НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Радіотехнічний факультет
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра радіоконструювання та виробництва радіоапаратури
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ (підпис) _____ (ініціали, прізвище)
"26" 06 2015 р.
Ел. вар. отримано 30.06.2015

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 8.05.090201 радіоелектронні апарати та засоби
(код і назва)

на тему: Дослідження службових параметрів наземних та бортових приймачів в ОРЗ системі

Виконав студент 6 курсу, групи РВ-31м
(шифр групи)

Максименко Ярослав Вадимович _____ (підпис)
(прізвище, ім'я, по батькові)

Науковий керівник доц., к.т.н. Прищепа М.М. _____ (підпис)
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Консультант охорона праці доц., к.т.н. Каштанов С.Ф. _____ (підпис)
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, , прізвище, ініціали)

Рецензент Доц. кадр. РОС к.т.н. доц. Мовчанюк А.В. _____ (підпис)
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.
Студент _____ (підпис)

Київ – 2015 року

Я. В. Максименко, КіВРА 2015

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Інститут (факультет) Радіотехнічний
(повна назва)

Кафедра Радіоконструювання та виробництва радіоапаратури
(повна назва)

Освітньо – кваліфікаційний рівень «Магістр»

Спеціальність 8.05090201 Радіоелектронні апарати та засоби
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Є.А. Нелін
(підпис) (ініціали, прізвище)

«01» 02 2015 р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту

Максименко Ярослав Вадимович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Дослідження службових параметрів наземних та бортових приймачів в GPS системі,

науковий керівник дисертації к.т.н. доц. Прищепа М.М.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «11» березня 2015 р. № 298/2с

2. Термін подання студентом дисертації 27 червня 2015р

3. Об'єкт дослідження Службові параметри приймачів

4. Предмет дослідження Модель псевдодальності супутників

5. Перелік завдань, які потрібно розробити розробити методику виміру псевдодальності, розробити та реалізувати алгоритм підвищення точності розрахунку псевдодальності, моделювання псевдодальності до супутників

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу 13 слайдів з графічною інформацією

7. Орієнтовний перелік публікацій немає

8. Консультанти розділів дисертації*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технічний	доц, к.т.н. Прищепа М.М.	17.02.2015	
Охорона праці	доц, к.т.н Каштанов С.Ф.		

9. Дата видачі завдання 01.02.2015

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1.	Методи вимірювання псевдо-дальності	04.05.15 - 18.05.15	
2.	Методика вимірювання псевдодальності	18.05.15 - 30.05.15	
3.	Експериментальні дослідження	1.06.15 - 12.06.15	
4.	Управління обчислювальних ресурсів	15.06.15 - 19.06.15	
5.	Охорона праці та безпека ВНС	22.06.15 - 23.06.15	

Студент _____ Максименко Я.В.
(підпис) (ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації _____ М.М. Прищепа
(підпис) (ініціали, прізвище)

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

* Консультантом не може бути зазначено наукового керівника магістерської дисертації.

РЕФЕРАТ

Дипломна магістерська дисертація на тему «Дослідження службових параметрів наземних и бортових приймачів GPS». 93 стр.,13 рис., 23 табл., 20 источника

Об'єкт дослідження: модель псевдодальності до супутників GPS. Моделюється та досліджується модель псевдодальності супутників; методи виміру псевдодальності; фактори впливаючі на похибки виміру псевдодальності.

Приводиться методика виміру псевдодальності; формати псевдодальності в навігаційному приймачі; декодування вимірювальної інформації.

Виконується декодування й обробка даних приймача в інтеварлі часу 8000 секунд.

Даються програми в середовищі MatLab для визначення видимості супутників, декодування експериментальних данних й обробки результатів вимірювання.

Розроблюються методи по керуванню безпекою польотів в аеронавігаційній системі при впровадженні супутникової системи навігації.

ПСЕВДОДАЛЬНІСТЬ, СУПУТНИК, GPS, ОРБІТА, МОДЕЛЮВАННЯ, ІНТЕРПОЛЯЦІЯ, ДЕКОДУВАННЯ, ФАКТОРИ ВПЛИВУ, ДОСЛІДЖЕННЯ, СТРУКТУРА ПОВІДОМЛЕНЬ.

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

ABSTRACT

Master dissertation: 93 p, 13 fig., 23 tab., 20 sources.

Subject:" Investigation of service parameters of terrestrial and airborne receivers GPS"

Research object: pseudorange model to the satellites GPS. Simulated and studied model pseudorange satellites; pseudorange measurement methods; factors affecting the error vimyru psevdodalnosti.

The technique of pseudo-range measurements; pseudo formats in the navigation receiver; Decoding measurement information.

And performs decoding processing receiver data in the time interval 8000 seconds.

MatLab program for determining visibility of satellites, decode processing of the experimental data and the results of measurements.

The methods for the management of safety in air navigation system, the introduction of a satellite navigation system.

Pseudo-range, satellites, GPS, ORBIT, modeling, interpolation, decoding, influence factors, research, message structure.

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ……..7

ВСТУП…….8

1. МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ПСЕВДОДАЛЬНСТІ……..11

1. 1 Загальна характеристика супутникової навігаційної системи……..11

1.1.1 Супутниковий сегмент……11

1.1.2 Визначення координат навігаційним приймачем……...13

1.1.3 Структура навігаційних сигналів GPS……..15

1.1.4 Склад та структура навігаційних повідомлень супутників системи GPS……16

1.2 Методи вимірювання дальностей до супутників……16

1.2.1 Кодові вимірювання……..16

1.2.2 Фазові вимірювання……..18

1.2.3 Доплерівські вимірювання……..20

1.3 Джерела помилок і точність вимірювань……21

2 МЕТОДИКА ВИМІРЮВАННЯ ПСЕВДОДАЛЬНОСТЕЙ…….26

2. 1 Робоче місце для вимірювання псевдодальностей……26

2. 2 Алгоритм вимірювання псевдодальності……27

2. 3 Структура повідомлення, оброблюваного приймачем…….27

2. 4 Программа для дослідження псевдодальності……..…….30

2.4.1 Інтерполяція……30

2.4.2. Разробка програми для обробки данних…….32

Я. В. Максименко, КіВРА 2015

3. ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ ПСЕВДОДАЛЬНОСТЕЙ……...39

4. УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ПОЛЬОТІВ У АЕРОНАВІГАЦІЙНІЙ СИСТМІ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЇ……..64

4.1 Поняття безпеки польотів……..66

4.2 Фактори, що впливають на безпеку польотів……67

4.3. Управління безпекою польотів у аеронавігаційної системи при впровадженні кругової захищеної зони для бічного ешелонування на маршрутах, які перетинаються……69

4.4. Методика розрахунку бічного ешелонування на маршрутах, які перетинаються……69

ВИСНОВКИ ……75

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ……76

5.1 Визначення основних потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів……..76

5.2 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки і гігієни праці та виробничої санітарії……77

5.2.1 Організації робочих місць обладнаних ВДТ ПЕОМ……78

5.2.2 Електробезпека……...79

5.2.3 Вимоги до приміщень в яких розміщені ЕОМ……81

5.2.4 Відповідність параметрів мікроклімату в робочій зоні санітарним нормам……...83

5.2.5 Освітлення робочих місць користувачів ВДТ ЕОМ…….86

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

5.3 Заходи щодо нормалізації умов праці……..88

5.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях……..88

5.4.1 Обов'язки та дії персоналу у разі виникнення НС……89

5.4.2 Пожежна безпека……91

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……94

ДОДАТКИ……97

Я. В. Максименко, КіВРА 2015

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ШСЗ – штучний супутник Землі

КА - космічний апарат

МНК - метод найменших квадратів

ПІ – приємоіндикатор

PDOP - фактор зниження точності визначення положення

HDOP - горизонтальный фактор зниження точності

RDOP - відносний фактор знижения точності

TDOP - часовий фактор зниження точності

VDOP - вертикальный фактор зниження точности

Я В. Максименко, КіВРА 2015

ВСТУП

Ідея створення супутникової навігації народилася ще в 50-і роки. У той момент, коли в СРСР був запущений перший штучний супутник Землі, американські вчені на чолі з Річардом Кершнером, спостерігали сигнал, що виходить від нашого супутника і виявили; частота сигналу збільшується при наближенні супутника і знижується при його віддаленні. Суть відкриття полягала в тому, що якщо Ви точно знаєте свої координати на Землі, то стає можливим виміряти положення супутника, і навпаки, точно знаючи положення супутника, можна визначити власні координати.

Реалізована ця ідея була через 20 років. Перший тестовий супутник виведений на орбіту 14 липня 1974 р у США, а останній з усіх 24 супутників, необхідних для повного покриття земної поверхні, був виведений на орбіту в 1993 р, таким чином Глобальна Система Позиціонування або скорочено GPS встала на озброєння. Стало можливим використовувати GPS для точного наведення ракет на нерухомі, а потім і на рухомі об'єкти в повітрі і на землі. Також за допомогою системи вмонтованої в супутники стало реально визначати потужні ядерні заряди, що знаходяться на поверхні планети.

Спочатку GPS - глобальна система позиціонування, розроблялася як чисто військовий проект. Але після того, як в 1983р. був збитий війшовиший в повітряний простір Радянського Союзу літак Корейських авіаліній з 269 пасажирами на борту, президент США Рональд Рейган дозволив часткове використання системи навігації для цивільних цілей. Але точність була зменшена спеціальним алгоритмом.

Потім з'явилася інформація про те, що деякі компанії розшифрували алгоритм зменшення точності і з успіхом компенсують цю складову помилки, і в 2000 р зменшення точності було скасовано указом президента США.

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

Супутник GPS - це платформа, несуча комплекс обладнання, що забезпечує енергоживлення супутника, можливість коригування орбіти і працездатність. Живлення забезпечують сонячні батареї та акумулятори. Орбіту коригують за допомогою двигунів невеликої потужності.

Термін працездатність означає здатність виконувати функції, покладені на супутник. Супутник має антену і приймач для прийому сигналу із станцій закладення інформації. Супутник має бортовий комп'ютер для запам'ятовування інформації, для її трансляції та для координації роботи супутника в цілому. Ритм роботи всієї апаратури задають чотири цезієвих і (або) водневих стандартів частоти і часу. Частота їх коливань дорівнює 10,23 Мгц. Саме з цих коливань шляхом множення частоти, її поділу або перетворення гармонійного коливання в кодовий сигнал отримують всі інші сигнали супутника - несучі та модулюючі (кодуючі). Супутник має передавач і антену для передачі сигналу користувачеві системи. На супутнику розташована також апаратура стабілізації та орієнтації, інша апаратура.

В GPS / ГЛОНАСС виконують вимірювання псевдодальностей, доплеровской частоти і фази коливання, що прийшов з супутника (ШСЗ), щодо коливання, що генерується приймачем (ПІ). Для ілюстрації викладеного далі матеріалу використовуємо рис 1. Тут схематично зображено проходження кодованого, тобто маніпульованого по базі на основі складного закону радіосигналу від супутника $\mathbf{S^i}$ до приємоіндикаторів, встановленого на пункті $\mathbf{P_j}$. Момент відходу деякого фронту радіосигналу з ШСЗ позначено як подія **"a"**, момент його приходу на **ПІ** - як подія **"b"**. Інші позначення ясні з рисунка.

Топоцентричний вектор ШСЗ пов'язаний з геоцентричними векторами ШСЗ та пункту Pj основним рівнянням космічної геодезії:

$$\uparrow p_j^i = \uparrow r^i - \uparrow R_j$$

Я. В. Максименко. КІВРА 2015

Топоцентричні відстані (дальності) до ШСЗ визначається співвідношенням:

$$\rho_j^i = |\vec{r}^i - \vec{R}_j|$$

Таким чином, виміряна навігаційним приймачем дальність до супутника є основною складовою, що впливає на точність визначення координат. Дослідженню цього впливу і присвячена ця дипломна робота.

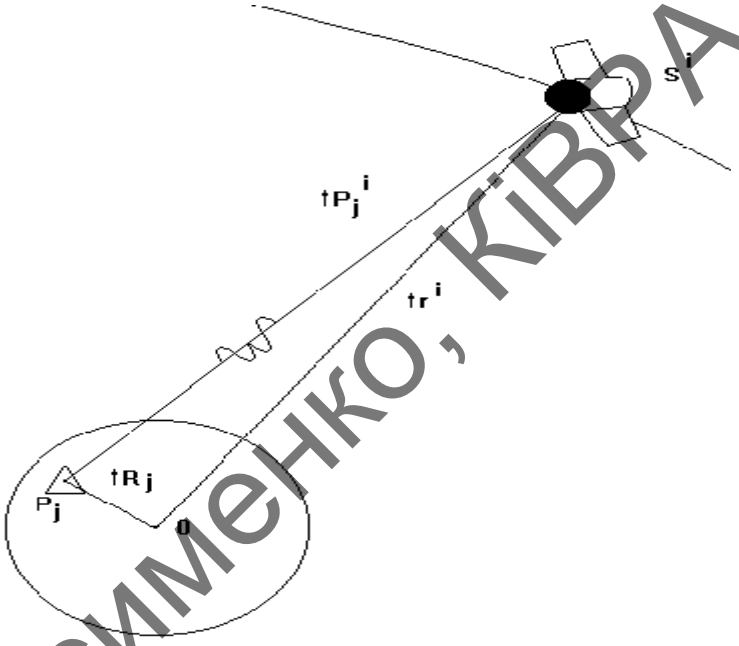

Рис. В.1 Проходження кодованого сигналу

Службові параметри визначають властивості апаратури і включають: зсув шкали часу приймача щодо шкали часу космічної навігаційної системи (ідеальної шкали), відхилення частоти генератора і початковий зсув фази псевдошумової послідовності. Характер поведінки і діапазон їх зміни залежать від типу апаратури споживача.

Я Б. Максименко, КІВРА 2015

1. МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ПСЕВДОДАЛЬНСТІ

1. 1 Загальна характеристика супутникової навігаційної системи

1.1.1 Супутниковий сегмент

Номінально в кожний момент часу є 24 працюючих супутника системи. Супутники розподілені по шести кругових орбітах. На кожній орбіті, таким чином, знаходиться 4 супутника. Площини орбіт рознесені по прямому сходженню на 60 градусів.

Нахил площини орбіти до площини екватора становить 53 градуси. Саме такий кут нахилу і на рис. 1.1 для супутників GPS. Відстань супутників від поверхні Землі становить 20200 кілометрів. При цьому період обертання дорівнює половині зоряної доби.

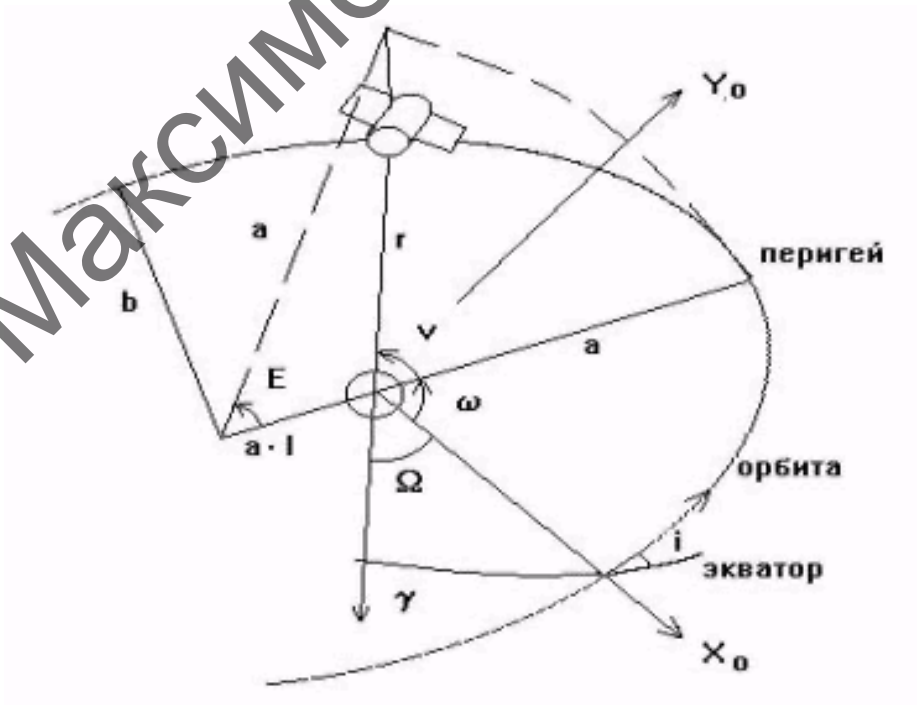

Рис.1.1. Кеплерові елементи орбіти

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

На рис 1.1 позначено: a - велика піввісь; Ω - пряме сходження висхідного вузла орбіти; γ - ексцентриситет; i - кут нахилу орбіти; ω - аргумент перигею; ν - істинна аномалія; E - ексцентрична аномалії; ω + ν = u- аргумент широти.

Користувачу це зручно. Якщо сьогодні виявилося, що в такий-то інтервал часу супутник займав таке-то видиме з даного пункту положення, то завтра приблизно в той же інтервал часу це повториться. Повториться і геометрія спостережень, тобто PDOP. Отже, можна планувати спостереження на кілька діб вперед з точністю до декількох хвилин. Перешкодити цьому може лише різке коригування орбіт супутників або перехід якого-небудь з них зі стану працюючуго в стан запасного або навпаки.

Командування GPS змінює статус супутників: коригує орбіти, переводить супутник з одного стану в інший, відключає операційні супутники, включає резервні супутники. На орбітах перебувають ще три резервних супутника, які іноді включають. Часто є не 24, а 25 операційних супутників. У резерві завжди тримають кілька готових до запуску супутників рис. 1.2.

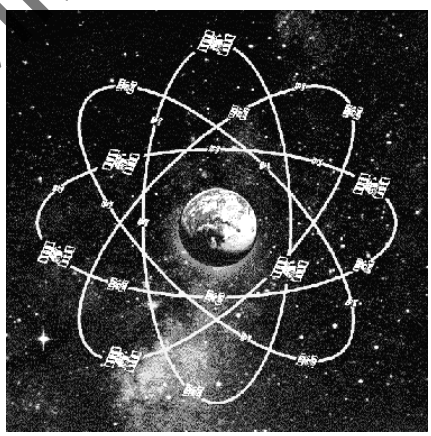

Рис.1.2. Орбіти супутників

Є п'ять станцій спостереження за супутниками системи. Вони розташовані на Гавайях, в Колорадо Спрінгс (США, збігається з головною станцією системи), на острові Асунсьйон в південній частині Атлантичного

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

океану, на острові Дієго Гарсія в Індійському океані і на острові Кваджалейн в північній частині Тихого океану. Кожна з цих станцій обладнана високоточним цезієвим стандартом частоти і Р-кодовим приймачем.

Приймач безперервно, кожні півтори секунди, вимірює псевдодальності до всіх, що знаходяться над горизонтом супутників. У псевдодальності вводять поправки за затримки сигналу в іоносфері і нейтральній атмосфері. Потім дані апроксимують на інтервалах в п'ятнадцять хвилин і передають попередньо оброблену таким чином інформацію на головну станцію управління і контролю.

Недоліки:

Загальним недоліком використання будь-якої навігаційної системи є те, що за певних умов сигнал може не доходити до приймача, або приходити зі значними спотвореннями або затримками. Наприклад, практично неможливо визначити своє точне місцезнаходження в глибині квартири всередині залізобетонної будівлі, в підвалі або в тунелі. Так як робоча частота GPS лежить в дециметровому діапазоні радіохвиль, рівень прийому сигналу від супутників може серйозно погіршитися під щільною листям дерев або через дуже велику хмарність. Нормальному прийому сигналів GPS можуть пошкодити перешкоди від багатьох наземних радіоджерел, а також від магнітних бур.

