

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний авіаційний університет

Кафедра аеронавігаційних систем

Інститут аеронавігації

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

Харченко В.П.

"__" _____ 2011 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬО-КВАЛІФІКАЦІЙНОГО РІВНЯ
“Магістр”

Тема: Розробка системи позиціонування з використанням методів
навігації у мережі мобільного зв'язку.

Спеціальність:

8.100118 “Системи аеронавігаційного обслуговування”

Виконавець:

Н. Созонюк

Керівник:

І. Остроумов

Нормоконтролер:

І. Остроумов

Київ-2011

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут Аеронавігації

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Напрямок(спеціальність): 8.100.118 Системи аеронавігаційного обслуговування повітряного руху
(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В.П. Харченко

" ____ " _____ 2010 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи магістра

Созонюк Наталії Володимирівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дипломної роботи(проекту): Розробка системи позиціонування з використанням методів навігації у мережі мобільного зв'язку

Затверджена наказом ректора від "16" вересня 2010 р. № . 2363/ст _____

2. Термін виконання роботи (проекту): з 01. 11. 2010 р. до 01.02.2011 р.

3. Вихідні дані до роботи (проекту):

Розробляється згідно з сучасними вимогами до систем з визначення місцезнаходження

4. Зміст пояснювальної записки :

1. Аналіз структури побудови бездротових мереж передачі даних. 2. Аналіз методів позиціонування у мережах передачі даних. 3. Обґрунтування структурної схеми інтегрованої системи позиціонування у мережі мобільного зв'язку(СПУММЗ). 4. Алгоритм визначення місцеположення на основі мережі мобільного зв'язку. 5. Можливості практичного застосування розробленої системи.

5. Перелік обов'язкового графічного(ілюстративного) матеріалу :

Алгоритм-схема функціонування методу ТОА; Точність визначення місцеположення для різних методів позиціонування; Визначення місцезнаходження по часу надходження сигналу(графічне відображення алгоритму); Принцип організації контролю за порушеннями правил виконання польотів, злету та посадки засобів легкої авіації; Структурна схема інтегрованої СПУММЗ

6. Календарний план-графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
Пояснювальна записка			
1.	Вступ	24.10.2010	
2.	Аналіз структури побудови бездротових мереж передачі даних	25.10.2010-10.11.2010	
3.	Аналіз існуючих методів позиціонування у мережах передачі даних.	11.11.2010-28.11.2010	
4.	Обґрунтування і розробка структурної схеми інтегрованої системи позиціонування у мережі мобільного зв'язку(СПУММЗ)	29.11.2010-20.12.2010	
5.	Розробка алгоритму визначення місцеположення на основі мережі мобільного зв'язку.	21.12.2010-10.01.2011	
6.	Підготовка комп'ютерної презентації.	11.01.2011-25.01.2011	
Графічна частина			
1.	Алгоритм-схема функціонування методу ТОА	27.10.2010-03.11.2010	
2.	Точність визначення місцеположення для різних методів позиціонування	4.11.2010-10.11.2010	
3.	Визначення місцезнаходження по часу надходження сигналу(графічне відображення алгоритму)	27.11.2010-19.12.2010	
4.	Принцип організації контролю за порушеннями правил виконання польотів, злету та посадки засобів легкої авіації	20.12.2010-18.01.2011	
5.	Структурна схема інтегрованої СПУММЗ	19.01.2011-20.01.2011	

7. Консультанти з окремих розділів

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	професор кафедри безпеки життєдіяльності Барабаш О.В.		
Охорона навколишнього середовища	доцент Гай А.Є.		

8. Дата видачі завдання " __ " _____ 20__ р.

Керівник роботи(проекту) _____ / *I.В.Остроумов* /
(підпис керівника)

Завдання прийняв до виконання _____ / *Н.В.Созонюк* /
(підпис випускника)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи магістра «Розробка системи позиціонування з використанням методів навігації у мережі мобільного зв'язку» : 117 с., 19 рис., 3 табл., 1 додаток, 47 джерел.

