (ПВШ), що пропонується, складається з наступних основних складових:

– приймально-передаючого модуля (ППМ) міліметрового діапазону хвиль;

– блока цифрових вимірювань і індикації (БВІ);

– цифрового одометра (ЦО), до складу якого входять контролер (КО) та давачі одометра (ДО);

– блока джерел вторинного електроживлення (БЖ).

До комплекту поставки ПВШ входять засоби кріплення ППМ на корпусі дорожньо-транспортного засобу (ДТЗ) і кабелі з'єднання та підключення. В залежності від завдань і типу ДТЗ до БВІ можуть підключатись додаткові датчики:

– ППМ, що встановлюється на протилежному борті ДТЗ,

– ДО, що встановлюються на окремих колесах, та ін.

За функціональним призначенням ППМ і БВІ створюють доплерівський вимірювач (ДВ) параметрів руху [2,3].

Структурна схема основного складу ПВШ наведена на рис. 1. ПВШ призначена для роботи в умовах ударних навантажень, вібрацій і широкого діапазону температур і може бути використана для встановлення на колісних і гусеничних транспортних засобах, а також для вирішення інших прикладних задач, що вимагають високоточного вимірювання параметрів руху в умовах руху як по автошляхах із твердим покриттям, так і по бездоріжжю.

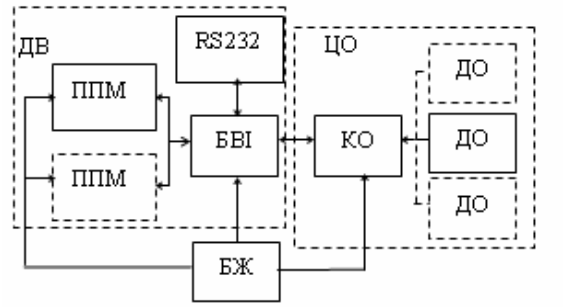

Рис. 1. **Структурна схема ПВШ**

Для забезпечення роботи системи за призначенням її основні складові виконують наступні функції.

Найбільш оригінальною частиною ДВ ПВШ є ППМ, оптимізація побудови якого значно впливає як на економічні, так і на експлуатаційні характеристики системи. ППМ здійснює формування і випромінювання зондуючого сигналу, прийом відбитого від полотна дороги сигналу з доплерівським зміщенням частоти, виділення і підсилення сигналу доплерівської частоти і має наступні особливості побудови.

Структурна схема ППМ наведена на рис. 2, згідно з якою блок складається з передавального, приймального й антенного трактів.

До складу передавального тракту входять:
– стабілізатор струму А1;
– генератор на лавино-прольотному діоді G;
– вентиль W1.

До складу приймального тракту входять:
– змішувальна камера W2;
– підсилювач доплерівської частоти А2;
– отримувач імпульсів А3.

До складу антенного тракту входять:
– линний міст W3;
– рупорні антени W4, W5.

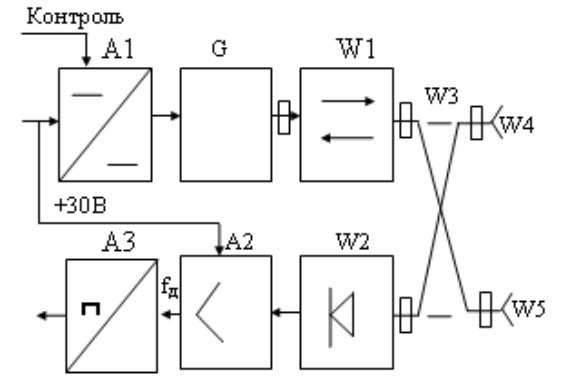

Рис. 2. **Структурна схема ППМ**

Конструктивно ППМ змонтований в оригінальному литому корпусі з габаритами 187х164х70 мм (рис. 3). Маса блока не перевищує 2,5 кг [5].