1.1.2 Визначення координат навігаційним приймачем

Загальний принцип визначення координат навігаційним приймачем полягає в наступному. Навігаційні супутники безперервно випромінюють у напрямку до земної поверхні електромагнітні сигнали. У навігаційному приймачі здійснюється пошук сигналів всіх «видимих» супутників, виявлення сигналів і безперервний супровід виявлених сигналів. Для

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

здійснення більш швидкого пошуку і виявлення сигналів супутників використовуються дані альманах. Якщо в пам'яті приймача є альманах і відомо приблизне місце розташування, то в приймачі визначаються «видимі» супутники, а отже їх коди і грубі значення доплеровскої частоти. За цими даними канали приймача автоматично налаштовуються на відповідні супутники і здійснюється швидкий перехід в режим супроводу. Після переходу в режим супроводу виконується процедура зчитування, декодування і запис в пам'ять приймача даних, закладених в сигнали. Виявляються і надалі використовуються тільки дані працездатних супутників. Для визначення координат необхідно мати дані про ефемериди, час і часу застосування даних. Потім у прийчі формується вимірювальна інформація. Приймач на поточний момент часу вимірює час передачі сигналів від кожного супутника до фазового центру антени приймача, доплерівську частоту. До поточного моменту часу за допомогою коригувальних коефіцієнтів часу наводиться час кожного супутника і розраховуються тимчасові іоносферні і тропосферні поправки. За даними про ефемериди визначаються координати супутників на поточний момент часу і враховуються зміни положень супутників за час проходження сигналу від супутника до приймача.

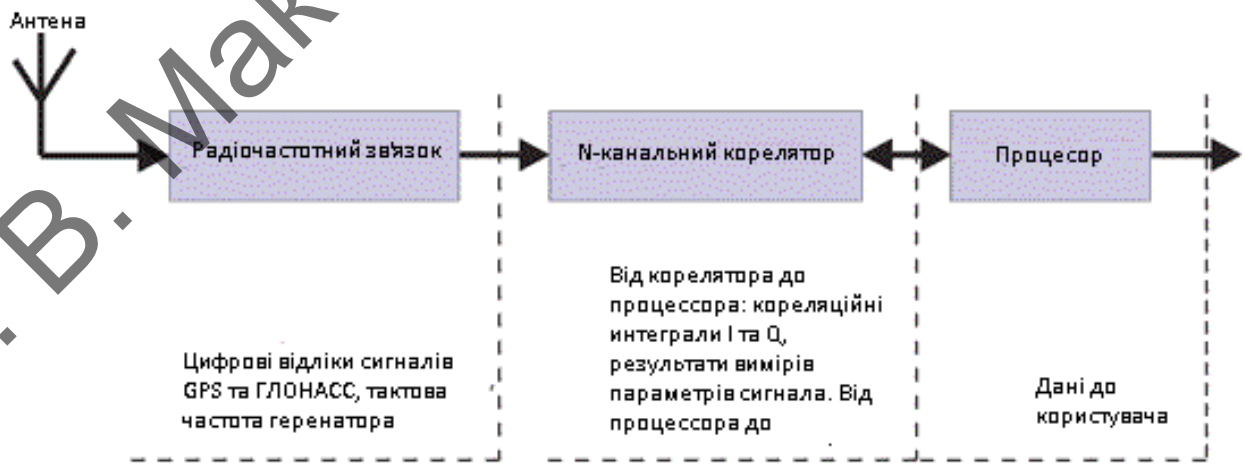

Рис.1.3 Узагальнена схема приймача

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

1.1.3 Структура навігаційних сигналів GPS

Кожен GPS-супутник випромінює на двох частотах (F1 і F2) спеціальний навігаційний сигнал у вигляді фазоманіпульованої псевдовипадкової послідовності. У сигналі зашифровуються два види коду. Один з них - код C/A (coarse / acquisition, або clear / acquisition) - доступний широкому колу цивільних споживачів. Він дозволяє отримувати лише приблизну оцінку місця розташування, тому називається "грубим" кодом. Передача коду C/A здійснюється на частоті F1 з використанням фазової маніпуляції псевдовипадкової послідовності довжиною 1023 символи. Захист від помилок забезпечується за допомогою коду Гоулда. Період повторення C/A-коду - 1 мс. Тактова частота - 1023 МГц.

Інший код - P (precision code), забезпечує більш точне обчислення координат, але користуватися ним здатні не всі; доступ до нього обмежується провайдером послуг GPS. В основному P-код надається військовим і федеральним службам США. Цей код передається на частоті F1 і F2 із застосуванням сверхдовгої псевдовипадкової послідовності з періодом повторення 267 днів. Тактові частоти F1 = 1575,42 МГц і F2 = 1227,6 МГц.

Крім кодів C/A і P навігаційний супутник регулярно передає спеціальне повідомлення, яке містить додаткові відомості. Користувач інформується про стан супутника і його параметри - системний час, ефемериди (набір параметрів, що точно описують орбіту руху навігаційного супутника), прогнозі іоносферної затримки, показники працездатності. Передача

Я. В. Максименко, КВРА 2015

навігаційного повідомлення довжиною 1500 біт здійснюється зі швидкістю 50 біт/с на частотах F1 і / або F2.

1.1.4 Склад та структура навігаційних повідомлень супутників системи GPS

Структурний поділ навігаційної інформації супутників системи GPS здійснюється на суперкадри, кадри, підкадри і слова. Суперкадр утворюється з 25 кадрів і займає 750 с (12,5 хв). Один кадр передається протягом 30 с і має розмір 1500 біт. Кадр розділений на 5 підкадрів по 300 біт і передається протягом інтервалу 6 с. Початок кожного з підкадру позначається міткою часу, відповідну початку / закінченню чергового 6-с інтервалу системного часу GPS. Підкадр складається з 10 30-бітних слів. У кожному слові 6 молодших розрядів є перевірочними бітами. В 1-, 2- і 3-му підкадрі передаються дані про параметри корекції годин і дані ефемерид КА, з яким встановлено зв'язок. Зміст і структура цих підкадрів залишаються незмінними на всіх сторінках суперкадра. В 4- і 5-му підкадрі міститься інформація про конфігурацію та стан усіх КА системи, альманахи КА та спеціальні параметри, що описують зв'язок часу GPS з UTC, та інше.

1.2 Методи вимірювання дальностей до супутників

1.2.1 Кодові вимірювання

Кодовий сигнал несе інформацію про момент відходу з ШСЗ деякої тимчасової мітки. Тому, вимірявши момент приходу цієї ж мітки на ПІ, можна визначити топоцентричні відстані ШСЗ, а точніше кажучи —

Я. В. Максименко, КВРА 2015

псевдодальності * $\mathbf{p_j^i}$ - дальність, результат визначення якої спотворений відносною несинхронністю годин на ШСЗ і ПІ. Статистичні характеристики кодового сигналу мають властивості випадкового (шумового, псевдошумового) процесу, тобто спектр його досить широкий. Тому в результаті кореляційної обробки прийнятого кодового сигналу максимум функції кореляції виходить єдиним чином, тобто результати кодових вимірювань не містить багатозначності.

Нехай в системі супутникового часу відомий момент $\mathbf{t^i}$ **(a)** випромінювання тимчасової мітки, а в системі часу приємоіндікаторов відомий момент $\mathbf{T_j}$ **(b)** приходу цієї мітки на приємоіндікатор. Тоді для псевдодальності * $\mathbf{p_j^i}$ справедлив такий вираз:

$$p_j^i = c\left[T_j(b) - t^i(a)\right] \qquad (1.1)$$

де с- швидкість електромагнітних хвиль.

Віднісши дві різні часові шкали до часу системи GPS, отримаємо

$$*p_j^i = c\left\{t_j(b) - \Delta T_j - \left[t^i(a) - \Delta t^i(a)\right]\right\} = p_j^i + c\left[t^i(a) - \Delta T_j(b)\right] \qquad (1.2)$$

де останній член враховує вплив відносної несинхронності годин ШСЗ і ПІ на топоцентричну дальність * $\mathbf{p_j^i}$. Підставивши (1) в (2), отримаємо:

$$*p_j^i = \left|\uparrow r^i - \uparrow R_j\right| + c\left[t^i(a) - T_j(b)\right] \qquad (1.3)$$

Цей вираз пов'язує геоцентричний радіус-вектор $\mathbf{R_j}$ пункту $\mathbf{P_j}$ з псевдодальністю.

При вимірюванні псевдодальностей координати ПІ визначаються щодо ШСЗ просторової лінійної зарубки.

Оскільки параметри синхронізації годин ШСЗ щодо часу GPS / ГЛОНАСС (далі по тексту GPST) завжди відомі, то крім трьох координат XYZ (прямокутних геоцентричних) або BLH (еліпсовидних геодезичних)

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

приємоіндікаторов, виникає лише одне додаткове невідоме - поправка годин ПІ. Отже, мінімально необхідне для одночасних або квазіодночасних спостережень число ШСЗ дорівнює чотирьом. Розташування супутників GPS або ГЛОНАСС таке, що в будь-який момент часу і в будь-якій точці земної поверхні над горизонтом одночасно перебуває не менше чотирьох супутників.

1.2.2 Фазові вимірювання

У цьому варіанті вимірюють миттєве значення фази сигналу, що прийшов з ШСЗ на ПІ, щодо коливання, що генерується ПІ. При цьому сигнал може бути створений або коливанням несучої частоти, або коливанням з частотою Р-коду. Наведені нижче співвідношення не роблять різниці між цими двома сигналами. Однак, треба пам'ятати, що на високій частоті несучої точність вимірювань висока, але вельми важко вирішити багатознаковість, але при вимірах на частоті Р-коду, довжина хвилі якого близько 30 метрів стан зворотній: точність вимірювань порівняно невисока, але багатознаковість дозволяється набагато простіше через порівняно невисокі вимоги до наближеного значення вимірюваної величини.

Миттєве значення коливання, випромінюваного з супутника з номером **i** і прийнятого приємоіндікаторов з номером **j** описується формулою:

$$\varphi(t_j^i) = F_j^i\left[*p_j^{i/c}\right] = F_j^i\left[T_j(b) - t^i(a)\right] \qquad (1.4)$$

де $\mathbf{F_j i}$- прийнята і виміряна на **j**-му **ПІ** частота сигналу, прийнятого з **i**-го ШСЗ.

Віднісши цей вираз до системи часу **GPST**, отримаємо

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

$$\varphi(t_j^i) = F_j^i\{t^i(b) - \Delta T_j(b) - [t^i(a) - \Delta t^i(a)]\} = F_j^i[t^i(b) - \Delta t^i(a)] + F_j^i[\Delta t^i(a) - \Delta T_j(b)],$$

(1.5)

де перша частина суми дорівнює

$$F_j^i \frac{P_j^i}{c} = F_j^i \frac{|\uparrow r^i - \uparrow R_j|}{c}$$

(1.6)

Цей вираз пов'язує потрібний нам вектор **Rj** з виміряної псевдодальністю.

Фазові вимірювання виконують або на несучій частоті, або на частоті Р-коду, попередньо позбавивши (очистивши) ці коливання від кодової модуляції. Таку процедуру називають відновленням несучої частоти. Таким чином, при фазових вимірах мають справу з гармонійними коливаннями, що не містять тимчасових міток, які дозволяють оцінити час відходу з ШСЗ і час приходу на **ПІ** якої-небудь "частину" сигналу. Тому, при фазових вимірах в GPS / ГЛОНАСС виникає та ж проблема багатозначності результатів, що і в наземних фазових методах вимірювань. Більше того, спочатку системи GPS / ГЛОНАСС розроблялися як чисто кодові; можливість виконання фазових вимірювань була знайдена лише пізніше. Саме ця обставина зумовила успіх систем в області геодезичного застосування. Однак, "провали" в ступенях дозволу багатозначності, тобто занадто великі значення коефіцієнтів дозволу багатозначності на деяких ступенях, призвели до того, що саме дозвіл багатозначності - одна з найбільш складних проблем у процедурі виконання вимірювань в GPS / ГЛОНАСС і обробки їх результатів.

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

1.2.3 Доплерівські вимірювання

Через взаємне переміщення ШСЗ і ПІ частота прийнятого ПІ радіосигналу відрізняється від частоти того ж сигналу, випромінюваного ШСЗ. Інтегрування доплеровской частоти, тобто робота в режимі "інтегрального Доплера" - це інтегрування (підсумовування) різниці частоти, що приймається, і частоти опорного генератора ПІ. Співвідношення, яке описує процедуру інтегрування, має вигляд:

$$N_j^i(b,d) = \int_{T_j(b)}^{T_j(d)} (F_j - F_j^i)\,dT_j = F_j\left[T_j(d) - T_j(b)\right] - \int_{T_j(b)}^{T_j(d)} F_j^i\,dT_j \qquad (1.7)$$

де $\mathbf{F_j}$- частота опорного генератора **ПІ**; $\mathbf{F_j i}$- частота сигналу і-го супутника, прийнятого на **j**-му **ПІ**.

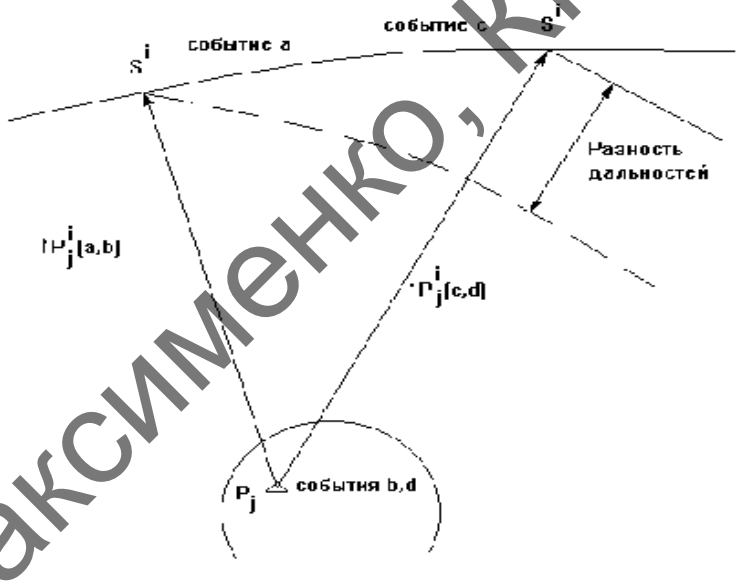

Рис.1.4.Інтегрування доплеровської частоти

Оскільки ціле число циклів сигналу, випромінюваного з моменту $\mathbf{t_i(a)}$ до моменту $\mathbf{t_i(c)}$ дорівнює цілому числу циклів того ж сигналу, прийнятого з моменту $\mathbf{T_i(b)}$ до моменту $\mathbf{T_i(d)}$, то справедливо рівність:

$$\int_{T_j(b)}^{T_j(d)} F_j^i\,dT_j = \int_{t_i(a)}^{t_i(c)} f^i\,dt^i \qquad (1.8)$$

де $\mathbf{f^i}$- частота радіосигналу, випромінюваного **i**-му супутником. отже:

Я. В. Максименко, КіВРА 2015

$$N_j^i = F_j\left[T_j(d) - T_j(b)\right] - f^i\left[t^i(c) - t^i(a)\right] \quad (1.9)$$

Події випромінювання і прийому сигналів пов'язані наступним чином:

$$T_j(b) = t^i(a) + \frac{\rho_j^i(a,b)}{c}; \qquad T_j(d) = t^i(c) + \frac{\rho_j^i(c,d)}{c} \quad (1.10)$$

Використовуючи цей зв'язок, можна виразити моменти $\mathbf{T_j}$ по годинах ПІ через моменти часу $\mathbf{t^i}$ по годинах ШСЗ і отримати:

$$N_j^i(b,d) = (F_j - f^i)\left[t^i(c) - t^i(a)\right] + (F_{j/e})\left[\rho_j^i(c,d) - \rho_j^i(a,b)\right] \quad (1.11)$$

Вимірювана величина - інтегрована доплерівська частота - є функцією різниці псевдодальностей від початкового до кінцевого положення ШСЗ щодо ПІ. Останній вираз можна також записати в наступному вигляді:

$$N_j^i(b,d) = \int_{T_j(a)}^{T_j(c)} (F_j - F_j^i)\,dT_j - (F_j - f^i)\,T_j(b) - \frac{F_j^i}{c}\left[\rho_j^i(a,b) - \rho_j^i(c,d)\right] \quad (1.12)$$

У геометричному сенсі два місця розташування ШСЗ можна інтерпретувати, як фокуси сімейства гіперболоїдів, один з яких містить пункт $\mathbf{P_j}$. Для визначення координат цієї точки необхідно сформувати як мінімум три таких сімейства гіперболоїдів. З урахуванням необхідності визначення несинхронності роботи стандартів частоти ШСЗ і ПІ таких сімейств має бути чотири. Таким чином, необхідно спостерігати як мінімум чотири пари положень супутників.

1.3 Джерела помилок і точність вимірювань

Точність вектора бази, що з'єднує два приємоіндікатора залежить від впливу наступних факторів:

а) від апаратурних помилок;

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

б) від помилок в обліку впливу зовнішнього середовища: затримки в різних шарах атмосфери, відображення радіохвиль від підстильної поверхні і навколишніх об'єктів;

в) від помилок в ефемеридах (координатах) супутників;

г) від геометрії спостережень;

д) від точності моделей, що використовуються при обробці результатів: математичних, фізичних, геофізичних.

Перерахувавши джерела помилок, розглянемо вплив найбільш істотних з них. Насамперед відзначимо, що, якщо в якості виміряної величини використовується фаза сигналу (величина, в геометричному сенсі еквівалентна псевдодальності), то на точність вимірювань найбільшою мірою впливають помилки координат супутників і помилки за несинхронність годин приємоіндікаторов. Дійсно, навіть при використанні рубідієвих або цезієвих стандартів частоти, не кажучи вже про використані в приємоіндікаторах кварцеві стандарти, останнє джерело внесе помилку порядку метрів. Для послаблення впливу обох джерел помилок доцільно, як вже було сказано, використовувати в якості виміряних величин різниці фазових вимірювань. Зокрема, при використанні подвійних різниць на несучій частоті вплив інструментальних помилок істотно зменшується і найбільший вплив на точність вимірювань надають помилки орбіти і помилки врахування впливу зовнішнього середовища.

Навігаційний приймач сигналів для системи GPS складається з приймального модуля і малогабаритної антени з малошумним підсилювачем. Приймальний модуль випускається як у вигляді автономного пристрою з вбудованими джерелами живлення, так і у вигляді окремої плати, вбудовуваної в абонентський термінал.

Я. В. Максименко. КіВРА 2015

На ступінь точності обчислення координат впливає ряд факторів, що залежать від процедури їх визначення. Ці фактори прийнято називати факторами зниження точності. Як правило, при обчисленні координат застосовуються такі стандартні чинники зниження точності:

• геометричний фактор зниження точності (GDOP) говорить про ступінь впливу похибок псевдодальності (остання характеризує міру віддаленості споживача від GPS-супутника) рис. 1. показань годин на точність обчислення координат. Залежить від положення супутника щодо GPS-приймача і від зсуву показання GPS-годин. Різниця значень псевдодальності і фактичної дальності пов'язано зі зміщенням показань годин GPS-супутника і споживача, а також із затримками поширення та іншими помилками.

• горизонтальний фактор зниження точності (HDOP) показує ступінь впливу точності визначення горизонталі на похибку обчислення координат;

• фактор зниження точності визначення положення (PDOP) - це безрозмірний показник, який описує, як впливає на точність визначення координат похибки псевдодальності;

• відносний фактор зниження точності (RDOP) по суті дорівнює фактору зниження точності, нормалізованому на період, що становить 60 с;

• часовий чинник зниження точності (TDOP) описує ступінь впливу похибки показників годин на точність визначення координат;

• вертикальний фактор зниження точності (VDOP) показує ступінь впливу похибки у вертикальній площині на точність визначення координат.

Основними джерелами помилок, що впливають на точність навігаційних обчислень, є:

Похибки, обумовлені режимом селективного доступу (Selective availability, S/A). Реалізуючи цей режим, провайдер послуг GPS (Міністерство

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

оборони США) навмисно знижує точність визначення місцезнаходження для цивільних споживачів. У режимі S/A формуються помилки штучного походження, що вносяться в сигнал на борту GPS-супутників з метою загрубления навігаційних вимірювань. Такими помилками є невірні дані про орбіти супутника і спотворення показників його годин за рахунок внесення додаткового псевдовипадкового сигналу. Величина середньоквадратичної помилки через вплив цього фактора становить приблизно 30 м.