Об'єкт дослідження – методи навігації у мережі мобільного зв'язку.

Мета роботи – розробка принципів побудови та алгоритму функціонування системи позиціонування у мережі мобільного зв'язку.

Метод дослідження – імітаційне моделювання з використанням комп'ютерної техніки.

Величезна кількість переваг сотових мереж зумовила швидкий розвиток мобільного зв'язку у всьому світі. Доступність та дешевизна послуг мобільного зв'язку зумовили швидке розширення цифрових мереж на всю територію нашої країни. Розвиток сучасних цифрових мереж передачі даних призвів до виникнення та розвитку принципово нових принципів позиціонування рухомих об'єктів, що дозволяють забезпечити необхідну точність визначення координат користувача. Реалізація та практичне застосування розроблених принципів побудови системи позиціонування у мережі мобільного зв'язку дозволить підвищити точність визначення координат, особливо в умовах міської забудови.

МЕРЕЖА МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ, ПЕРЕДАЧА ДАНИХ, НАВІГАЦІЯ, ПОЗИЦІОНУВАННЯ, ЧАСОВИЙ МЕТОД, АЛГОРИТМ, КООРДИНАТИ.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	11
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТРУКТУРИ ПОБУДОВИ БЕЗДРОТОВИХ МЕРЕЖ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ	15
1.1. Структура побудови мережі GSM.....	15
1.2. Паquetна передача даних у мережі GSM	19
1.2.1. Технологія GPRS.....	20
1.2.2. Технологія EDGE.....	24
1.3. Структура побудови мережі UMTS	26
Висновки.....	29
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПОЗИЦІОНУВАННЯ У МЕРЕЖАХ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ.....	31
2.1. Принципи визначення координат у цифрових мережах.....	31
2.2. Класифікація методів	33
2.3. Аналіз існуючих методів позиціонування	35
2.3.1. Технологія ідентифікації соти.....	35
2.3.2. Технологія AoA.....	38
2.3.3. Технологія ToA	40
2.3.4. Технологія OTDoA	41
2.3.5. Технологія E – OTD	43
Висновки.....	50
РОЗДІЛ 3. ОБГРУНТУВАННЯ СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ІНТЕГРОВАНОЇ СПУММЗ.....	52
3.1. Структурна схема системи позиціонування	52
3.2. Позиціонування за супутниковою системою навігації.....	54
3.3. Інерціальна навігаційна система	61
Висновки.....	66

РОЗДІЛ 4. АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЕПОЛОЖЕННЯ НА ОСНОВІ МЕРЕЖІ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ	67
4.1. Часовий метод позиціонування	67
4.2. Опис алгоритму функціонування методу ТОА	68
4.3. Визначення місцеположення за розробленим алгоритмом	71
4.4. Можливості практичного застосування розробленої ІСПУММЗ	72
Висновки	79
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	81
5.1. Загальні відомості	81
5.2. Перелік небезпечних і шкідливих виробничих чинників, що діють при технічній експлуатації об'єкту проектування	82
5.3. Технічні та гігієнічні організаційні заходи для зменшення рівня впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів	89
5.4. Запобігання пожежної і вибухової небезпеки під час проектування інтегрованої СПУМЗ	92
5.5. Інструкція з охорони праці при роботі зі спроектованою інтегрованою системою позиціонування	95
Висновки	96
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	98
6.1. Аналіз екологічної небезпечності спроектованої СПУММЗ	98
6.2. Державні санітарні норми випромінювання в Україні, як заходи захисту навколишнього середовища	99
6.3. Вплив електромагнітного випромінювання на організм людини	101
6.4. Заходи щодо забезпечення екологічної безпеки	104
Висновки	105
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	106
Додаток. Текст комп'ютерної програми на мові MATLAB	112