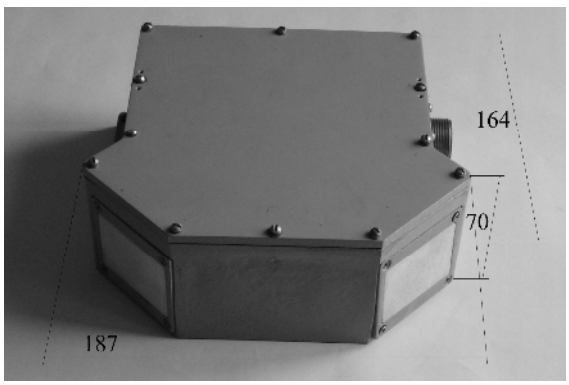

Рис. 3. **Корпус ППМ**

У верхній частині корпуса (рис. 4) розміщені низькочастотні складові ППМ: стабілізатор струму А1 і підсилювач доплерівської частоти.

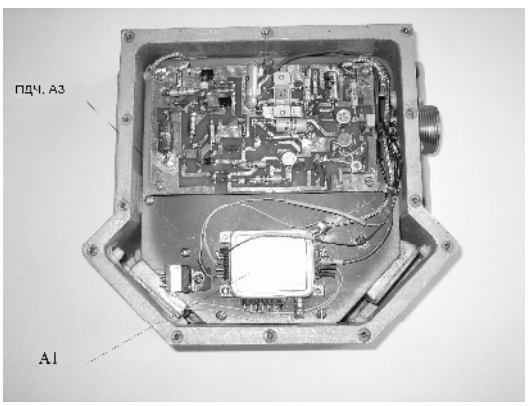

Рис. 4. **Верхня частина корпуса ППМ**

У нижній частині корпуса ППМ розташовані антенний і передавальний тракти та НВЧ частина приймального тракту (рис. 5).

Основною конструктивною особливістю корпуса є те, що він забезпечує розташування осей

діаграм спрямованості антен (ДСА) W4, W5 під кутом 45˚ до полотна дороги вперед-назад відносно напрямку руху (рис. 3, 5).

Іншою конструктивною особливістю побудови ППМ є те, що хвилеводні вузли передавального тракту G1, W1, приймального тракту W2 та антенного тракту W3, W4, W5 жорстко з'єднані між собою без перехідних хвилеводів, що дозволяє оптимально мінімізувати габарити блока в цілому і забезпечити його роботу в умовах вібрацій і ударних навантажень (рис. 5).

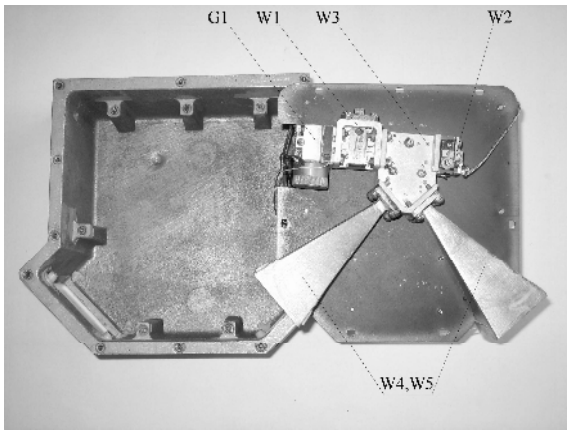

Рис. 5. **Нижня частина корпуса ППМ**

Стаціонарне встановлення ППМ на ДТЗ забезпечується за допомогою спеціальних кронштейнів. Для оперативного кріплення ППМ на ДТЗ розроблено спеціальну магнітну платформу (рис. 6).

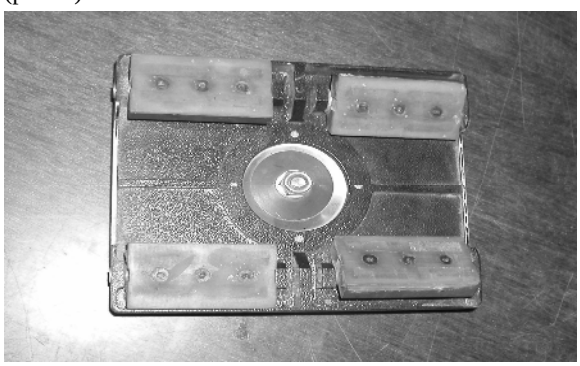

Рис.6. **Магнітна платформа**

Кріплення чотирьох магнітних фрагментів на платформі виконано з можливістю їх вільного повороту навколо подовжних осей. Це дозволяє оперативно адаптувати платформу до поверхонь різної кривизни і встановлювати ППМ на будь-яких ДТЗ з елементами конструкції зі сталевих або інших магнітних матеріалів (рис. 7 – 9).