Похибки, пов'язані з поширенням радіохвиль в іоносфері. Затримки поширення сигналів при їх проходженні через верхні шари атмосфери призводять до помилок близько 20-30 м днем і 3-6 м вночі. Незважаючи на те, що навігаційне повідомлення, передане з борта GPS-супутника, містить параметри моделі іоносфери, компенсація фактичної затримки в кращому випадку становить 50%. Компенсувати помилки, викликані іоносферної рефракцією, можна при використанні для навігації сигналів, прийнятих на двох різних частотах.

Похибки, обумовлені поширенням радіохвиль в тропосфері. Виникають при проходженні радіохвиль через нижні шари атмосфери. Значення похибок цього виду при використанні сигналів з С/А-кодом не перевищують 30 м.

Ефемеридна похибка. Помилки обумовлені розбіжністю між фактичним становищем GPS-супутника і його розрахунковим положенням, яке встановлюється за даними навігаційного сигналу, що передається з борта КА. Значення похибки зазвичай не більше 3 м.

Похибка догляду шкали часу супутника обумовлена розбіжністю шкал часу різних супутників. Усувається за допомогою наземних станцій спостереження або за рахунок компенсації догляду шкали часу в диференційному режимі визначення місця розташування.

Я. В. Максименко. КІВРА 2015

Похибка визначення відстані до супутника. Цей показник є статистичним, він обчислюється для конкретного супутника і заданого інтервалу часу. Помилка не корельована з іншими видами похибок. Її величина зазвичай не перевищує 10 м.

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

2 МЕТОДИКА ВИМІРЮВАННЯ ПСЕВДОДАЛЬНОСТЕЙ

Сутність псевдодальновимірного методу полягає у визначенні відстаней між навігаційними супутниками і споживачем і подальшим розрахунком координат споживача. Якщо координати споживача оцінюються за допомогою однієї супутникової навігаційної системи, то при одномоментних розрахунках трьох координат і розбіжності шкал часу супутника і приймача (чотири невідомих) псевдодальновимірним методом необхідно знати відстані між споживачем і мінімум чотирма навігаційними супутниками. Ці відстані вимірюються між фазовими центрами передавальної антени навігаційного супутника і приймальної антени споживача і застосовуються для формування чотирьох рівнянь, за допомогою яких і проводиться оцінка значень трьох координат і розбіжності шкал часу.

Виміряний відстань між **i**-тим навігаційним супутником і споживачем називається псевдодальністю до **i**-го супутника. Псевдодальність також є розрахунковою величиною і обчислюється як добуток швидкості поширення електромагнітних коливань помножений на час, протягом якого сигнал супутника по трасі «супутник - користувач» досягне користувача. Цей час вимірюється в апаратурі споживача.

2. 1 Робоче місце для вимірювання псевдодальностей

Виміри проводилися на приймачі ProPak-G2, блок схема якого зображена на рис. 1.3. у першому розділі дипломної роботи.

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

За допомогою цього приймача ми отримуємо інформацію, яка записується в заданий файл. У подальшій роботі, будемо використовувати дані з цього файлу для моделювання та дослідження псевдодальності.

2. 2 Алгоритм вимірювання псевдодальності

1) Встановили навігаційний приймач в режим прийому сигналів з навігаційних супутників.

2) Налаштували приймач на запис log- файлу, в якому міститься інформація про псевдодальності до навігаційних супутників.

3) Записали log- файл на протязі 2,22 годин.

4) Використовуючи формат log- файлу декодували записані дані.

5) Провели обробку отриманих даних, застосовуючи методи математичної статистики та інтерполяції.

Оскільки повідомлення приймача можуть бути бінарними або кодовими, ми будемо працювати з бінарними повідомленнями.

Для реалізації даної методики необхідно перетворити дані log- файлу з бінарного типу в десятковий і розробити програму декодування і інтерполяції в середовищі MatLab.

2. 3 Структура повідомлення, оброблюваного приймачем

Приймач отримує сигнал типу Range B, він має таку структуру:

Номер повідомлення: 43

Тип повідомлення: синхронізація

Я. В. Максименко. КІВРА 2015

Field #	Field type	Data Description	Format	Binary Bytes	Binary Offset
1	header	Log header		H	0
2	# obs	Number of observations with information to follow.[a]	Long	4	H
3	PRN	GPS satellite PRN number of range measurement.	UShort	2	H+4
4	Reserved		UShort	2	H+6
5	psr	Pseudorange measurement (m).	Double	8	H+8
6	psr std	Pseudorange measurement standard deviation (m).	Float	4	H+16
7	adr	Carrier phase, in cycles (accumulated Doppler range).	Double	8	H+20
8	adr std	Estimated carrier phase standard deviation (cycles).	Float	4	H+28
9	dopp	Instantaneous carrier Doppler frequency (Hz).	Float	4	H+32
10	C/N_0	Carrier to noise density ratio $C/N_0 = 10[\log_{10}(S/N_0)]$ (dB-Hz)	Float	4	H+36
11	locktime	Number of seconds of continuous tracking (no cycle slipping).	Float	4	H+40
12	ch-tr-status	Tracking status (see *Channel Tracking Status on Page 185* and the example in *Table 56*).	ULong	4	H+44
13...	Next PRN offset = H + 4 + (#obs x 44)				
variable	xxxx	32-bit CRC (ASCII and Binary only)	Hex	4	H+4+ (#obs x 44)

1. заголовок повідомлення;

2. кількість спостережуваних супутників;

3. номер супутника;

4. резервні сигнали;

5. кодова псевдодальність;

6. середньоквадратичне відхилення кодової псевдодальності;

7. фазова псевдодальність;

8. середньоквадратичне відхилення фазової псевдодальності;

9. доплерівсска частота;

10. співвідношення сигнал-шум;

11. Час захвата супутника.

Я В. Максименко, КіВРА 2015

Заголовок в свою чергу, має наступну структуру.

Field #	Field Name	Field Type	Description	Binary Bytes	Binary Offset	Ignored on Input
1	Sync	Char	Hexadecimal 0xAA.	1	0	N
2	Sync	Char	Hexadecimal 0x44.	1	1	N
3	Sync	Char	Hexadecimal 0x12.	1	2	N
4	Header Length	Uchar	Length of the header.	1	3	N
5	Message ID	Ushort	This is the Message ID number of the log (see the log descriptions in *Table 37, OEM4 Family Logs in Order of their Message IDs on Page 120* for the Message ID values of individual logs).	2	4	N
6	Message Type	Char	Bits 0-4 = Reserved Bits 5-6 = Format 00 = Binary 01 = ASCII 10 = Abbreviated ASCII, NMEA 11 = Reserved Bit 7 = Response Bit (see *Section 1.2, Responses on Page 18*) 0 = Original Message 1 = Response Message	1	6	N
7	Port Address	Char	See *Table 5, Detailed Serial Port Identifiers on Page 17* (lower 8 bits only)	1	7	N [a]
8	Message Length	Ushort	The length in bytes of the body of the message. This does not include the header nor the CRC.	2	8	N
9	Sequence	Ushort	This is used for multiple related logs. It is a number that counts down from N-1 to 0 where N is the number of related logs and 0 means it is the last one of the set. Most logs only come out one at a time in which case this number is 0.	2	10	N
10	Idle Time	Char	The percentage of time that the processor is idle in the last second. Take the time (0 - 200) and divide by two to give the percentage of time (0 - 100%).	1	12	Y
11	Time Status	Enum	Indicates the quality of the GPS time (see *Table 6, GPS Time Status on Page 19*).	1 [b]	13	N [c]
12	Week	Ushort	GPS week number.	2	14	N [c]
13	Milliseconds	GPSec	Milliseconds from the beginning of the GPS week.	4	16	N [c]
14	Receiver Status	Ulong	32 bits representing the status of various hardware and software components of the receiver (see *Table 72, Receiver Status on Page 231*)	4	20	Y
15	Reserved	Ushort	Reserved for internal use.	2	24	Y
16	Receiver S/W Version	Ushort	This is a value (0 - 65535) that represents the receiver software build number.	2	26	Y

Я. В. Максименко, КіВРА 2015

1,2,3. сигнали синхронізації;

4. довжина заголовка;

5. номер повідомлення;

6. тип повідомлення;

7. адреса порту;

8. довжина повідомлення;

9. послідовність;

10. час простою (час, який процесор знаходився без роботи за минулу секунду);

11. статус часу (визначає якість GPS часу);

12. номер тижня;

13. мілісекунди з початку GPS тижня;

14. статус приймача;

15. резерв для внутрішнього використання;

16. версія приймача (це значення від 0 до 65535, яке показує версію прошивки приймача).

2. 4 Программа для дослідження псевдодальності

Для написання алгоритму та програми наведемо приклад інтерполяції, яку будемо використовувати в нашій програмі

2.4.1 Інтерполяція

У середовищі MatLab для вирішення завдань застосовуються інтерполяції.

Я В. Максименко, КІВРА 2015

Вихідні дані дуже часто зручно інтерполювати як певну функцію, зокрема поліноміальну або сплайн (безперервну, гладку функцію яка на відрізках області визначення дорівнює поліномам певного ступеню). Виникає завдання про побудову поліноміальної або частково-поліноміальної функції, сплайна, для наближення деяких вихідних даних. MatLab має вбудовані функції для наближення сплайнами як одновимірних, так і багатовимірних даних. Найпростішим способом інтерполяції, пропонованим MatLab, є наближення поліномом - методом найменших квадратів.

Пример.

x=[0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.8 1.2]

y=[-3.5 -4.8 -2.1 0.2 0.9 2.3 3.7]

%вивід графіка табличної функції маркерами

plot(x,y,'ko')

%обчислення коефіцієнтів поліномів різних степенів, приближаючих табличну функцію по методу найменших квадратів

p4=polyfitl(x,y,4);

p5= polyfitl(x,y,5);

p6= polyfitl(x,y,6);

%побудова графіків поліномів

t=[0.1:0.01:0.2];

p4=polyval(p4,t);

p5=(polyval(p5,t);

p6=polyval(p6,t);

hold on

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

plot(t, p4, 'k-', p5, 'k:', t, p6, 'k-.')

title('приближення поліноміальних функцій до табличних п')

2.4.2. Разробка програми для обробки данних

Програма обробки даних складається з кількох частин.

Перша частина програми обробляє кожну частину повідомлення і записує потрібні файли. Це робиться для подальшої обробки координат, а також для збільшення її швидкості. Програма розроблена в середовищі Matlab. У ній використані стандартні функції, такі як:

fopen - відкриття файлу;

fopen ('range_2309_1s.bin', 'r+') - читання бінарного файлу;

fclose - закриття файлу з індікатором fid, тобто якщо він закривається успішно, то виводить 0, в іншому випадок він виводить -1;

fread - цей оператор призначений для читання бінарної інформації з файлу;

std - ця функція призначена для обчислення середньоквадратичного відхилення;

polyfit - функції знаходження коефіцієнтів полінома заданого ступеня, що апроксимується;

polyval - функція обчислення значення полінома в заданих точках, що апроксимується;

for - призначений для виконання заданого числа повторюваних дій.

Я. В. Максименко, КіВРА 2015

Перша частина програми має вигляд:

clear, clc

fid = fopen ('range_2309_1s.bin', 'r +');

% проводимо декодування і розшифровку заголовки сигналів, які приймаються%

% Зчитування заголовки повідомлення відповідно таблиці 4.2.

for j = 1: 8000

j;

Syn_c = fread (fid, 3, 'char'); ***% B OEM-4 'Char' -*** % сигнал синхронізації

Hear_d = fread (fid, 1, 'uchar'); ***% B OEM-4 'Uchar'%*** довга заголовка

Message_ID = fread (fid, 1, 'uint16'); ***% B OEM-4 'Long'*** *%* номер повідомлення

Message_Type = fread (fid, 1, 'char'); ***% B OEM-4 'Char'%*** тип повідомлення

Port_Address = fread (fid, 1, 'char'); ***% B OEM-4 'Char'%*** адреса порту

Message_Length = fread (fid, 1, 'uint16'); ***% B OEM-4 'Ushort'%*** довжина повідомлення

*Sequenc_e = fread (fid, 1, 'uint16'****);% B OEM-4 'Ushort'%*** послідовність

Idle_Time = fread (fid, 1, 'char'); ***% B OEM-4 'Char'%*** час простою

Time_Status = fread (fid, 1, 'char'); ***% B OEM-4 'Enum'%*** статус часу

week_1 = fread (fid, 1, 'uint16'); ***% B OEM-4 'Ushort'%*** номер GPS тижня

Time (j) = fread (fid, 1, 'uint'); ***% B OEM-4 'Double' %***

Я. В. Максименко, КіВРА 2015

```
N_ul = fread (fid, 1, 'uint');

d_fcc = fread (fid, 1, 'uint16');

d_fcc = dec2hex (d_fcc);

e1 = fread (fid, 1, 'uint16');

kol_sv = fread (fid, 1, 'uint');


%%% Зчитування повідомлення, відповідно таблиці 2.1

for i = 1: kol_sv

n_sv = fread (fid, 1, 'uint16');          % Кількість спостережуваних супутників

N_ul = fread (fid, 2, 'char');

psr = fread (fid, 1, 'double');           % Кодова псевдодальність

psr_std = fread (fid, 1, 'float');  % Середньоквадратичне відхилення кодової псевдодальності

adr = fread (fid, 1, 'double');           % Фазова псевдодальностей

adr_std = fread (fid, 1, 'float');  % Середньоквадратичне відхилення фазової псевдодальності

Doo_p = fread (fid, 1, 'float');          % Доплерівсска частота

C_N0 = fread (fid, 1, 'float');           % Співвідношення сигнал / шум

Loc_time = fread (fid, 1, 'float');

Ch_tr_st = fread (fid, 1, 'ulong');

CH_tr_st = dec2hex (Ch_tr_st);
```

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

%%% Далі розроблений алгоритм для побудови графіків зміни псевдодальності, які обчислюються приймачем.

if n_sv == 27 % дані для супутника 27

% Досліджувані супутники: 4,13,16,23,24,27

n_sv;

*psr_27 (j) = psr- 2.33 * 10 ^ 4;* % Кодова псевдодальностість

*adr_27 (j) = adr * (- 0.19029367279836);* % Фазова псевдодальність

Datpsr_std27 (j) = psr_std; % Середньоквадратичне відхилення кодової псевдодальності

datadr_std27 (j) = adr_std; % Середньоквадратичне відхилення фазової псевдодальності

*dat_Adr_Psr27 (j) = adr_27 (j) -psr_27 (j) -4.0831 * 10 ^ 5-2.33 * 10 ^ (4) -3.6;* % Різниця кодової і фазової псевдодальностей

DATC_N027 (j) = C_N0; % Співвідношення сигнал / шум

DATDoo_p27 (j) = Doo_p; % Доплеровская частота

end;

n_sv (i) = n_sv; % Подивитися супутники

end

Я. В. Максименко, КіВРА 2015

```
fread (fid, 4, 'uchar');


end


j = 8000;
psr27 = figure;
adr27 = figure;
Datpsrstd27 = figure;
datadrstd27 = figure;
DATCN027 = figure;
DATDoop27 = figure;
datAdrPsr = figure;


figure (psr27);
plot (psr_27 (1: j)), grid minor;


figure (adr27);
plot (adr_27 (1: j)), grid minor;


figure (Datpsrstd27);
plot (Datpsr_std27 (1: j)), grid minor;
```

Я. В. Максименко, КіВРА 2015

figure (datadrstd27);

plot (datadr_std27), grid minor;

figure (DATCN027);

plot (DATC_N027 (1: j)), grid minor;

figure (DATDoop27);

plot (DATDoo_p27 (1: j)), grid minor;

figure (datAdrPsr);

plot (dat_Adr_Psr27 (1: j)), grid minor;

Наступний етап: застосування інтерполяції МНК (метод найменших квадратів), обчислення значення аппроксимуючого полінома із заданими третьої, четвертої, п'ятої, шостої, сьомої ступенями, побудуємо графіки.

% Одновимірна інтерполяція

% Поліноміальна регресія для доплеровской частоти

SP = 7; % Ступінь аппрокісірующего полінома

x = (1: j); y = DATDoo_p27 (x); p = polyfit (x, y, SP);%

f = polyval (p, x); R = y - f;

f = polyval (p, x);

Я. В. Максименко, КіВРА 2015

plot (x, R), grid minor;

Time;

fclose (fid);

За допомогою наведеної програми розробленої в середовищі MatLab, відобразили кодову і фазову псевдодальності, середньоквадратичне відхилення кодової і фазової псевдодальності, залежність зміни сигнал / шум, доплеровской частоти, залежність різниці кодової і фазової псевдодальності.

Наведемо отримані графіки в розділі 3.

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

3. ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ ПСЕВДОДАЛЬНОСТІ

Визначаємо для початку всі супутники за заданий період часу за 2,22 години.

Наведемо всі отримані видимі супутники у всьому діапазоні часу.

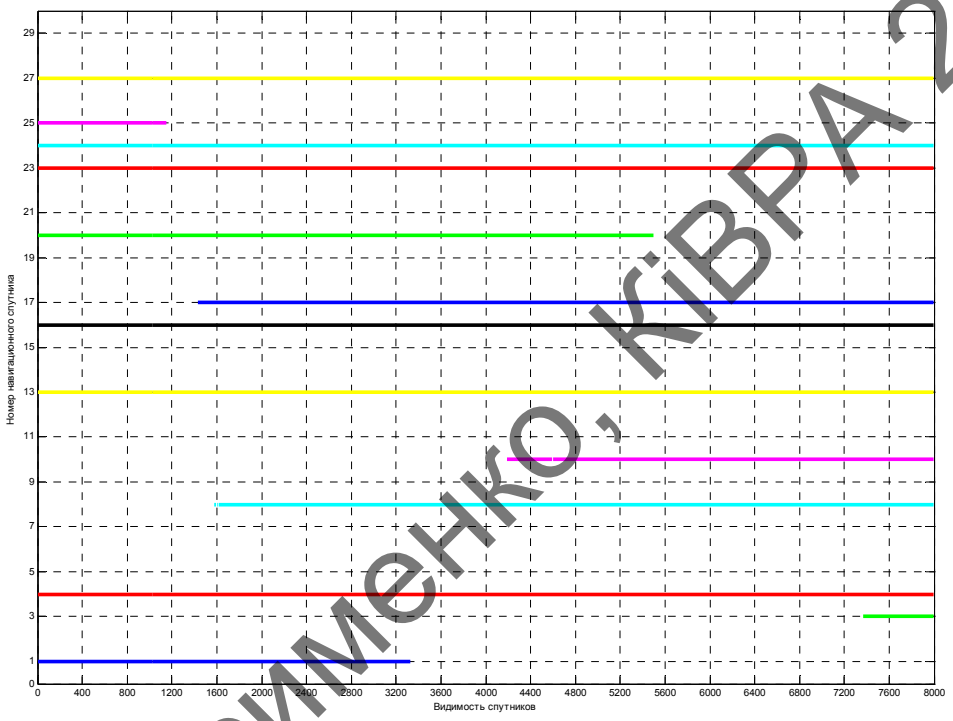

Рис. 3.1. Видимість навігаційних супутників

Так як на (рис.3.1.) видно шість повністю видимих супутників у всьому діапазоні, то для кожного з них наведемо дані отримані в ході вимірювань.

Я.В. Максименко, КІВРА 2015

1. Наведемо дані для 4 супутника.