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ГЛОНАСС	глобальна навігаційна супутникова система;
ПеПК	передавач пристрою користувача;
ІНС	інерціальна навігаційна система;
AuC	<i>Authentication Center</i> (центр авторизації);
BSS	<i>Base Station Subsystem</i> (підсистема базових станцій);
BSC	<i>Base Station Controller</i> (контролер базових станцій);
BTS	<i>Base Transceiver Station</i> (базова станція);
CPICH	<i>Common Pilot Channel</i> (пілотний канал);
CVB	<i>Cumulative Virtual Blanking</i> (технологія сукупного віртуального пригнічення сигналів);
DLB	<i>Distance from MS to LMU</i> (геометрична відстань між мобільною станцією і стаціонарним вимірювальним модулем);
DMB	<i>Distance from MS to BTS</i> (геометрична відстань між мобільною і базовою станціями);
EDGE	<i>Enhanced Data Rates for GSM Evolution</i> (надшвидка цифрова технологія пакетної передачі даних);
EIR	<i>Equipment Identity Register</i> (реєстр ідентифікації устаткування);
E-OTD	<i>Enhanced Observed Time Difference</i> (метод різниці часів);
FDM	<i>Frequency Division Multiplexing</i> (частотний розподіл);
GGSN	<i>Gateway GPRS Support Node</i> (шлюзовий вузол підтримки GPRS);
GMLC	<i>Gateway MLC</i> (шлюзовий центр визначення місцеположення);
GPRS	<i>General Packet Radio Service</i> (пакетний радіозв'язок загального користування);

GPS	<i>Global Positioning System</i> (глобальна система визначення місцезнаходження);
GSMC	<i>Global System for Mobile Communications</i> (глобальна система мобільного зв'язку);
GTD	<i>Geometric Time Difference</i> (геометрична різниця часу прийому);
GTP	<i>Tunnel Protocol</i> (тунельний протокол);
HLR	<i>Home Location Register</i> (реєстр власних абонентів);
IMEI	<i>International Mobile Equipment Identity</i> (міжнародний ідентифікатор мобільного пристрою);
IPDL	<i>Idle Period Downlink</i> (технологія періодичного відключення сигналу по лінії "вниз");
LAC	<i>Local Area Code</i> (код локальної зони);
LMU	<i>Line Measurement Unit</i> (стаціонарний вимірювальний модуль);
LOT	<i>The Observed Time at the LMU</i> (час прийому сигналів BTS, що вимірюється стаціонарним вимірювальним модулем);
ME	<i>Mobile Equipment</i> (мобільний пристрій);
MLC	<i>Mobile Location Center</i> (центр визначення місцеположення);
MOT	<i>The Observed Time at the Mobile Station</i> (час прийому сигналів BTS, що вимірюється мобільною станцією);
MSC	<i>Mobile services Switching Center</i> (мобільний комутаційний центр);
NSS	<i>Network and Switching Subsystem</i> (мережева і комутуюча підсистема);
OSS	<i>Operating and Support Subsystem</i> (підсистема керування й обслуговування);
OTDoA	<i>Observed Time Different of Arrival</i> (технологія виміру різниці прийому сигналів);

PS	<i>Packet Switching</i> (дані з пакетною комутацією);
RNS	<i>Radio Network Subsystem</i> (підсистема радіо-мережі);
RTD	<i>Relative Time Difference</i> (відносна різниця часу);
SGSN	<i>Serving GPRS Support Node</i> (сервісний вузол підтримки GPRS);
SIM	<i>Subscriber Identity Module</i> (модуль ідентифікації абонента, що виконується за смарт-технологією);
SMLC	<i>Serving MLC</i> (сервісний центр визначення місцеположення);
TCP/IP	<i>Transmission Control Protokol Internet Protocol</i> (протокол управління передачею/Протокол Інтернет);
TDM	<i>Time Division Multiplexing</i> (часовий розподіл);.
UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunications System</i> (універсальна мобільна телекомунікаційна система);
VLR	<i>Visitor Location Register</i> (реєстр пересувань);
W-CDMA	<i>Wideband Code Division Multiple Access</i> (широкосмуговий CDMA).