Інтегруючою основою ПВШ є мікропроцесорний БВІ. БВІ здійснює попередню обробку доплерівських сигналів, що поступають із ППМ і їх фільтрацію.

Рис. 7. **Монтаж ППМ на автобусі**

Рис. 8. **Монтаж ППМ на КамАЗ-4310**

Рис.9. **Монтаж ППМ на Hummer M998**

Особливістю його побудови є використання цифрових методів обробки і фільтрації імпульсних сигналів, що дозволяє уніфікувати обробку сигналів, які поступають від різнотипних датчиків. Обмін інформацією БВІ ПВШ з іншими частинами наземної інерційної навігаційної системи відбувається за допомогою двонаправлених інтерфейсів RS-232 або USB, який використовується у БВІ. Метод вимірювань дозволяє органічно поєднати радіолокаційний і одометричний вимірювачі параметрів руху в межах уніфікованого вимірювача пройденого шляху, часу, швидкості та прискорення руху. Програмне забезпечення БВІ здійснює калібрування, початкову установку і

функціональний контроль ПВШ, керує режимами її роботи, забезпечує накопичення й обробку даних, відображення вихідної інформації на графічному індикаторі. Вказані особливості побудови забезпечують успішне використання БВІ у ПВШ із використанням давачів, що побудовані на різних фізичних принципах. Конструктивно БВІ розміщено в портативному корпусі з розмірами 215х115х45 мм (рис. 10). КО забезпечує комплексну обробку сигналів від ДО, які встановлені на трансмісії та на колесах ДТЗ, що зменшує похибку вимірювань за рахунок проковзування ведучих коліс. Конструктивно КО виконано на окремій платі і разом із коміркою вимірювань розміщено в портативному корпусі БВІ.

Рис. 10. **Блок вимірювань та індикації**

БЖ забезпечує формування всіх необхідних напруг живлення ППМ, БВІ і ЦО від бортової мережі об'єкта встановлення з напругою як 12 В, так і 24 В. Конструктивно БЖ розміщено в корпусі з розмірами 215х115х30 мм, який може під'єднуватись до нижньої частини БВІ або встановлюватись окремо.

Крім відмічених особливостей складових в основу ДВ ПВШ покладено:

– реалізацію роботи ППМ у тій частині міліметрового діапазону хвиль, в якій згасання в приземному шарі атмосфери досягає максимуму (60 ГГц), що забезпечує високі показники скритності, завадостійкості й електромагнітної суміс-ності;

– використання цифрової системи фазового автоматичного підстроювання частоти для синхронізації відбитого від полотна дороги сигналу й імпульсного методу для вимірювання пройденого шляху, швидкості, прискорення (сповільнення) руху, витрати палива і часу, що дозволило створити уніфікований блок вимірювань на основі однокристального мікроконтролера, який забезпечує обробку інформації від різнотипних датчиків, в т.ч. додаткових.

Експериментальні дослідження ДВ (доплерівської частини ПВШ) проводились у складі створеного на базі розглянутих ППМ і КВ БВІ радіолокаційного автоматизованого контрольно-випробувального комплексу для проведення шляхових випробувань ДТЗ [3,4]. Особливістю його конструкції є наявність портативного комп'ютера, який проводить реєстрацію одержаної інформації, її обробку і відображення результатів у реальному масштабі часу як у табличному, так і в графічному вигляді в усіх режимах руху ДТЗ. Конструктивно комірка вимірювань разом із джерелами вторинного електроживлення розміщені в нижній частині корпуса типу «кейс-дипломат», у верхній частині якого розміщено портативний комп'ютер (рис. 11).