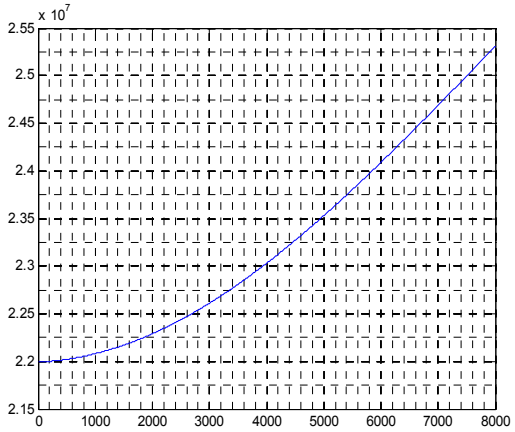

Рис. 3.2 Кодова псевдодальність супутника 4

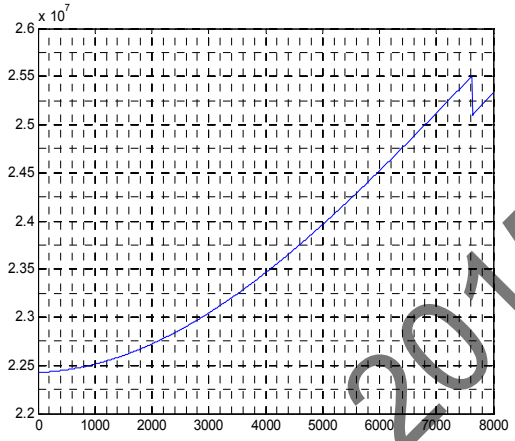

Рис. 3.3 Фазова псевдодальність супутника 4

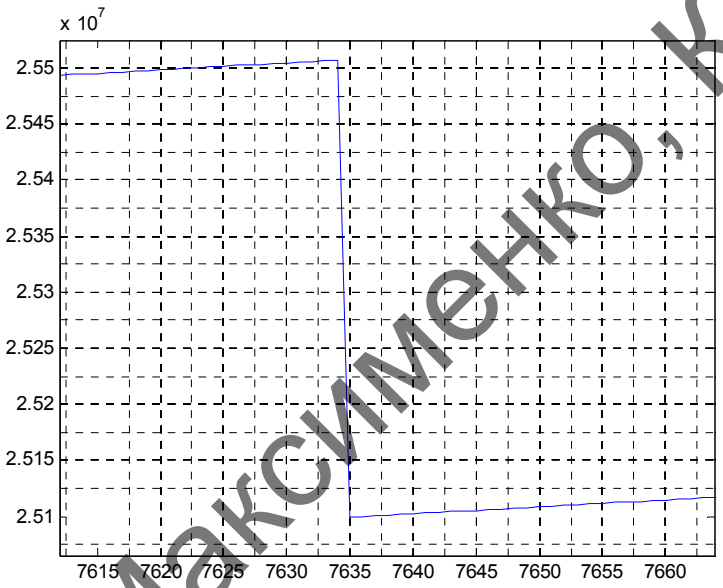

Рис. 3.3, а. Фазова псевдодальність супутника 4

Кодова і фазова псевдодальності мають однакові залежності, але в даному випадку видно різку зміну у фазової псевдодальності.

Я. В. Максименко, КіВРА 2015

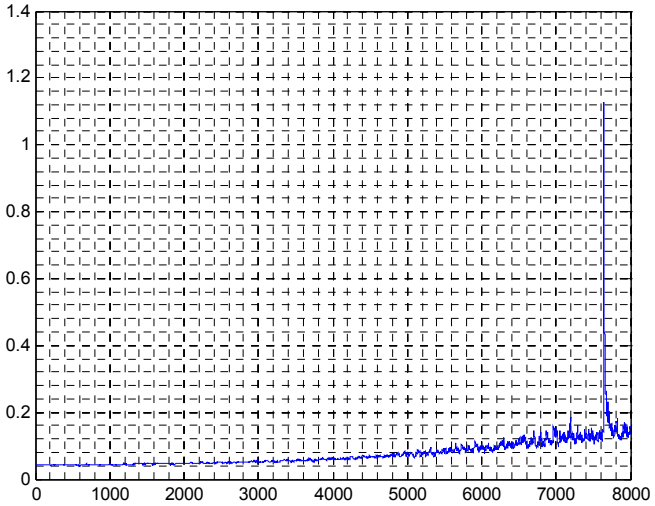

Рис. 3.2 СКВ кодової псевдодальності супутника 4

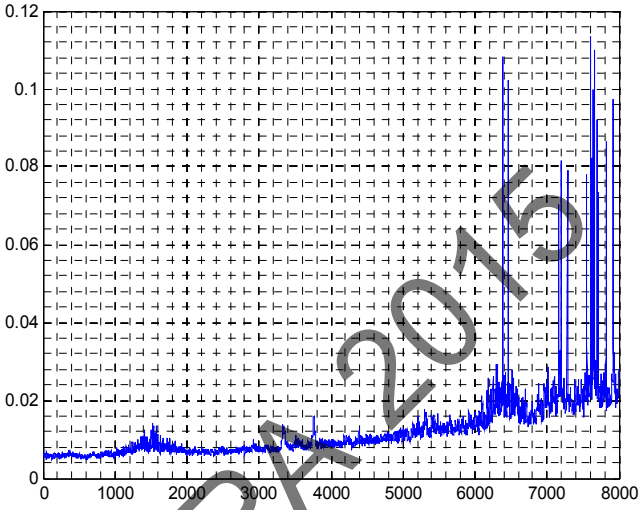

Рис. 3.3 СКВ фазової псевдодальності супутника 4

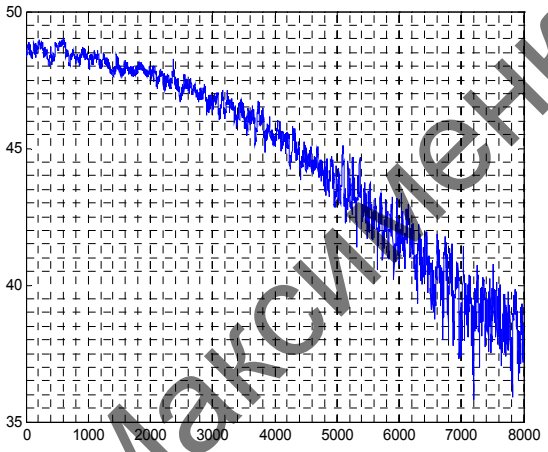

Рис. 3.6 Залежність зміни співвідношення сигнал/шум спутника 4

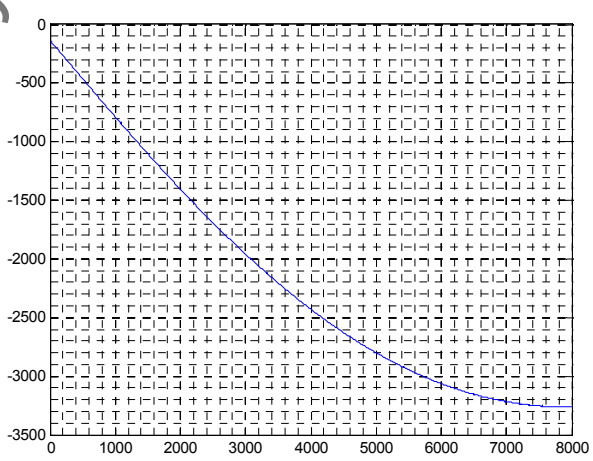

Рис. 3.7 Залежність зміни доплеровской частоти супутника 4

Я. В. Максименко, КіВРА 2015

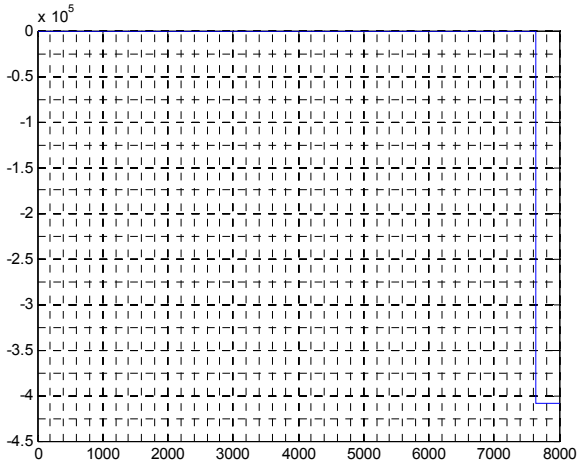

Рис. 3.8 Залежність різності кодової та фазової псевдодальностей супутника 4

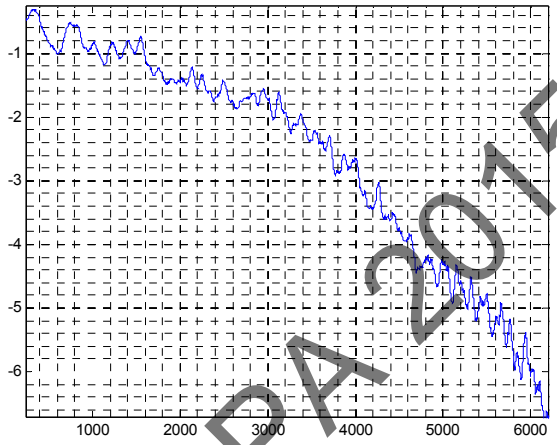

Рис. 3.8,а. Залежність різності кодової та фазової псевдодальності супутника 4

На рис. 3.8 бачимо, що якщо враховувати велику висоту супутника, то буде видно різкий спад

Я. В. Максименко, КіВРА 2015

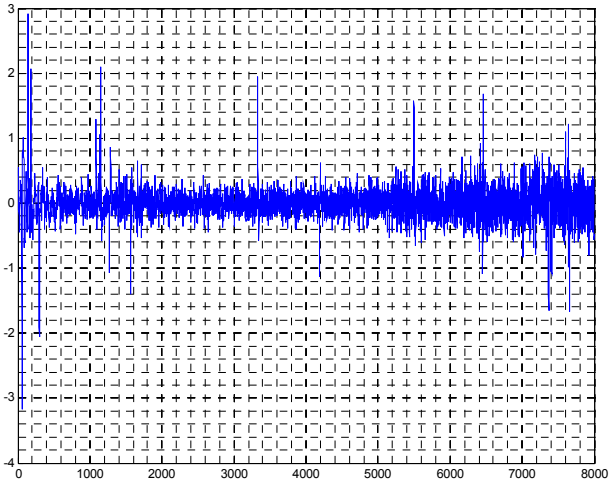

Рис. 3.9 Миттєві зміни доплеровской частоти при апроксимації поліномом 6 ступеню

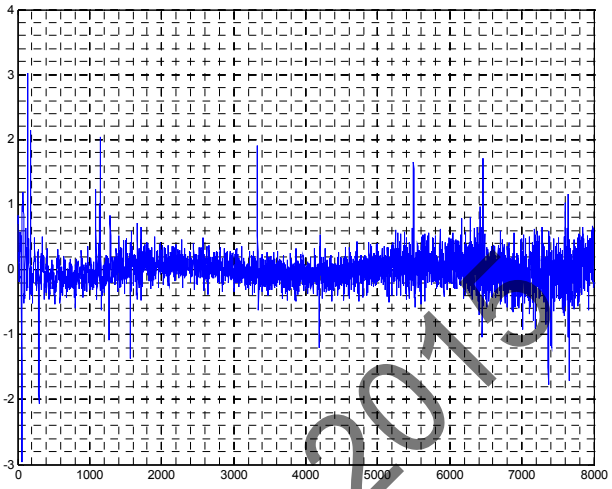

Рис. 3.10. Миттєві зміни доплеровської частотт при апроксимації поліномом 7 ступеню

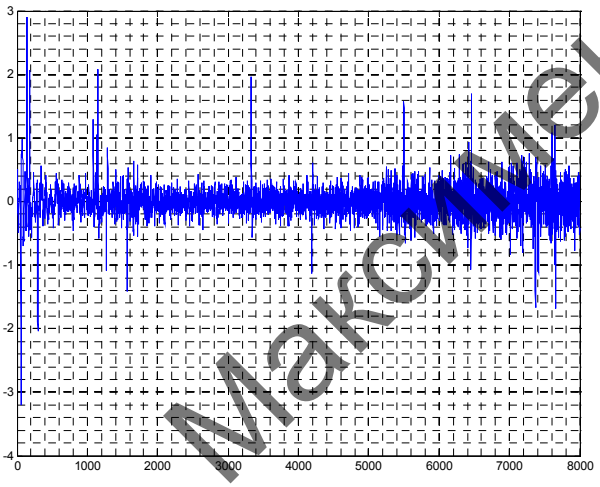

Рис.3.11. Миттєві зміни доплеровської частоти при апроксимації поліномом 5 ступеню для супутника 4

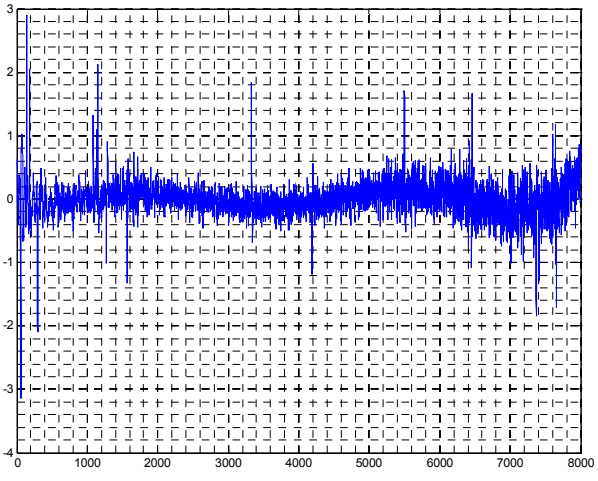

Рис. 3.12. Миттєві зміни доплеровської частоти при апроксимації поліномом 4 ступеню для супутника 4

Я. В. Лаксименко, КіВРА 2019

Зацікавленність полягує у розгляданні зміни допплерівської частоти на коротких інтервалах. Для цього, застосуємо, наведену вище методику інтерполяції. Т. е. «Випрямимо» криву залежності доплеровської частоти, підберемо аппроксимючий поліном, обчислимо різницю і отриманий результат зобразимо графічно.

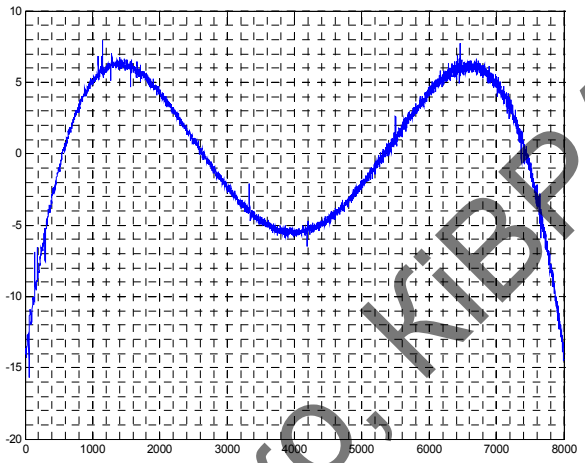

Рис. 3.13 Миттєві зміни доплеровской частоти при апроксимації поліномом 3 ступеня для супутника 4

З представлених на 3.9-13 результатів можна зробити висновок, що для даного супутника доплеровская частота може бути апроксимована полиномами вище п'ятого ступеня.

Так як доплеровская частота вимірюється в Гц, то проаналізувавши всі отримані результати, можна сказати, що є скачки в одних і тих же місцях, які можна пояснити дефектом приймача або інших факторів.

Я В. Максименко, КІВРА 2015

Проведем такі ж дослідження для 13 супутника

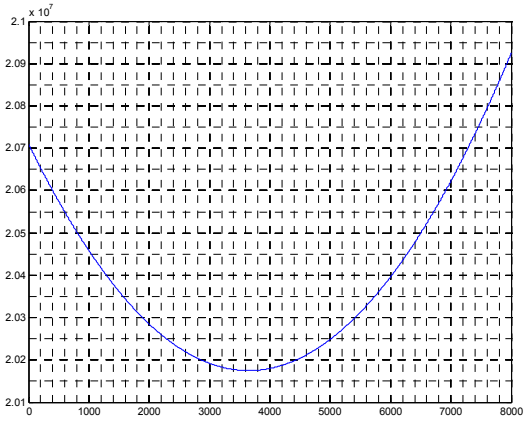

Рис. 3.14 Кодова псевдодальність супутника 13

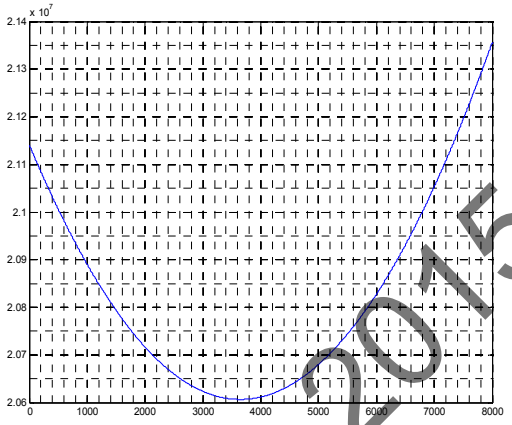

Рис. 3.15 Фазова псевдодальність супутника 13

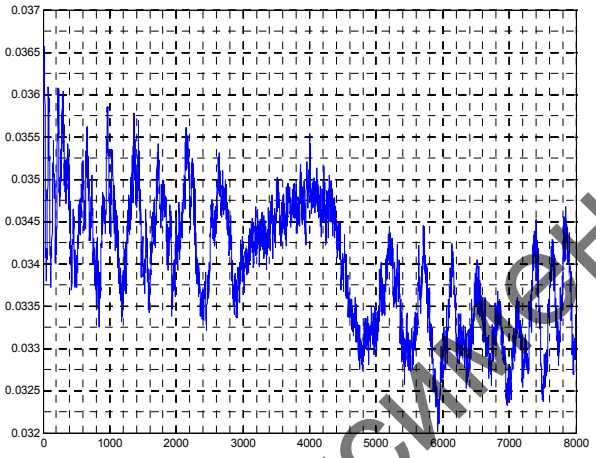

Рис. 3.16 СКО кодової псевдодальності супутника 13

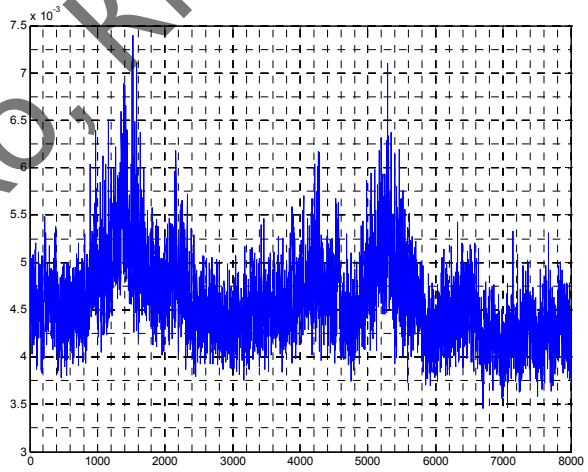

Рис. 3.17 СКО фазової псевдодальності супутника 13

Я. В. Максименко КІВРА 2015

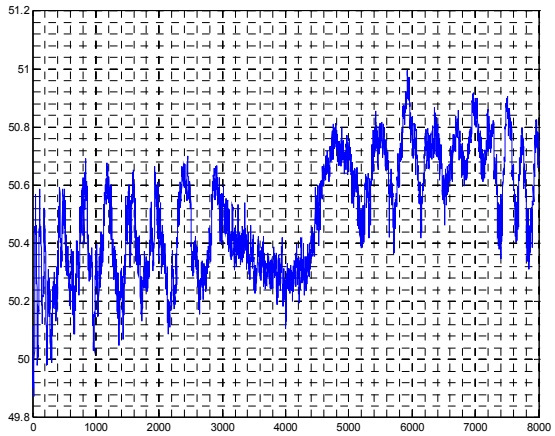

Рис. 3.18 Залежність зміни співвідношення сигнал/шум супутника 13

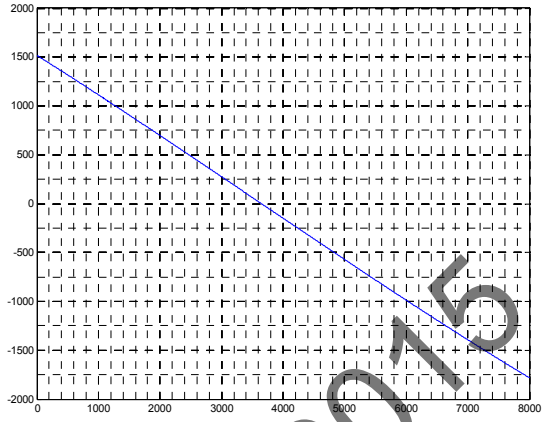

Рис. 3.19 Залежність зміни доплерівської частоти супутника 13

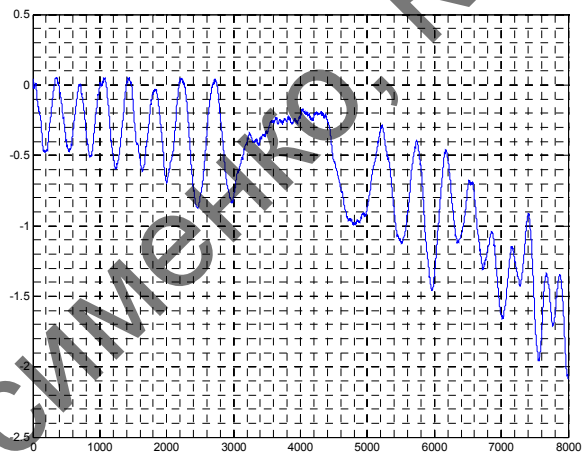

Рис. 3.20 Залежність різниці кодової і фазової псевдодальностей супутника 13

З представлених на 3.21- 25 результатів можна зробити висновок, що для даного супутника доплерівська частота може бути апроксимована поліномами вище п'ятого ступеня.