ВСТУП

Актуальність теми. Величезна кількість переваг сотових мереж зумовила швидкий розвиток мобільного зв'язку у всьому світі. Доступність та дешевизна послуг мобільного зв'язку зумовили швидке розширення цифрових мереж на всю територію нашої країни. Оператори мобільного зв'язку постійно розширюють зону покриття та покращують якість послуг, що надаються, тим самим збільшують кількість користувачів та зменшують вартість користування.

Поряд з розвитком сервісів передачі даних у мережах сотового зв'язку розвиваються функції пов'язані з позиціонування абонентів. Концепція побудови сучасних цифрових мереж сотового типу з використанням радіоканалу для зв'язку дозволяє застосовувати різні принципи позиціонування для визначення координат користувача[1].

Розвиток сучасних цифрових мереж призвів до виникнення та розвитку принципово нових принципів позиціонування рухомих об'єктів.

На сьогоднішній день супутникові системи навігації є основними для позиціонування рухомих об'єктів. Проте одним з основних недоліків таких систем є необхідність наявності «прямої видимості» навігаційних супутників, розміщених на орбіті Землі. Ця умова є дуже актуальною при вирішенні питань пов'язаних з навігацією рухомих об'єктів у забудованому штучними перешкодами місті.

Під час руху об'єкту по забудованій великим будівлями вулиці зона видимості навігаційних супутників дуже звужується. Нерідко спостерігаються повна втрата видимості достатньої для визначення координат кількості супутників, що призводить до значного збільшення похибки позиціонування. Крім того при позиціонуванні рухомих об'єктів у місті посилюється вплив геометрії супутникового сузір'я на результати розрахунку координат користувача, що пояснюється звуженням зони видимості супутників. Значний вплив справляють перевідбивання супутникових сигналів від штучних

перешкод. Усі ці фактори негативно впливають на позиціонування та спонукають до пошуку нових методів визначення місцеположення у сучасному, забудованому місті.

Для забезпечення більш точнішого визначення координат рухомого об'єкту у місті необхідно розроблювати нові системи позиціонування, що застосовували б комплексування різних методів навігації та забезпечували необхідну точність оцінки координат.

Одним з підходів до вирішення проблеми позиціонування у забудованому місті є застосування методів навігації у сучасних, цифрових мережах передачі даних. Постачальники послуг мобільного зв'язку, на сьогоднішній день, пропонують свої послуги майже у будь-якому місці. Розгалужена мережа базових станцій мобільного зв'язку на сьогодні дозволяє застосовувати методи навігації для позиціонування рухомих об'єктів [2].

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Виконання роботи пов'язано з реальними потребами галузі мобільного зв'язку як на національному, так і міжнародному рівнях. Питання, які розглядаються в дисертаційній роботі, безпосередньо впливають із задач у сфері науки і техніки, сформульованих у “Концепції розвитку зв'язку України до 2010 року”, затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України № 223/8 від 09.12.99 р.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є розробка принципів побудови та алгоритмів функціонування системи позиціонування у мережі мобільного зв'язку та сучасних цифрових мережах передачі даних.

Для досягнення мети роботи поставлено та розв'язано такі ієрархічно взаємопов'язані завдання:

- проаналізувати принципи побудови існуючих бездротових мереж передачі даних, принципи пакетної передачі даних у мережі мобільного зв'язку стандарту GSM зокрема стандартів GPRS, EDGE UMTS;

- дослідити сучасні методи позиціонування у мережах передачі даних, їх класифікацію, особливості та принципи, що покладені в основу визначення

координат користувача за технологіями ідентифікації соти, AoA, ToA, OTDoA та E - OTD;

- синтезувати принципи роботи супутникової та інерціальної систем навігації для подальшої їх інтеграції із системою позиціонування у мережі мобільного зв'язку;

- визначити та обґрунтувати вибір методу позиціонування для розробки алгоритму визначення місцезнаходження користувача та описати принцип дії запропонованої ІСПУММЗ.