Рис. 11. **Автоматизований контрольно-випробувальний комплекс для шляхових випробувань ДТЗ**

Висновки

Сказане обумовлює успішне використання ДВ на базі розроблених ППМ і БВІ і їх інтеграцію з цифровим одометром у складі ПВШ. Подальшим дослідженням є оптимізація параметрів цифрових астатичних систем фазової синхронізації доплерівського вимірювача й оптимізація інтерфейсів і алгоритмів обміну інформацією між складовими ПВШ та ПВШ і іншими підсистемами в рамках інтегрованої системи навігації, що підвищить стабільність і надійність її роботи. За результатами сертифікаційних випробувань автоматизований контрольно-випробувальний комплекс отримав свідоцтво про державну метрологічну атестацію № 1023 від 09 грудня 2008 р., яким зазначається, що відносна середня квадратична похибка вимірювання шляху не перевищує 0,1%.

Список літератури

1. Петров Н. Н. Системы и комплексы технических средств местоопределения подвижных объектов / Н. Н. Петров // Специальная техника. – 1998. – №3.

2. Бударецкий Ю. И. Автономный допплеровский радиолокационный измеритель параметров движения

наземных транспортных средств / [Ю. И. Бударецкий, А. Н. Зубков, В. П. Ковалев, С. Н. Непорада] // СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии : Труды 12-й Крымской междунар. конф. – Севастополь, 2002 – С. 713-715.

3. Крайник Л. В. Автоматизований вимірювальний комплекс для досліджень паливно-швидкісних характеристик АТЗ на різних типах доріг / [Л. В. Крайник, Ю. І. Бударецький, Я. Ф. Митник, М. Г. Грубель] // Вестник ХНАДУ. – 2007. – №38. - С. 318 – 320.

4. Ткачук П. П. Дорожні випробування і оцінка паливної економічності повнопривідних автомобілів на різних типах доріг / [П. П. Ткачук, М. Г. Грубель, Л.В. Крайник, Ю. І. Бударецький] // Автошляховик України. – 2007. – № 5. - С. 12 - 15.

5. Бударецький Ю.І. Особливості побудови ППМ автоматизованого контрольно-випробувального комплексу ДТЗ / Ю. І. Бударецький, М. Г. Грубель, М. О. Наумець // Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту. – 2008. – № 2. – С. 4-12.

Надійшла до редакції 16.12.2008

Рецензент: доктор технічних наук, старший науковий співробітник А. М. Зубков, Львівський інститут Сухопутних військ, Львів.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ПОДСИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПУТИ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕЕ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

Ю. И. Бударецкий, М. Г. Грубель, М. И. Гладкий, С. М. Назаркевич

В статье рассмотрены особенности построения подсистемы определения пути (ПОП) и доплеровского измерителя параметров движения (ДИ). Приведены экспериментальные исследования ДИ.

***Ключевые слова**: спутниковая радионавигационная система, инерциальная навигация, доплеровский измеритель.*

FEATURES OF CONSTRUCTION OF SUBSYSTEM OF DETERMINATION OF WAY AND EXPERIMENTAL RESEARCHES OF ITS COMPONENT PARTS

Y.I. Budaretski, M.G. Grubel, M.I. Gladki, S.M. Nazarkevich

The features of construction of subsystem of determination of way (SDW) and doppler measuring device of parameters of motion are considered in the article (DM). Experimental researches DM are expounded.

***Keywords**: satellite radionavigation system, inertsyal navigation, doppler measuring device.*

УДК 355.432.2

О. В. Майстренко

Львівський інститут Сухопутних військ, Львів

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Розглядаються перспективні напрямки розвитку існуючої системи гідрометеорологічного забезпечення частин і підрозділів ракетних військ і артилерії в загальній структурі збору й обробки інформації, мінімально необхідної для успішного виконання поставлених завдань у бою та операції. Також розглядається приклад передачі даних гідрометеорологічного характеру від бази даних до споживача за допомогою комп'ютерних мереж, пропонується альтернативний алгоритм дій споживача в разі надходження інформації в аналоговому вигляді.

***Ключові слова**: гідрометеорологічне забезпечення, комплексне зондування, метеорологічні умови.*

Вступ

Постановка проблеми. У сучасному загальновійськовому бою досягти перемоги над таким само технічно оснащеним противником можна тільки у тому випадку, коли усі засоби збройної боротьби будуть використовуватись із