Подальші дослідження з іншими супутниками доцільно зосередити на дослідженні залежності різниць між кодової і фазової псевдодальностей, а також співвідношення сигналь / шум.

Я.В.Максименко КІВРА 2015

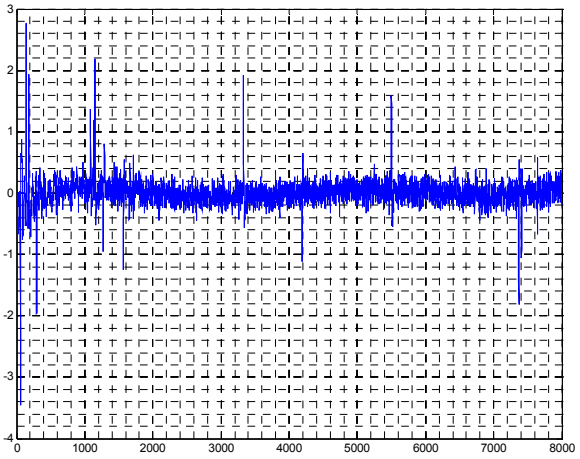

Рис.3.21. Миттєві зміни доплерівської частоти при апроксимації поліномом 3 ступеню для супутника 13

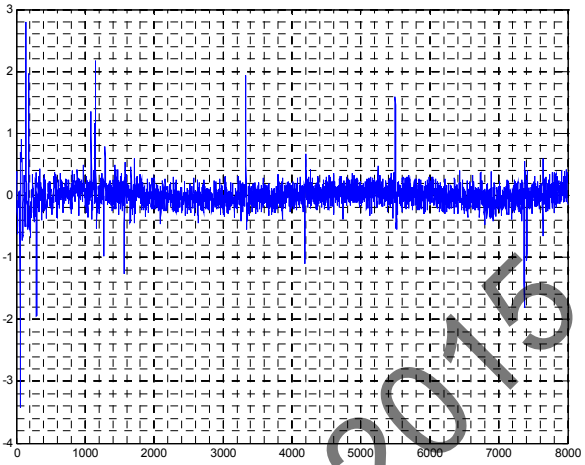

Рис. 3.22. Миттєві зміни доплерівської частоти при апроксимації поліномом 4 ступеню для супутника 13

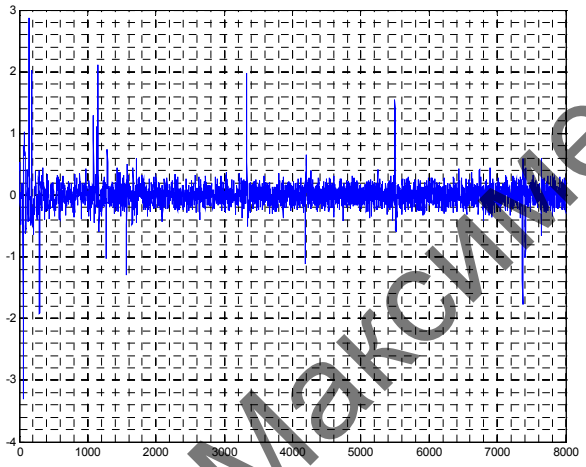

Рис.3.23. Миттєві зміни доплерівської частоти при апроксимації поліномом 5 ступеню для супутника 13

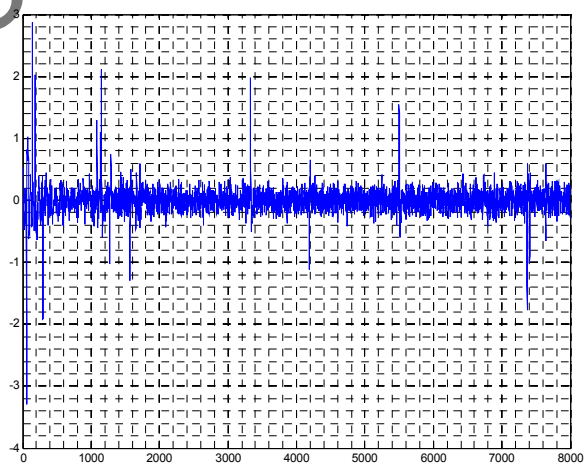

Рис. 3.24. Миттєві зміни доплерівської частоти при апроксимації поліномом 6 ступеню для супутника13

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

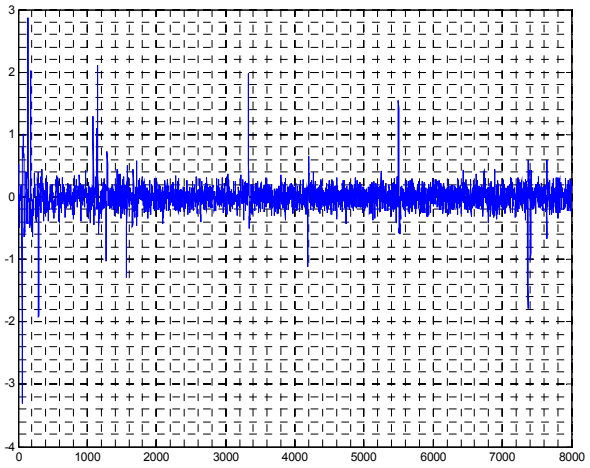

Рис. 3.25 Миттєві зміни доплерівської частоти при апроксимації поліномом 7 ступеня для супутника 13

Я. В. Максименко, КіВРА 2015

Дослідження для 16 супутника

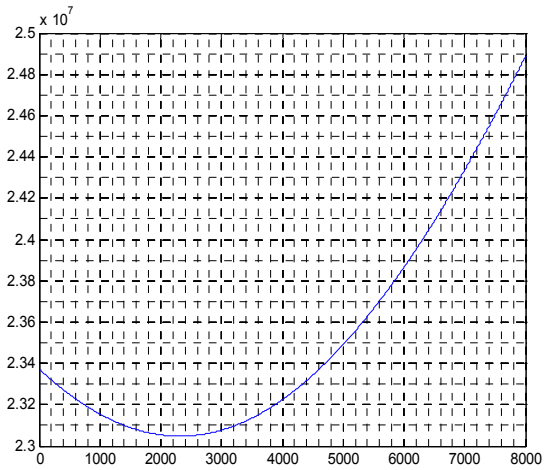

Рис. 3.26 Кодова псевдодальність супутника 16

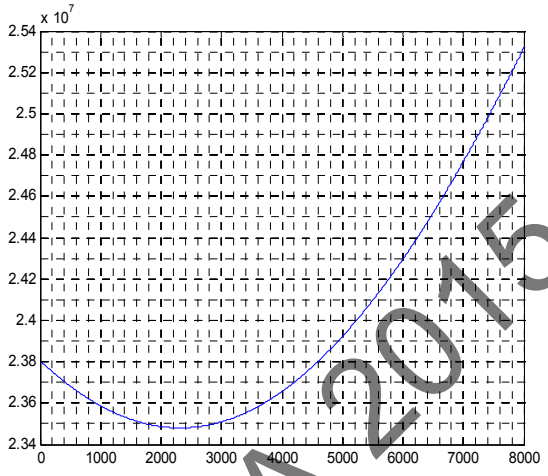

Рис. 3.27 Фазовая псевдодальність супутника 16

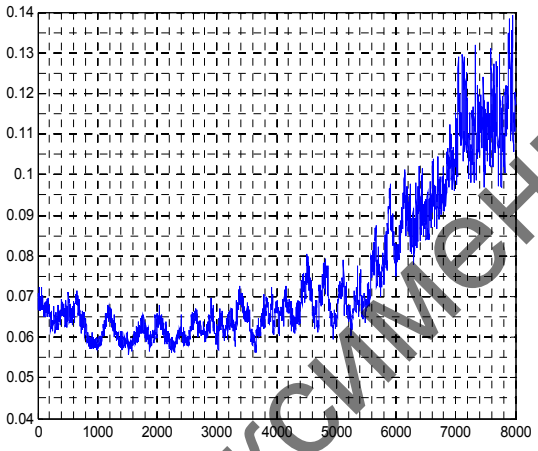

Рис. 3.28 СКО кодової псевдодальності супутника 16

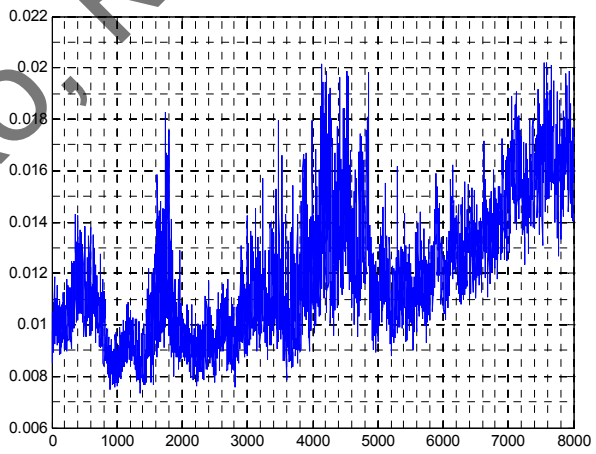

Рис. 3.29 СКО фазової псевдодальності супутника 16

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

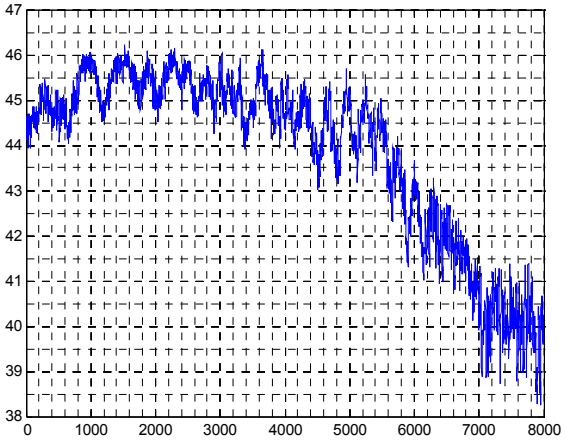

Рис. 3.30 Залежність зміни співвідношення сигнал/шум супутника 16

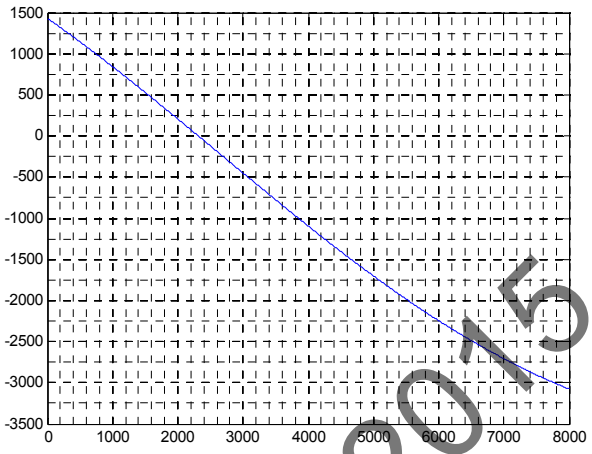

Рис. 3.31 Залежність зміни доплерівської частоти супутника 16

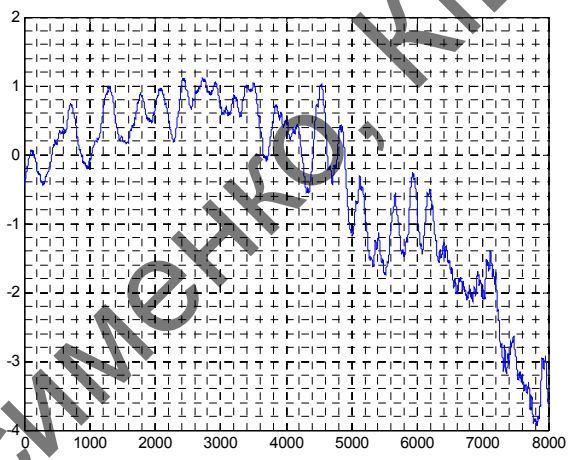

Рис. 3.32 Залежність різниці кодової і фазової псевдодальностей супутника 16

Розглянемо зміну допплерівської частоти на коротких інтервалах. Для цього, застосуємо, наведену вище методику інтерполяції. Тобто «Випрямимо» криву залежності доплеровской частоти, підберемо аппроксимючий поліном, обчислимо різницю і отриманий результат зобразимо на графічно.

Я. В. Максименко, КіВРА 2015

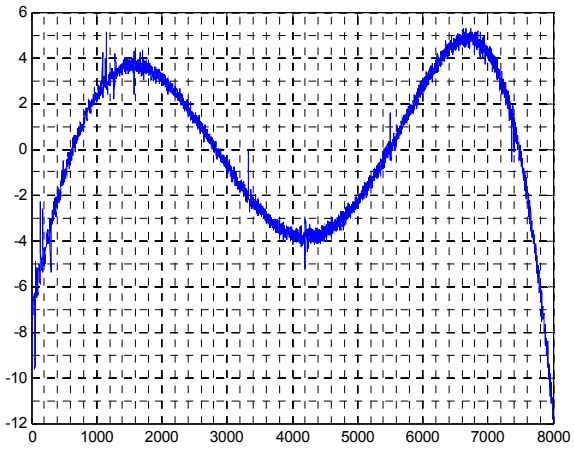

Рис.3.33. Миттєві зміни доплерівської частоти при апроксимації поліномом 3 ступеню для супутника 16

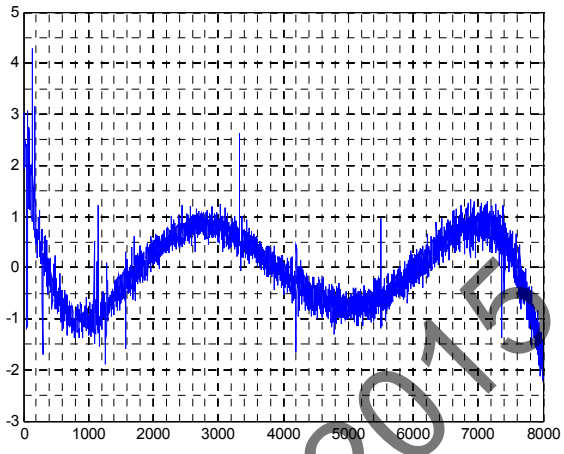

Рис. 3.34. Миттєві зміни доплерівської частоти при апроксимації поліномом 4 ступеню для супутника 16

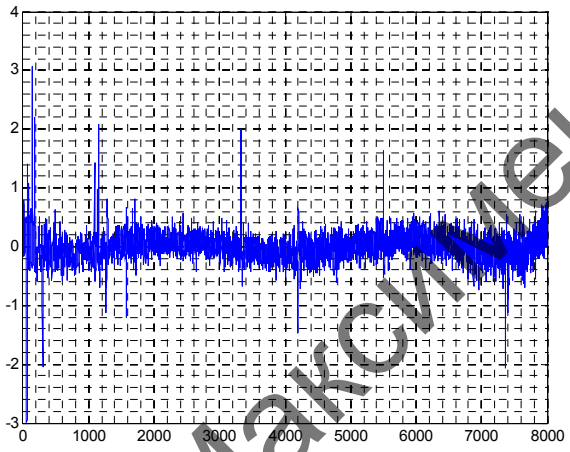

Рис.3.35. Миттєві зміни доплерівської частоти при апроксимації поліномом 5 ступеню для супутника 16

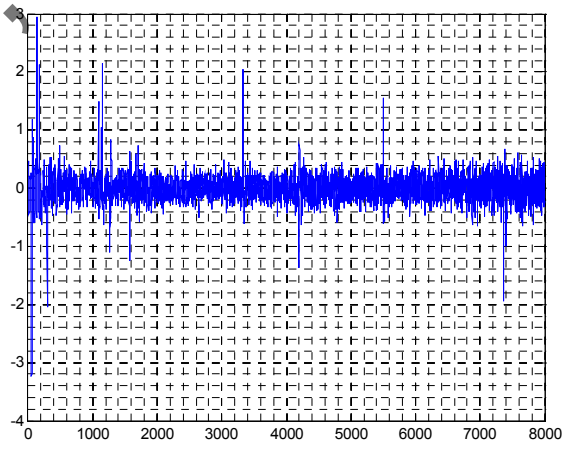

Рис. 3.36. Миттєві зміни доплерівської частоти при апроксимації поліномом 6 ступеню для супутника 16

Я. В. Максименко : КіВРА 2015

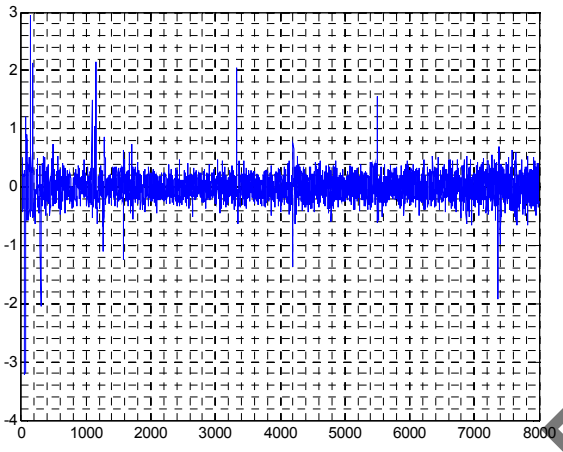

Рис. 3.37 Миттєві зміни доплерівської частоти при апроксимації поліномом 7 ступеня для супутника 16