- проаналізувати вплив інтегрованої СПУММЗ на навколишнє середовище, роботу інженера та користувачів системи. Запропонувати профілактичні заходи по забезпеченню екологічної безпеки.

Об'єктом дослідження є системи мобільного зв'язку стандарту GSM.

Предметом дослідження є моделі, методи та засоби позиціонування користувачів у мережі мобільного зв'язку.

Методи дослідження. В дипломній роботі використані методи теорії радіонавігації та імітаційного моделювання сучасних систем навігації у сучасних цифрових мережах передачі даних з використанням комп'ютерної техніки.

Новизна одержаних результатів дослідження.

Досліджено та запропоновано використовувати часовий метод навігаційних визначень до позиціонування у мережі мобільного зв'язку.

Запропоновано користуватися методами навігації у мережі мобільного зв'язку в умовах щільної міської забудови.

Запропоновано використовувати методи позиціонування у мережі мобільного зв'язку для навігації засобів легкої авіації при польотах на невеликій висоті.

Практичне значення одержаних результатів.

Основні результати роботи становлять науково-методологічну основу для створення сучасних систем навігації у мережі мобільного зв'язку та дозволяють розв'язувати такі завдання:

- забезпечити визначення координат користувача на основі сигналів зв'язку у сучасних цифрових мережах передачі даних;
- застосування комбінацій супутникової системи навігації, навігації у мережі мобільного зв'язку та інерціальної навігаційної системи дозволяє підвищити точність позиціонування;
- використання за пропонованої системи навігації на борту засобу легкої авіації підвищить безпеку авіаперевезень.

Апробація результатів атестаційної роботи. Результати роботи обговорювалися на: Міжнародній науково-технічній конференції студентів та молодих вчених «Політ-2010»(Київ, НАУ).

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТРУКТУРИ ПОБУДОВИ БЕЗДРОТОВИХ МЕРЕЖ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ

1.1. Структура побудови мережі GSM

Глобальна система мобільного зв'язку (англ. Groupe Special Mobile, пізніше перейменованій в Global System for Mobile Communications, GSM) — міжнародний стандарт для мобільного цифрового стільникового зв'язку з розділенням каналу за принципом TDMA та високим рівнем безпеки за рахунок шифрування з відкритим ключем. Належить до мереж другого покоління. Стандарт був розроблений під патронатом Європейського інституту стандартизації електрозв'язку (ETSI) наприкінці 80-х років. С 1991 стандарт GSM почали активно впроваджувати в багатьох країнах світу. Системні і технічні рішення цього стандарту мають значний потенціал для подальшого розвитку. Стандарт GSM взятий за основу для розробки європейської частини системи мобільних комунікацій третього покоління (UMTS).

У етапах розвитку можна виділити модифікації: GSM Phase 1, GSM Phase 2, GSM Phase 2 +. У кожній новій модифікації можливості стандарту дуже істотно розширювалися[5].

У GSM визначено 4 діапазону роботи: GSM 900, GSM 1800 використовується країнами Європи і Азії. GSM 850, GSM 1900 - США, Канада, окремі країни Латинської Америки і Африки.

Діапазони 400 та 450 МГц використовуються у деяких країнах (включаючи країни Скандинавії та деякі острівні країни).

При роботі у стандартному діапазоні 900 МГц використовуються діапазон 890—915 МГц для зв'язку від терміналу до базової станції, та 935—960 МГц для зв'язку від базової станції до терміналу[23]. У деяких країнах діапазон частот GSM-900 був розширений до 880—915 МГц (MS -> BTS) і 925—960 МГц (MS <- BTS), завдяки чому максимальна кількість каналів зв'язку збільшилася на 50. Така модифікація була названа E-GSM (extended GSM).