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

. Дослідження для 23 супутника

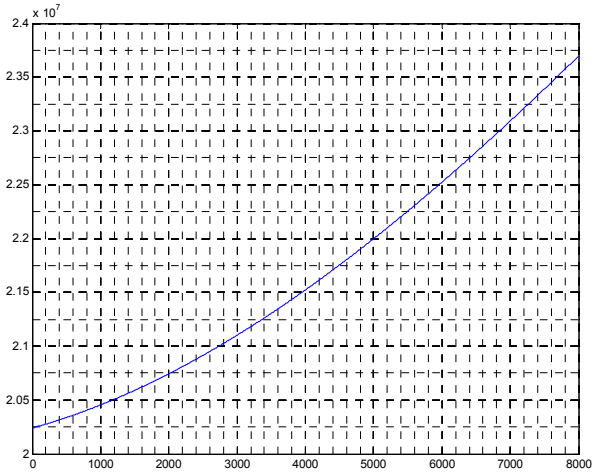

Рис. 3.38 Кодова псевдодальність супутника 23

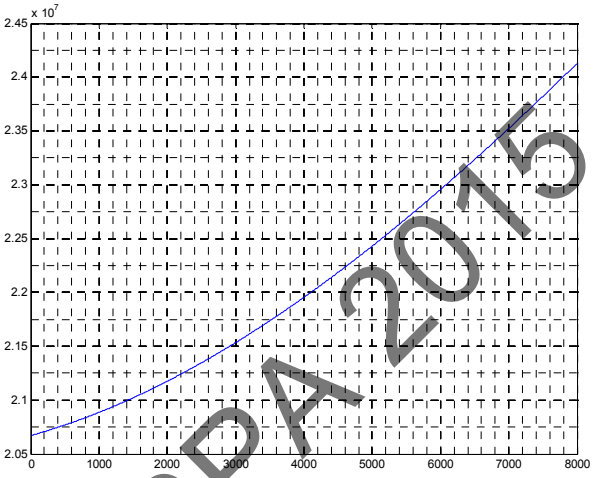

Рис. 3.39 Фазова псевдодальність супутника 23

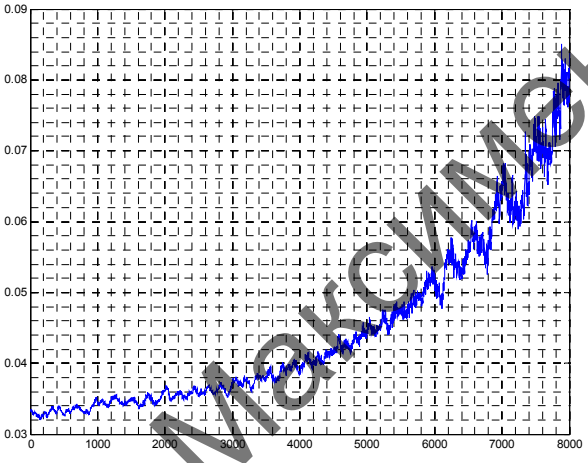

Рис. 3.40 СКВ кодової псевдодальності супутника 23

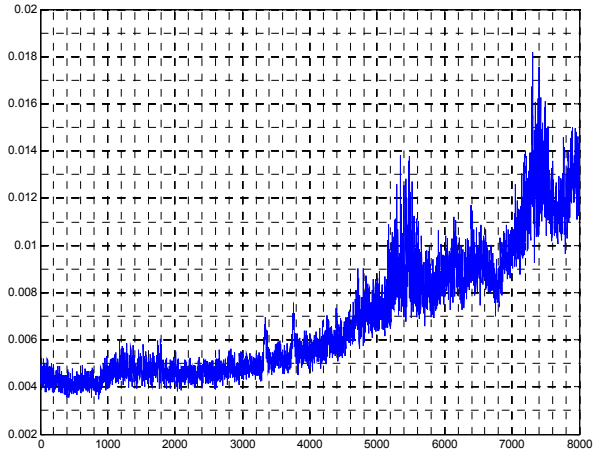

Рис. 3.41 СКВ фазової псевдодальності супутника 23

Я. В. Максименко, КіВРА 2015

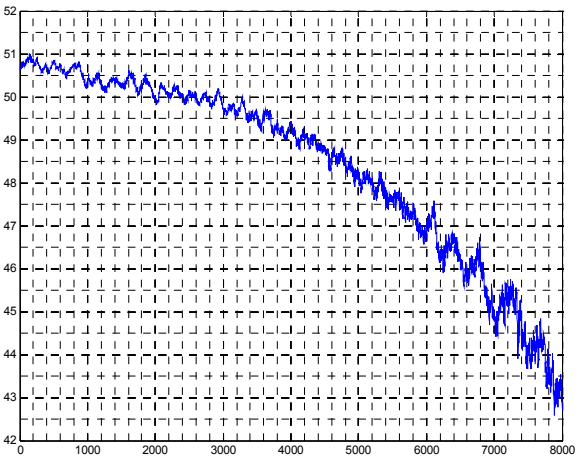

Рис. 3.42 Залежність зміни співвідношення сигнал/шум супутника 23

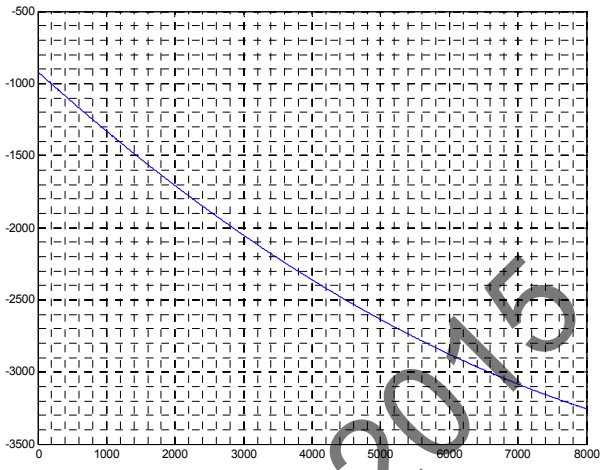

Рис. 3.43 Залежність зміни доплерівської частоти супутника 23

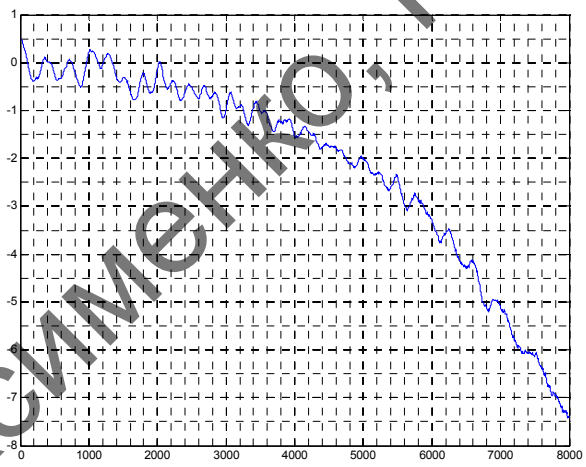

Рис. 3.44 Залежність різниці кодової і фазової псевдодальностей супутника 23

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

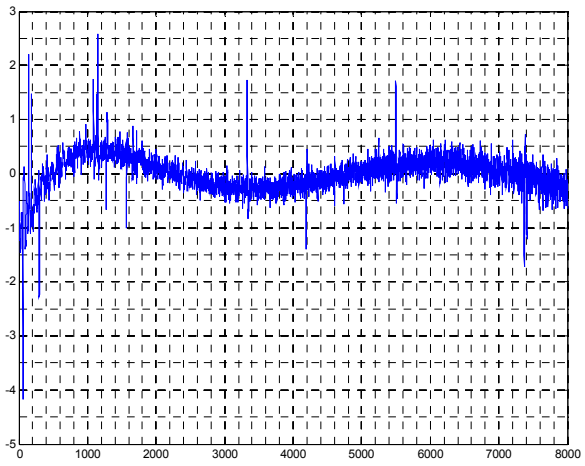

Рис.3.46. Миттєві зміни доплерівської частоти при апроксимації поліномом 3 ступеню для супутника 23

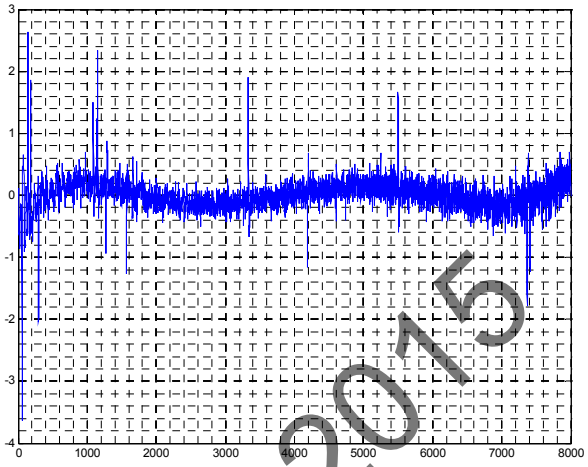

Рис. 3.47. Миттєві зміни доплерівської частоти при апроксимації поліномом 4 ступеню для супутника 23

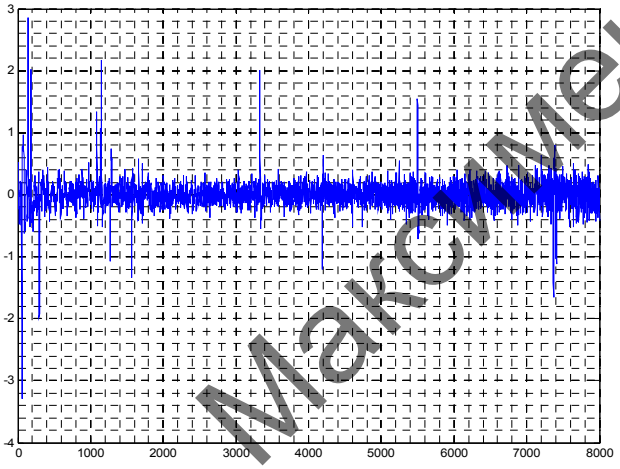

Рис.3.48. Миттєві зміни доплерівської частоти при апроксимації поліномом 5 ступеню для супутника 23

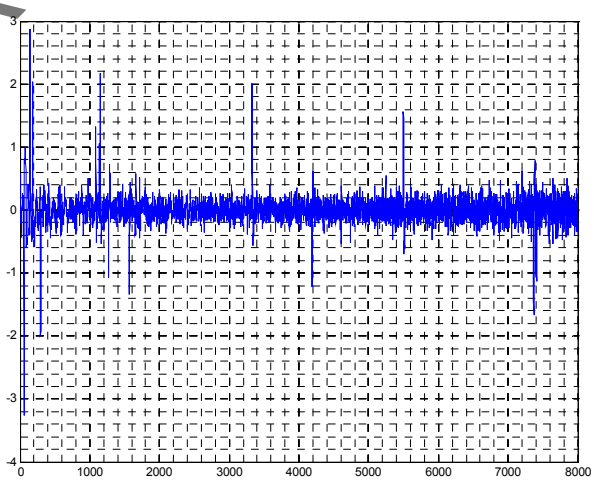

Рис. 3.49. Миттєві зміни доплерівської частоти при апроксимації поліномом 6 ступеню для супутника 23

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

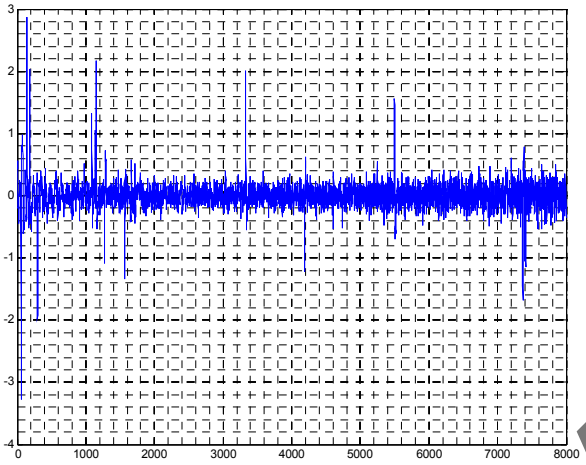

Рис. 3.37 Миттєві зміни доплерівської частоти при апроксимації поліномом 7 ступеня для супутника 23

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

Будуємо графіки для 24 супутника

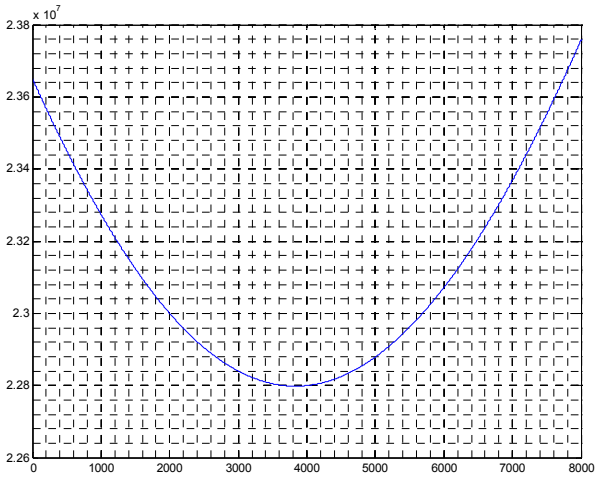

Рис. 3.50 Кодова псевдодальність супутника 24

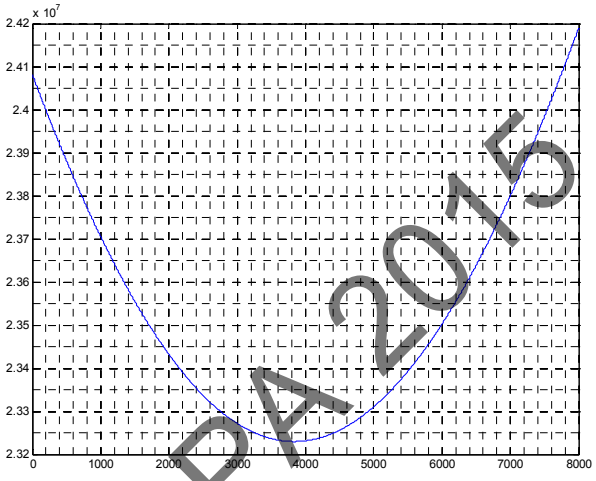

Рис. 3.51 Фазовая псевдодальність супутника 24

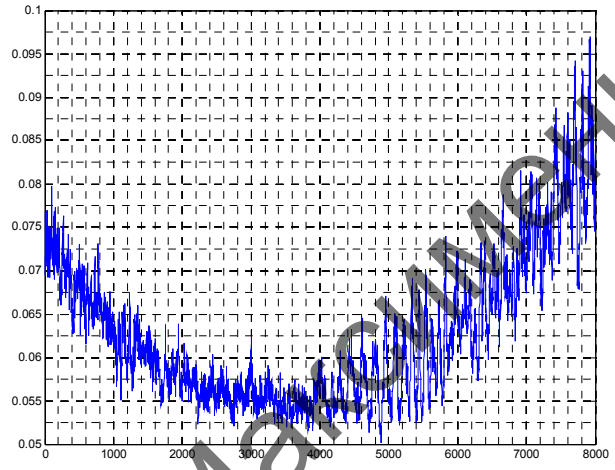

Рис. 3.52 СКВ кодової псевдодальності супутника 24

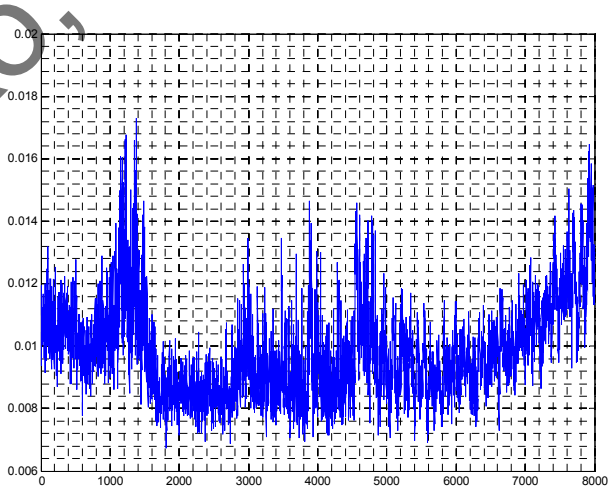

Рис. 3.53 СКВ фазової псевдодальності супутника 24

Я. В. Максимчук, КІВРА 2015

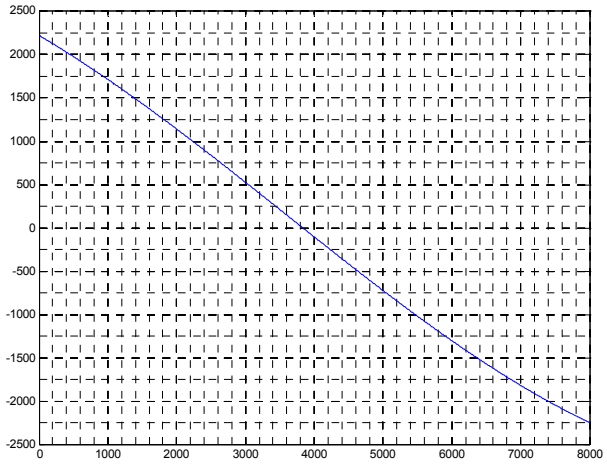

Рис. 3.54 Залежність зміни співвідношення сигнал/шум супутника 24

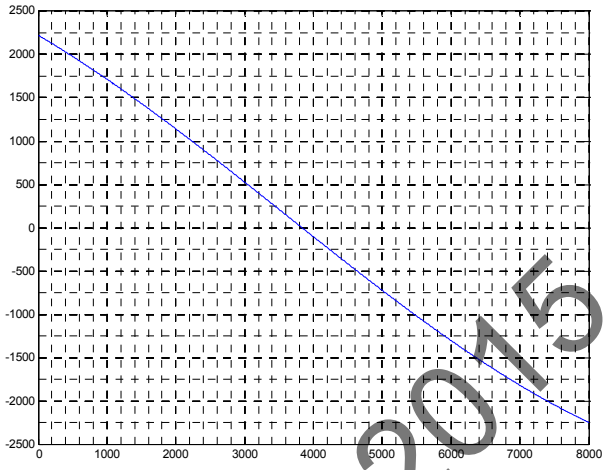

Рис. 3.55 Залежність зміни доплерівської частоти супутника 24

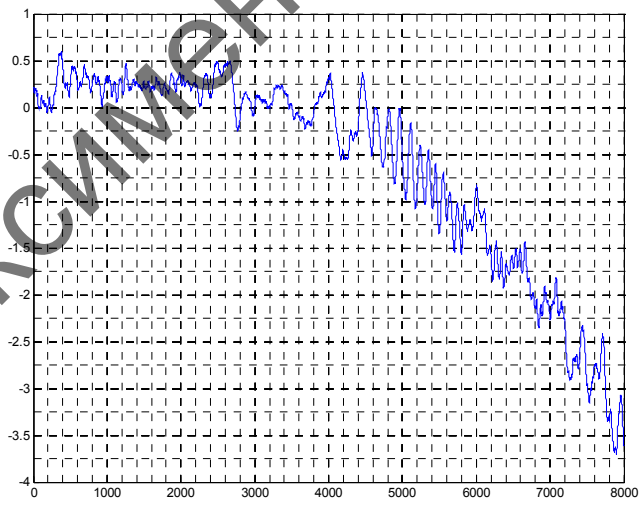

Рис. 3.56 Залежність різниці кодової і фазової псевдодальностей супутника 24

Я. В. Максименко, КіВРА 2015

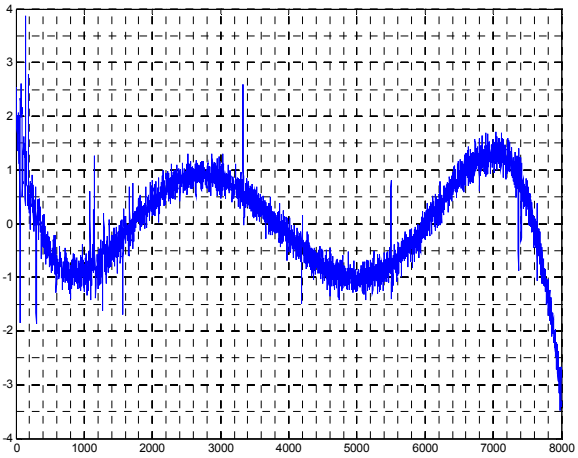

Рис.3.57. Миттєві зміни доплерівської частоти при апроксимації поліномом 3 ступеню для супутника 24

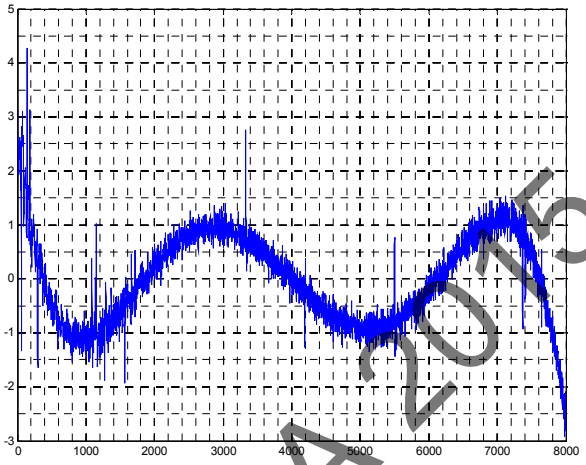

Рис. 3.58. Миттєві зміни доплерівської частоти при апроксимації поліномом 4 ступеню для супутника 24

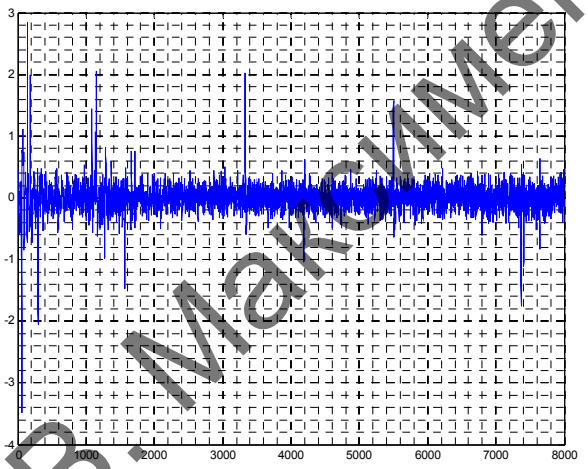

Рис.3.59. Миттєві зміни доплерівської частоти при апроксимації поліномом 5 ступеню для супутника 24

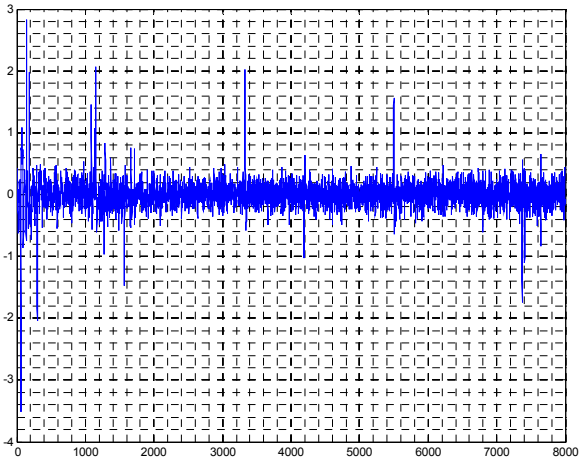

Рис. 3.60. Миттєві зміни доплерівської частоти при апроксимації поліномом 6 ступеню для супутника 24

Я. В. Лясниченко. КІВРА 2015

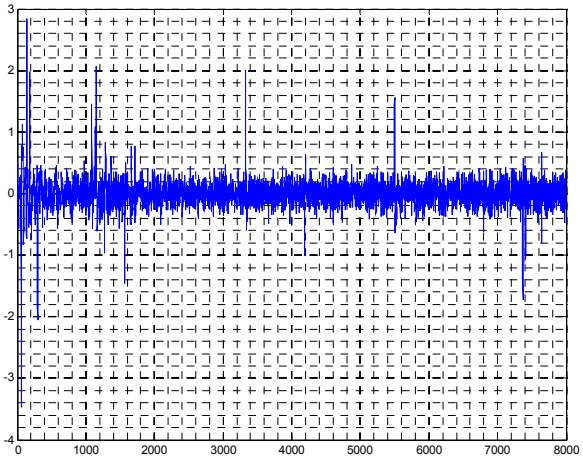

Рис. 3.61 Миттєві зміни доплерівської частоти при апроксимації поліномом 7 ступеня для супутника 24

Я. В. Максименко, КіВРА 2015

Проведем досліження для супутника 27

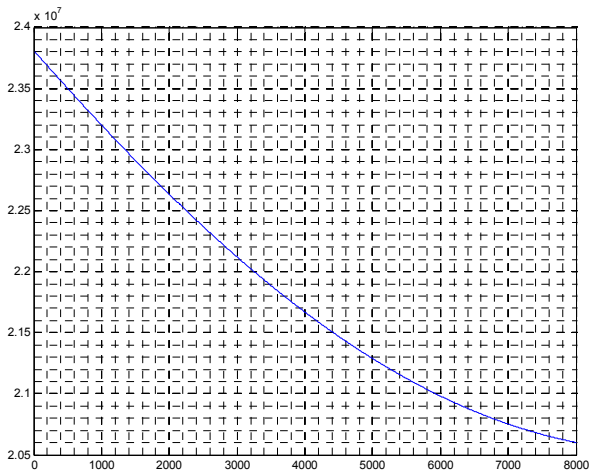

Рис. 3.62 Кодова псевдодальність супутника 27

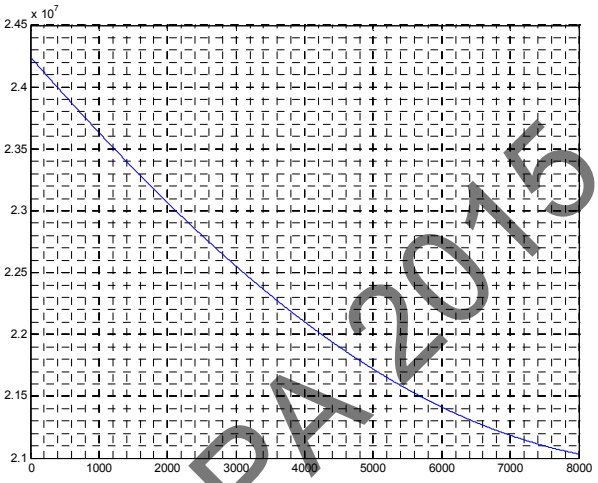

Рис. 3.63 Фазова псевдодальність супутника 27

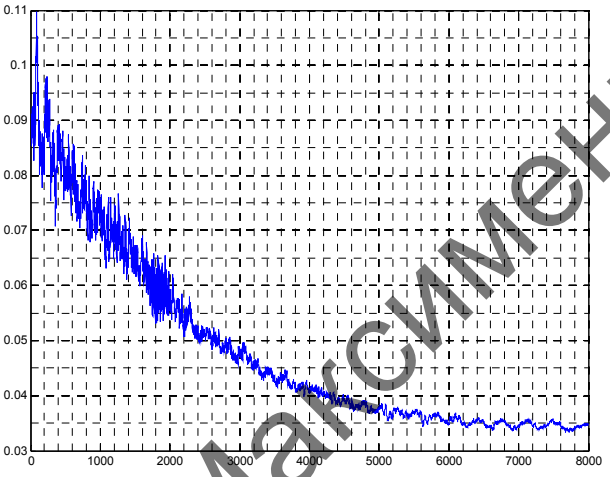

Рис. 3.64 СКВ кодової псевдодальності супутника 27

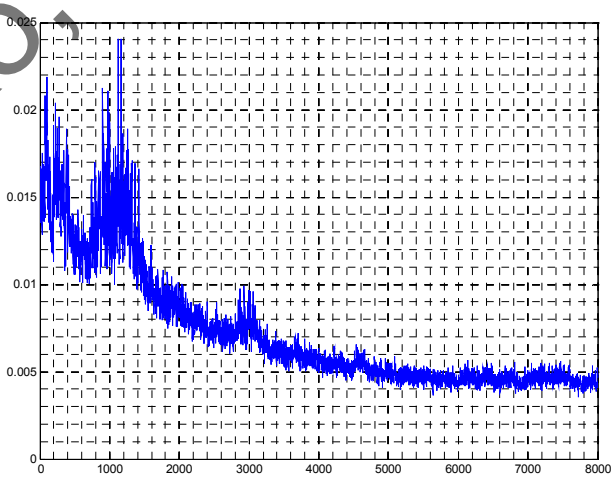

Рис. 3.65 СКВ фазової псевдодальності супутника 27

Я. В. Максименко, КВРА 2015

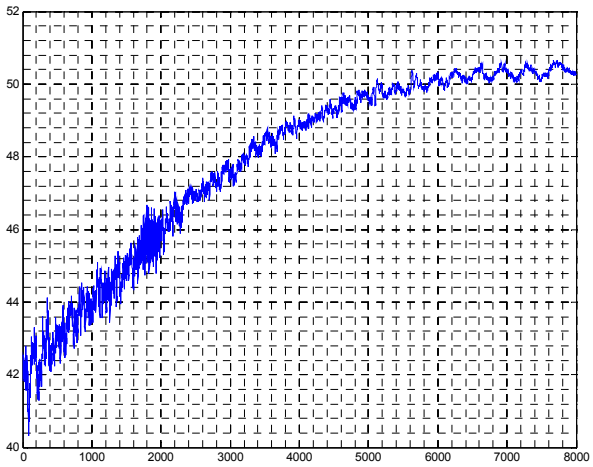

Рис. 3.66 Залежність зміни співвідношення сигнал/шум супутника 27

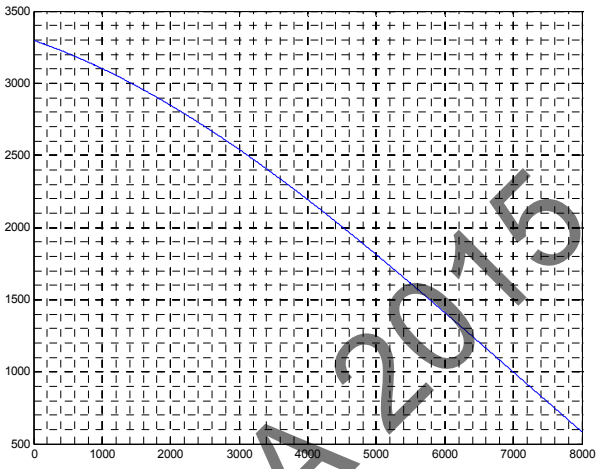

Рис. 3.67 Залежність зміни доплерівської частоти супутника 27

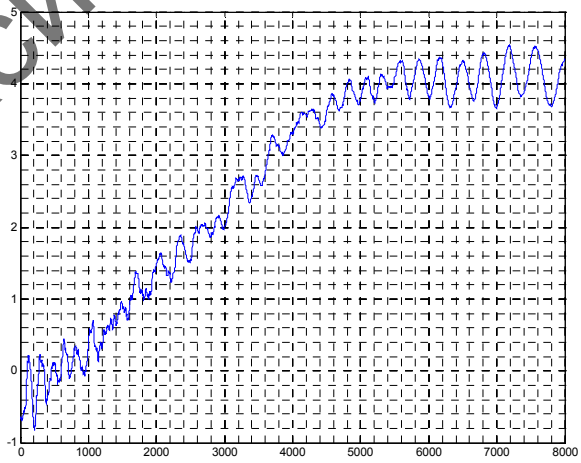

Рис. 3.68 Залежність різниці кодової і фазової псевдодальностей супутника 27

З представлених на 8- 12 результатів можна зробити висновок, що для

Я. В. Максименко, КіВРА 2015

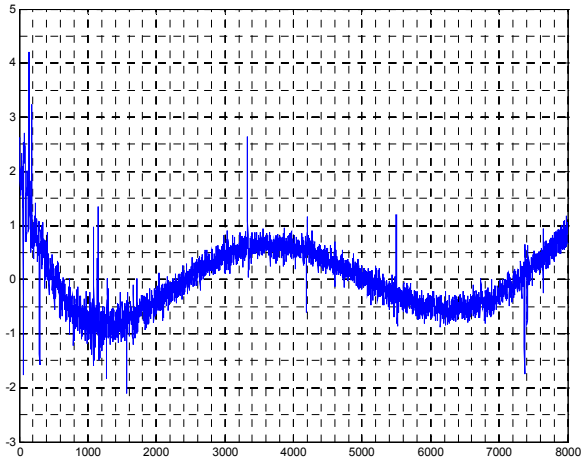

Рис.3.69. Миттєві зміни доплерівської частоти при апроксимації поліномом 3 ступеню для супутника 27

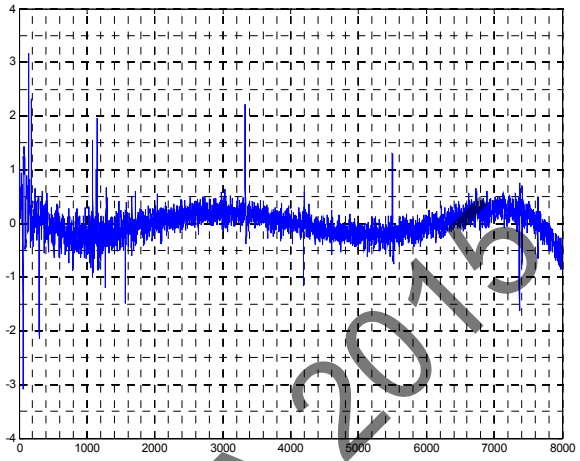

Рис. 3.70. Миттєві зміни доплерівської частоти при апроксимації поліномом 4 ступеню для супутника 27

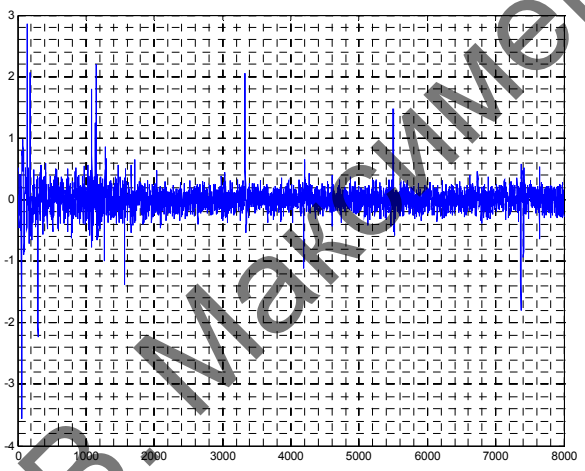

Рис.3.71. Миттєві зміни доплерівської частоти при апроксимації поліномом 5 ступеню для супутника 27

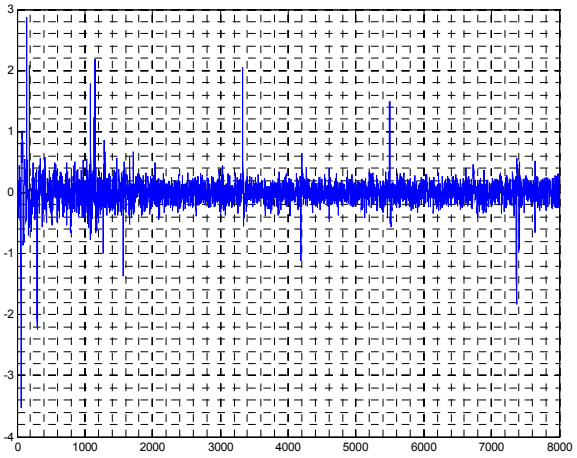

Рис. 3.72. Миттєві зміни доплерівської частоти при апроксимації поліномом 6 ступеню для супутника 27

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

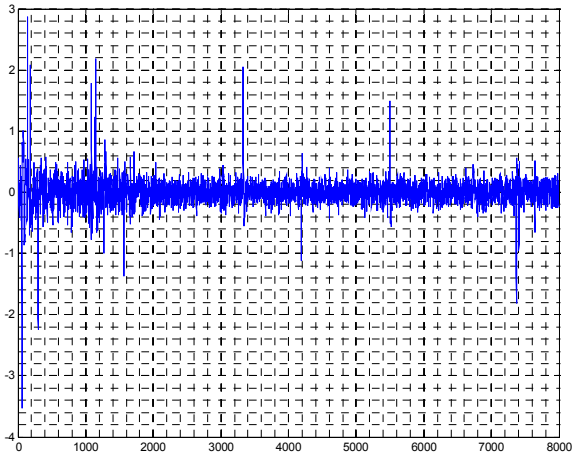

Рис.3.73 Миттєві зміни доплерівської частоти при апроксимації поліномом 7 ступеня для супутника 27

Проаналізувавши всі результати досліджень, можна зробити наступний висновок:

- Дослідження всіх шести супутників показали один і той же результат, що доплеровская частота може бути апроксимована полиномами вище п'ятого ступеня;

-стрибки, які спостерігаються в одних і тих же інтервалах свідчить про те, що наші дослідження супроводжувалися дефектом приймача або іншими впливають факторами навколишнього середовища.

-для всіх супутників зберігається повільне зміна різниці кодової і фазової псевдодальностей. Ці повільні зміни пов'язані з впливом іоносфери;

-для підвищення точності вимірювання псевдодальності необхідно модернізувати формули, що враховують іоносферні похибки.

-якщо б була використана більш точна модель іоносфери, то спостерігалися б тільки швидкі зміни псевдодальності, миттєві значення величин, яких не перевищували від 0.3 до 0.4 м.

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

Частота вимірів вище якщо вид GPS втрачається. Видимість прийнятого сигналу гірше, для цього необхідно отримувати вимірювання з частою періодичністю, для того, що б визначити, коли сигнал погіршується.

Коли він йде за горизонт, то з'являється новий супутник, тоді ми перевіряємо наявности того, що отримали випадково.

Я. В. Максименко, КіВРА 2015

4. УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ ПОЛЬОТІВ У АЕРОНАВІГАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЇ

4.1 Поняття безпеки польотів

Безпека авіації - це комплексна категорія, яка охоплює всі елементи системи "людина-техніка-середовище". Взагалі її розглядають як комплексну характеристику авіаційної транспортної системи виконувати свої функції без завдання шкоди (або з мінімальним збитком) самій системі або користувачам, в інтересах яких вона функціонує і розвивається. Її основними компонентами є безпека польотів, авіаційна і екологічна безпека.

Залежно від розглянутого аспекту концепція авіаційної безпеки може мати різні інтерпретації, такі, як:

- Нульовий рівень авіаційних подій (серйозних інцидентів);

- Точка зору, широко поширена серед пасажирів;

- Відсутність небезпеки або ризику, тобто факторів, які можуть завдати шкоди;

- Ставлення співробітників до небезпечних дій і умовам (характеризує безпечну корпоративну культуру);

- Ступінь, до якої властивий авіації ризик є прийнятним;

- Процес виявлення джерел небезпеки та контролю факторів ризику;

- Недопущення втрат у результаті авіаційних подій (людських жертв, а також завдання шкоди майну та навколишньому середовищу).

Я. В. Максименко, КіВРА 2015

Таким чином, під безпекою мається на увазі наступне:

Безпека являє собою стан, при якому ризик заподіяння шкоди особам або завдання шкоди майну знижений до прийнятного рівня і підтримується на цьому або нижчому рівні за допомогою безперервного процесу виявлення джерел небезпеки та контролю факторів ризику.

4.2 Фактори, що впливають на безпеку польотів

До факторів, які впливають на безпеку в рамках певної системи, можна підходити з двох точок зору:

-По-перше, розглянути ті фактори, які можуть викликати ситуації, що створюють загрозу безпеці;

- По-друге, проаналізувати, яким чином розуміння цих факторів можна використовувати при проектуванні систем з метою зниження ймовірності виникнення подій, здатних створити загрозу безпеці.

Активні недоліки і приховані умови

Причинами активних недоліків зазвичай є несправність обладнання або помилки, допущені експлуатацуючим персоналом. Однак в прихованих умовах завжди присутній елемент. Вони можуть бути наслідком непомічених конструктивних дефектів або бути пов'язані з нерозпізнаними наслідками офіційно затверджених процедур.

Несправності обладнання

Можливість відмов системи через несправність обладнання відноситься до області технічної надійності. Ступінь імовірності відмови

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

системи визначається шляхом аналізу частоти відмов окремих деталей обладнання. Причинами відмов цих деталей можуть бути несправності електричних, механічних елементів або недоліки в програмному забезпеченні.

Помилка людини

Помилка має місце в тих випадках, коли результат задачі, яка виконується людиною, не відповідає передбачуваного результату. Методи підходу людини-оператора до виконання того чи іншого завдання залежать від характеру самого завдання і від того, наскільки з нею ознайомлений оператор. Помилки можуть бути наслідком провалів пам'яті, промахів у виконанні передбаченої задачі або результатом помилок, які допускають у процесі прийняття рішення. Слід також відрізняти чесні або нормальні помилки, зроблені при виконанні службових обов'язків, від навмисних порушень затверджених правил або прийнятої безпечної практики.

На безпеку польотів впливає велика кількість чинників, від яких залежить якість функціонування транспортної системи.

Параметри системи, які служать причиною найбільших впливів на ризик зіткнення ПК, можна поділити на чотири основні групи:

- Структура і організація повітряного простору з урахуванням інтенсивності повітряного руху;

- Зближення повітряних суден з іншими ПК, виявлення та вирішення конфліктних ситуацій;

- Характеристики систем зв'язку, навігації, спостереження для не інтегрованого та інтегрованого застосування;

- Людський фактор.

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

4.3. Управління безпекою польотів у аеронавігаційної системи при впровадженні кругової захищеної зони для бічного ешелонування на маршрутах, які перетинаються

"Позиція бічного ешелонування" характеризує відстань від точки перетину маршрутів, на якому бічне ешелонування більше не витримується.

Використовуючи метод кругової захищеної зони (circle protection area, CPA), для визначення сегментів маршрутів ОПР, на які не забезпечується бічне ешелонування ПК, які виконують політ за маршрутами ОПР, що перетинаються. Маршрути М1 і М2 мають зони навігаційного допуску, межі яких визначаються лініями , які проведені паралельно осьовій лінії маршруту по обох сторонах. При цьому відстань від лінії шляху до зовнішній межі зони навігаційного допуску дорівнює радіусу CPA для даного маршруту.

Порушення нормативу ешелонування існує в тому випадку, коли CPA повітряних суден, які знаходяться на маршрутах ОПР М1 і М2 перетинаються. Для того, щоб не допустити цього, авіадиспетчери необхідно забезпечити витримування нормативів ешелонування, до того, як інший ПК увійде в зону конфліктної ситуації.