У цілому, система зв'язку стандарту GSM розрахована на використання в комерційній сфері. Вона надає користувачам широкий спектр послуг та можливість застосування різноманітного устаткування для передачі мовних повідомлень і даних, сигналів виклику й аварійних сигналів, а також можливість підключення до телефонних мереж загального користування, мережам передачі даних і цифрових мереж з інтеграцією служб.

У порівнянні з іншими широко розповсюдженими цифровими стандартами GSM забезпечує кращі енергетичні характеристики, більш високу якість зв'язку, його безпеку і конфіденційність. Прийнятна якість прийнятих мовних повідомлень у стандарті GSM[33]. забезпечується при відношенні сигнал/шум на вході приймача 9 дБ (для стандарту D-AMPS, наприклад, це співвідношення дорівнює близько 16 дБ), а енергетичні витрати в реальних каналах зв'язку (при завмиранні сигналів) на 6—10 дБ нижче в порівнянні зі стандартом D-AMPS.

Стандарт GSM, крім того, надає своїм користувачам ряд послуг, що не реалізовані (чи реалізовані частково) в інших стандартах стільникового зв'язку.

До них відносяться:

- використання інтелектуальних SIM-карт для забезпечення доступу до каналу і послуг зв'язку ;
- шифрування переданих повідомлень;
- закритий від прослуховування радіо інтерфейс;
- аутентифікація абонента та ідентифікація абонентського устаткування по криптографічним алгоритмах;
- використання служб коротких повідомлень, що передаються по каналах сигналізації;
- автоматичний роумінг абонентів різних мереж GSM у національному і міжнародному масштабах;
- між мережевий роумінг абонентів GSM з абонентами мереж стандартів DCS1800, PCS 1900, DECT, а також із супутниковими мережами персонального радіозв'язку (Globalstar, Inmarsat-P).

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

На сьогоднішній день над швидкими темпами розвиваються цифрові бездротові мережі передачі даних. Сучасні мережі сотового типу дозволяють забезпечити визначення місцеположення користувача з необхідною точністю. Розгалужена система, що забезпечує послуги мобільного зв'язку на сьогоднішній день дуже щільно вкриває міський район та дозволяє отримати координати з точністю близькою до точності супутникової навігаційної системи(GNSS).

У ході виконання дипломної роботи було проаналізовано принципи побудови існуючих бездротових мереж передачі даних, принципи пакетної передачі даних у мережі мобільного зв'язку стандарту GSM зокрема стандартів GPRS, EDGE UMTS.

Крім того виконано класифікацію сучасних методів позиціонування у мережах передачі даних, проаналізовано особливості та принципи їх побудови. Зокрема, детально розглянуті основні перспективні методи визначення місцеположення користувача, а саме: ідентифікації соти, AoA, ToA, OTDoA та E-OTD.

Результат аналізу існуючих методів позиціонування у мережі мобільного зв'язку вказує на доцільність застосування систем, основаних на них, на борту літака легкої авіації, що виконує польоти у приземній частині повітряного простору.

У рамках даної дипломної роботи розроблена структурна схема системи позиціонування у мережі мобільного зв'язку, що інтегрується з системами супутникової та інерційної навігації.

Проведене комп'ютерне моделювання вказує на доцільність застосування часового методу для розробленої СПУММЗ.

Розроблена інтегрована СПУММЗ зменшує недоліки окремо взятих систем та підвищує безпеку та економічність повітряного транспорту в умовах інтенсивного росту кількості літаків легкої авіації у повітрі.

Проаналізовано вплив інтегрованої СПУММЗ на навколишнє середовище, роботу інженера та користувачів системи. Запропоновано профілактичні заходи по забезпеченню екологічної безпеки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Р.В. Сакач, Б.В. Зубков, М.Ф. Давиденко и др. «Безопасность полетов». – М.: Транспорт, 1986. – 239с.
2. «Организация управления воздушным движением» /Под ред. Г.Г. Крыжановского. – М.: Транспорт, 1988. – 264с.
3. «Управление воздушным движением» /Под ред. Ю.П. Дарымова. – М.: Транспорт, 1989. – 327с.
4. А.М. Аникин и др. «Воздушная навигация и аэронавигационное обеспечение полетов» /Под ред. Н.Ф. Миронова. – М.: Транспорт, 1992. – 295с.
5. Бабков В.Ю. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование. 2-е издание / В.Ю. Бабков, М.А. Вознюк. – М. : Горячая линия – Телеком, 2006. – 220 с. 14
6. Бабков В.Ю. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование. 2-е издание / В.Ю. Бабков, М.А. Вознюк. – М. : Горячая линия – Телеком, 2006. – 220 с.
7. Бабков Валерий. Позиционирование абонентов в системах мобильной связи третьего поколения. / Валерий Бабков, Антон Степутин // Мобильные телекоммуникации. – 2008. – №3. – С. 8-1511
8. Безпека авіації /В.П. Бабак, В.П. Харченко, В.О. Максимов та інші; За ред. В.П. Бабака. – К.: Техніка. – 2004. – 584 с.1
9. Безпека життєдіяльності людини: Навчальний посібник. Лапін В.М. - Л., 2000. - 186 с.2
10. Бруин Б. Глушители ОРЗ вызывают озабоченность // Сети. — 2003. — № 4-5.
11. Всесвітня організація охорони здоров'я. «Електромагнітні поля та здоров'я населення» (рос.), травень 2006.
12. Гандурин В.А. Особенности зоны обнаружения низколетящих воздушных объектов доплеровской радиолокационной станции / В.А. Гандурин, А.П. Кирсанов // Радиотехника. – 2007. – №10. С.42-4610
13. Громаков Ю/Л. Стандарты и системы подвижной радиосвязи. — М., 1998.
14. Дроздов В. "Под колпаком" // "Стандарт". 2003. N3. С.44
15. Журнал “Мобайл радио”. Січень 2007р.
16. Корсунский А. Технологии и платформы определения местоположения—к старту готовы? // Мобильные телекоммуникации. — 2003. — № 1 .
17. Л.М. Воробьев. «Воздушная навигация». – М.: Машиностроение, 1984. – 256с.

18. Мир связи CONNECT № 7/2004
19. Міністерство охорони здоров'я України. Центральна санітарно-епідеміологічна станція. Інформаційний бюлетень «Мобільний зв'язок та здоров'я людини», жовтень 2008 р.
20. Навігація. Основи визначення місцеположення та скеровування / Б. Гофманн-Велленгоф, К. Легат, М. Візер; пер. з англ. за ред. Я.С. Яцківа. – Львів: Львівський національний університет імені Івана Франка, 2006. – 443 с.8
21. Науково-популярний журнал. “Е-мобайл”. 2005- 2006 рр.- №19.
22. Николаев В.П. Позиционирование подвижных объектов в сетях сотовой связи// Технологии и средства связи. — 2002. — № 2.
23. Остроумов І.В. Застосування методів позиціонування у мережі мобільного зв'язку для навігації рухомих об'єктів / І. В. Остроумов // Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Том.2 – Херсон: Видавництво Херсонського державного морського інституту, 2010. – С. 57–59.
24. Остроумов І.В. Концепція «Мобільне небо» / І. В. Остроумов // Вісн. НАУ. – 2009. – Т. 40, № 3. – С. 91–95.
25. П.А. Агаджанов, В.Г. Воробьев, А.А. Кузнецов, Е.Д. Маркович «Автоматизация самолетовождения и управления воздушным движением». – М.: Транспорт, 1980. – 357с.
26. Постанова про використання повітряного простору України: від 29 березня 2002 р. № 401 / Кабінет міністрів України. – Офіц. вид. – К. : Парлам. вид-во, 2002.
27. Постанова про внесення змін до Положення про використання повітряного простору України: від 1 липня 2009 р. № 980 / Кабінет міністрів України. – Офіц. вид. – К. : Парлам. вид-во, 2009.
28. Смоленцев С.В. Определение координат мобильных абонентов в сетях сотовой связи стандарта GSM / С.В. Смоленцев // Гироскопия и навигация. – 2006. – №4. – С.41-54.
29. Супутникова радіонавігація. Бабак В.П., Конін В.В., Харченко В.П. – К.: Техніка, 2004. – 328 с.16
30. Супутникова радіонавігація.
Бабак В.П. Конін В.В., Харченко В.П.,
К.:Техніка, 2004, 328 с
31. Телекомунікації в бізнесі: Навч. посіб. Козак І. А.К — К.: КНЕУ, 2004. — 367 с.18

32. Технологии определения местоположения в GSM и UMTS: Учеб.пособие. Громаков Ю.А_Северин А.В_Швецов В.А -М.:Эко-Трендз,2005-144с.:ил16
33. Финогеев А.Г. Сравнительный анализ методов позиционирования в беспроводных системах связи / А.Г. Финогеев, В.А. Маслов // Телематика 2009: XVI Всероссийская научно-методическая конференция, 23-25 июня 2009 г. :матеріалі конференції. – Санкт Петербург, 2009. – режим доступа: <http://tm.ifmo.ru/tm2009/src/163b.pdf>.
34. Шебшаевич В.С., Дмитриев ПЛ. Сетевые спутниковые радионавигационные системы. — М.: Радио и связь, 1982.
35. Ю.А. Громаков. Сотовые системы подвижной радиосвязи. Технологии электронных коммуникаций. Том 48. "Эко-Трендз". Москва. 1994.
36. Ю.А. Громаков. Структура TDMA кадров и формирование сигналов в стандарте GSM. "Электросвязь". N 10. 1993.
37. "Global radionavigation – the next 50 years and beyond". Benkers John M. J., Navigation. 2000. 53, №2, стор. 207-214, 1іл, Бібл. 6.Mehrotra. Cellular Radio: Analog and Digital Systems. Artech House, Boston-London. 1994.
38. Annual Review of General Aviation Accident Data 2005 / National Transportation Safety Board. Publication Type NTSB/ARG-09/01. – Washington, DC, 2009. – 66p.
39. CAP 776. Global Fatal Accident Review 1997-2006 / Safety Regulation Group. – Civil Aviation Authority, 2008. – 86p.
40. ETSI TS 22.071, v. 7.4.0. Location Services (LCS), Service description; Stage 1, Release 7.
41. <http://www.kyivstar.ua>
42. <http://www.mns.gov.ua>
43. ISO/Draft International Standard: GDF – Geographic Data Files. – Version 4.0 – ISO/TC 204/WG3: CD. – 2001. – P. 02–14.
44. M.Mouly, M.B.Pautet. The GSM System for Mobile Communications. 1992.
45. Ostroumov Ivan: Ostroumov I.V. Monitoring of private aviation flying / I.V. Ostroumov // The Fourth World Congress AVIATION IN THE XXI-st CENTURY - Safety in Aviation and Space Technologies. Volume 1. – Kiev: NAU, 2010. – 21.90-21.92 pp.
46. Ostroumov Ivan: Solomina N.O. Positioning methods for GSM networks / N.O. Solomina, I.V. Ostroumov // Flight-2010. modern problems of science: X International Scientific-Practical Conference of Researches and Students, April 7–9, 2010 : theses. – K., 2010. – 53p.

47. W. Heger. GSM vs. CDMA. GSM Global System for Mobile Communications. Proceedings of the GSM Promotion Seminar 1994 GSM MoU Group in Cooperation with ETSI GSM Members. 15 December 1994.