4.4. Методика розрахунку бічного ешелонування на маршрутах, які перетинаються

Виберемо два сегменти маршрутів ОПР, що перетинаються UA277 і UL984, кут перетину маршрутів □ = 299º - 282º = 17º.

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

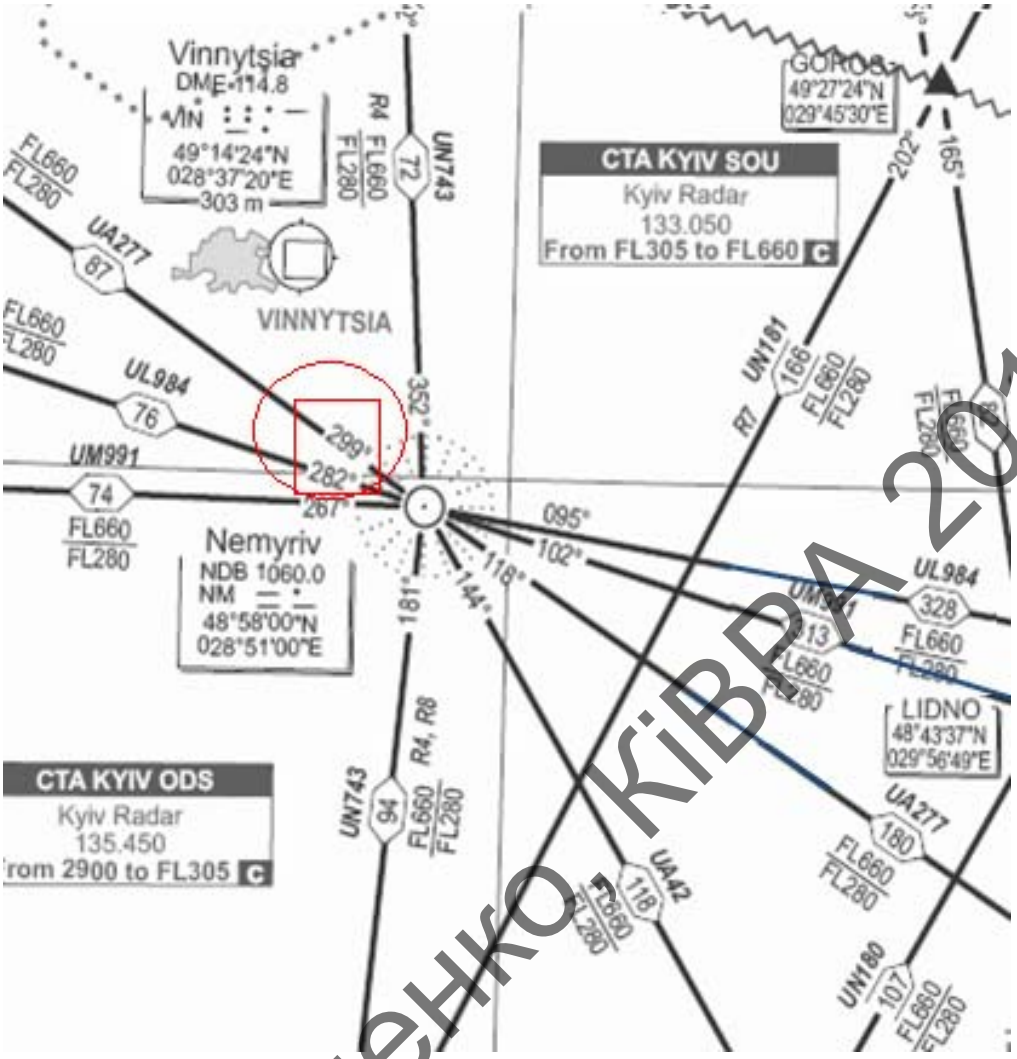

Рис.4.1 Розміщення обраних маршрутів.

Значення позиції бічного ешелонування розраховується за формулою:

$$d = 60 \times \frac{180}{\pi} \times \sin^{-1}\left(\frac{\sin\pi(CPA1+CPA2)/(60\times 180)}{\sin(\pi\theta/180)}\right) \quad (4.1)$$

Використовуємо спрощений варіант формули (1.15)

$$d = CPA1 + CPA2/\sin\theta$$

Я. В. Максименко, КіВРА 2015

де:

d - розрахункова відстань позиції бічного ешелонування від точки перетину маршрутів ОПР; CPA1 і CPA2 - значення CPA, для маршрутів ОПР M1 і M2, відповідно; θ - кут перетину маршрутів ОПР M1 і M2.

CPA до становить 20 км, тобто CPA1 = CPA2 = 20 км.

CPA після - 10 км (CPA1 = CPA2 = 10 км).

Кут перетину маршрутів ОПР = 17º.

За формулою (1.15) визначимо відстань від точки перетину маршрутів для позиції бічного ешелонування за формулами:

- До: d = (20 + 20) / sin (17º) = 136,5 м;

- Після: d = (10 + 10) / sin (17º) = 68,5 м.

Тобто визначимо відстань до точки перетину маршрутів ОПР, починаючи з якого можливе порушення нормативів бічного ешелонування.

Розрахуємо положення ПК на маршрутах ОПР від позиції -d до + d, таким чином, щоб забезпечувалися нормативні значення бічного ешелонування (Рис. 4.2)

$$l_i^+ = S_i \times \cos\theta + \sqrt{(CPA1 + CPA2)^2 - (S_i \times \sin\theta)^2}; \quad (4.2)$$

$$l_i^- = S_i \times \cos\theta - \sqrt{(CPA1 + CPA2)^2 - (S_i \times \sin\theta)^2}. \quad (4.3)$$

Я. В. Максименко, КіВРА 2015

де l_i^+- і -та відстань від ПС2 до точки перетину маршрутів ОПР, при якій забезпечується норматив бічного ешелонування при **i**-м значенні S ("максимальна" позиція); l_i^-- і-та відстань від ПС2 до точки перетину маршрутів ОПР, при якій забезпечується норматив бічного ешелонування при і-му значенні S ("мінімальна" позиція); і - Кількість інтервалів на які розбивається сегмент маршруту ОПР $[d; -d]$; Si – і-та відстань від ПК до точки перетину маршрутів ОПР S$\in [d; -d]$, $\Delta S = 0.1 \times d$

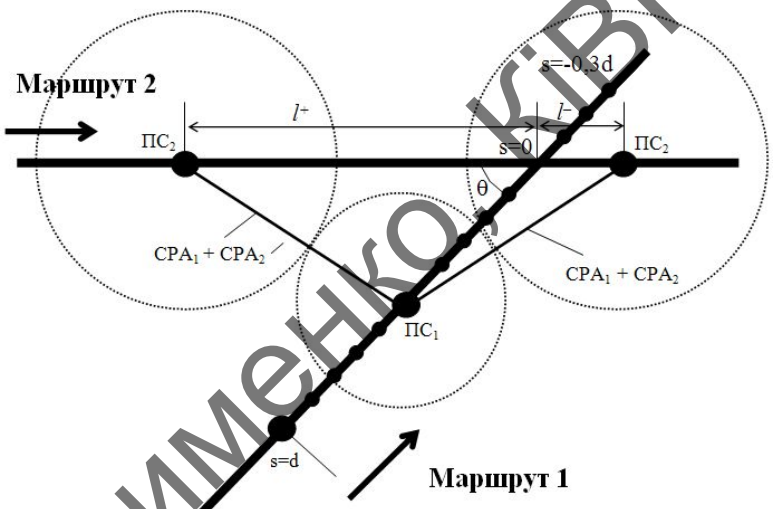

Рис 4.2 Положення ПК на маршрутах ОПР, при яких забезпечуються нормативи бічного ешелонування

Використовуючи методичні вказівки і наведені дані виконаємо розрахунок кругової захищеної зони для обраної зони ОПР.

1. За допомогою формул (4.2) і (4.3) розрахуємо положення ПК на маршрутах ОПР, при яких забезпечуються нормативи бічного ешелонування.

Я. В. Максименко, КВРА 2015

2. Розраховуємо всі значення інтервалу, на які розбивається сегмент маршруту ОПР, і занесемо отримані розрахунки в таблиці.

3. На основі таблиць 3 і 4 побудуємо схеми областей порушення норм бічного ешелонування до і після впровадження результатів на малюнках 4.1 і 4.2.

Значення взаємного положення ПК на М1 і М2, при яких забезпечується витримування бокового ешелонування за СРА

(до впровадження)

Таблиця 4.1

Відстань від ПК до точки перетину маршрутів (S)	d(-d)	0,9d	0,8d	0,7d	0,6d	0,5d	0,4d	0,3d	0,2d	0,1d
l^+	40	5	9	13	16	20	24	28	32	36
l^-	-40	-72	-69	-65	-61	-58	-54	-50	-47	-43

Відстань від ПК до точки перетину маршрутів (S)	0	-0,9d	-0,8d	-0,7d	-0,6d	-0,5d	-0,4d	-0,3d	-0,2d	-0,1d
l^+	40	72	69	65	61	58	54	50	47	43
l^-	-40	-5	-9	-13	-16	-20	-24	-28	-32	-36

Я. В. Максименко, КіВРА 2015

Значення взаємного положення ПК на М1 і М2, при яких забезпечується витримування бокового ешелонування за СРА

(після впровадження)

Таблиця 4.2

Відстань від ПК до точки перетину маршрутів (S)	d(-d)	0,9d	0,8d	0,7d	0,6d	0,5d	0,4d	0,3d	0,2d	0,1d
l^+	20	2	4	6	8	10	12	14	16	18
l^-	-20	-35	-34	-32	-30	-28	-27	-25	-23	-22

Відстань від ПК до точки перетину маршрутів (S)	0	-0,9d	-0,8d	-0,7d	-0,6d	-0,5d	-0,4d	-0,3d	-0,2d	-0,1d
l^+	20	35	34	32	30	29	27	25	23	22
l^-	-20	-2	-4	-6	-18	-10	-12	-14	-16	-18

За допомогою методу бічного ешелонування на маршрутах, які перетинаються, було проведено розрахунок витримування нормативів ешелонування, щоб інше ПК не ввійшло в зону конфліктної ситуації.

Я. В. Максименко, КіВРА 2015

Еліпс зображений на рис. 4.1 чітко вказує, де повинен розташовуватися один ПК по відношенню до другого, щоб уникнути зближення.

Розрахований графік взаємного розташування ПК у вигляді еліпса на рис. 4.2, відображає відстань від іншого ПК до точки перетину маршрутів, при якій забезпечується ешелонування.

ВИСНОВКИ

У процесі проведення дипломної роботи, були проведені дослідження моделі псевдодальності супутників GPS.

Треба розробляти алгоритми та методи реконструкції іоносфери в системах супутникової навігації в тому числі і для псевдодальності GPS.

Розроблені методики можуть бути використані при моделюванні сигналів навігаційних КА в частині іоносферної затримки.

Я. В. Максименко, КіВРА 2015

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Враховуючи той факт, що виконання даної дипломної роботи потребує використання засобів комп'ютерної техніки, то в цьому розділі запропоновані технічні рішення та практичні заходи, що пов'язані із створенням безпечних умов праці при використанні персональної електронно обчислювальної машини (ПЕОМ).

В першу чергу, передбачається, з урахуванням вимог ДСанПіН 3.3.2.007 та ДНАОП 0.00-1.31-99, визначити потенційно небезпечні і шкідливі фактори, що виникають при експлуатації відео дисплейних терміналів (ВДТ) ПЕОМ, вплив цих факторів на користувачів ВДТ, розглянути принципи їх нормування, а також розробки комплексних заходів щодо запобігання шкідливого впливу цих факторів на людину. Також цьому розділі запропоновано технічні рішення та організаційні заходи з безпеки в НС.

5.1 Визначення основних потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Основними шкідливими та небезпечними виробничими факторами, які пов'язані з використанням ПЕОМ є наступні фактори:

- електромагнітне випромінювання радіочастотного діапазону;
- наявність іонізуючого рентгенівське випромінювання (НРВ);
- випромінювання оптичного діапазону (ультрафіолетове, інфрачервоне і випромінювання видимого діапазону);
- електростатичне поле;
- недостатня освітленість робочої зони;
- можливість ураження електричним струмом;
- підвищений рівень шуму;
- значна напруга зорових органів і пов'язане з цим перевтомлення користувача ПЕОМ;
- значне навантаження на пальці і кисті рук, що при відсутності

Я. В. Максименко. КІВРА 2015

профілактики і медичного контролю, може викликати професійні захворювання,

- тривале перебування в одному й тому ж самому положенні сидячи, що викликає застійні явища в організмі людини;

- відблиски на екрані монітора.

5.2 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки і гігієни праці та виробничої санітарії

5.2.1 Організації робочих місць обладнаних ВДТ ПЕОМ

Комп'ютерна техніка, яка встановлена в приміщенні лабораторії, є сучасною технікою, виконаною з урахуванням багатьох вимог охорони праці. Зокрема, ВДТ ПЕОМ мають тип LR/NI. Тип (Low Radiation) має низький рівень випромінювання екрана монітора, а тип NI (Non - Interlaced) має порядкове розгорнення, що сприяє меншому стомленню очей при роботі з відео монітором.

ВДТ ПЕОМ є джерелом як електромагнітних випромінювань (м'якого рентгенівського, ультрафіолетового, інфрачервоного та радіочастотного діапазону) так і електростатичного поля.

ВДТ ПЕОМ є пристроєм для візуального зображення інформації, збереженої електронним засобом. Він складається з дисплейного екрана, системного блока обробки виведеної інформації, і клавіатури.

Класифікація ВДТ стосовно до проблеми їхнього впливу на здоров'я базується головним чином на конструктивних особливостях і визначених параметрах самого дисплея (наприклад, можливість одержання багатокольорового, позитивного, негативного зображення).

У разі тривалої роботи за комп'ютером при неправильному, з фізіологічної точки зору, положенні тіла може викликати в організмі людини такі види захворювань, як сколіоз - дугоподібне викривлення хребта, чи остеохондроз – дистрофічний процес у кістковій та хрящовій тканині. Частіше всього користувачі комп'ютерної техніки скаржаться на

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

біль у руках, плечових суглобах, шиї, у верхній частині ніг та у спині. Основні симптоми захворювань, що пов’язані з постійним інтенсивним використанням клавіатури, це больові відчуття у суглобах та м'язах кистей рук, оніміння та дуже повільна рухливість пальців, судоми м'язів кистей рук, поява ниючого болю в ділянках зап'ястка.

Наприклад, в США швидкими темпами розвивається такий вид комп'ютерного захворювання, як „Repetitive Strain Injury” - хронічне розтягнення м'язів травматичного характеру, скорочено — KSI. За даними Національного інституту охорони праці і профілактики професійних захворювань KSI належить до професійних захворювань, що найбільш часто зустрічаються в США. Ця тенденція до зростання кількості користувачів комп'ютерів, які потерпають від цього захворювання, має місце не тільки в США, а і в інших розвинутих країнах світу.

Саме праця за клавіатурою потребує найбільш інтенсивної динамічної роботи кістково-м’язового апарату кистей рук і одночасно статичного напруження м'язів передпліччя і плеча. Виконання однотипних, фізично неважких рухів кистей, що здаються зовсім необтяжливими для людини, можуть призвести навіть до функціональних змін в її організмі, при цьому розвиватися вони можуть непомітно протягом кількох років.

Виникненню захворювань кістково-м'язового апарату кистей рук сприяє неправильне положення тіла щодо клавіатури, значне відхилення ліктів від тулуба нераціональне взаємне спрямування передпліччя та кистей рук.

Слід зауважити, що не тільки робота за клавіатурою призводить до виникнення порушень у кістково-м'язовому апараті рук. Як вже було сказано вище, використання в роботі такого пристрою як „миша”, також несприятливо впливає на організм користувача комп'ютерної техніки. Маніпулюючи „мишею” людина здійснює велику кількість дрібних однотипних рухів, що призводить до постійного навантаження на кисть руки,

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

передпліччя та плече. Все це обумовлює появу неприємних, а згодом і болісних відчуттів у ділянці зап'ястка, у ліктьовому і особливо плечовому суглобах.

Таким чином, можна констатувати, що основне перенапруження опорно-рухової системи людини при роботі з комп'ютерною технікою спричиняється, в першу чергу, багатогодинною напруженою роботою в одноманітному положенні сидячи, а значить і обмеженою загальною руховою активністю (гіподинамією), а також однотипними інтенсивними циклічними навантаженнями, які мають місце при роботі з клавіатурою та з пристроєм типу "миша".

Крім того, праця користувачів персональних комп'ютерів супроводжується активізацією уваги й інших вищих психічних функцій, а також може супроводитися порушеннями режиму праці і відпочинку.

5.2.2 Електробезпека

Електроустаткування можна віднести до I (системні блоки) та II (ВДТ) класів щодо електрозахисту (ГОСТ12.2.007.0-75). Вимірювальні прилади мають 0I клас за електрозахистом.

Помешкання лабораторії по рівню небезпеки поразки людей електричним струмом згідно ОНТП 24-86 та ПБЕ можна віднести, до помешкань без підвищеної небезпеки, тому що:

- відносна вологість повітря не перевищує 75%;
- матеріал підлоги (паркет) є діелектриком;
- температура повітря не досягає значень, більших 35 °С;
- відсутня можливість одночасного доторку людини до з'єднаних із землею металоконструкцій будівлі, технологічних апаратів, механізмів і т.п., з одного боку, і до металевих корпусів електроустаткування – з іншого боку;
- відсутні хімічно агресивні середовища.

Електромережа трьохфазна з глухо заземленою нейтраллю, із зануленням і повторним заземленням нульового проводу відповідно до вимог

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

ПБЕ та ПУЕ. Мережа обладнана автоматом струмового захисту, розрахованого на струм 10А. Час спрацювання автомату 0,1с.

Для того, щоб не допустити ураження людини електричним струмом при виникненні аварійних ситуацій необхідно заземлити все обладнання, що працює від мережі 220В, 50Гц. Опір нульового проводу повинен бути таким, щоб при замиканні на корпус або нульовий провід виникав струм короткого замикання, сила якого повинна перевищувати в 1,4 рази номінальний струм спрацювання автомата струмового захисту (при струмі короткого замикання менше 100А).

$$I_{кз} = \frac{U_ф}{R_0 + R_ф + Z_{T/3}},$$

де $U_ф$ – напруга фази мережі,

R_0 – опір нульового дроту на ділянці від фазного трансформатора до розетки “Вхід мережі” (~1.6 Ом),

$R_ф$ – опір фазного дроту на тій же ділянці (~1.6 Ом).

$Z_{T/3}$ – еквівалентний опір транзистора (0.12 Ом)

$$I_{кз} = \frac{220}{1.6 + 1.6 + 0.12} = 66.265A$$

$$\frac{I_{кз}}{I_{авт}} = \frac{66.265}{10 + 0.12} = 6.548$$

Таким чином струм короткого замикання при виникненні аварійної ситуації в 6.548 рази перевищує номінальний струм спрацювання автомата, що задовольняє встановленим нормам.

Опір заземлюючих пристроїв не перевищує значень встановлених ГОСТ12.1.030-81.

Виконано всі необхідні заходи щодо електробезпеки відповідно до ГОСТ12.3.019-80 та ПУЕ. Додаткових заходів по електробезпеці впроваджувати не потрібно.

Я.В. Максименко, КІВРА 2015

5.2.3 Вимоги до приміщень в яких розміщені ЕОМ

Облаштування робочих місць, обладнаних ЕОМ, ВДТ, повинно забезпечувати:

- належні умови освітлення приміщення і робочого місця, відсутність відблисків;
- оптимальні параметри мікроклімату (температура, відносна вологість, швидкість руху, рівень іонізації повітря);
- належні ергономічні характеристики основних елементів робочого місця;

Будівлі та приміщення, в яких експлуатуються ЕОМ та виконуються їх обслуговування, налагодження і ремонт, повинні відповідати вимогам: СНиП 2.09.02-85 “Производственные здания”, СНиП 2.09.04-87 “Административные и бытовые здания”, “Правил устройства электроустановок”, затверджених Головдержнергонаглядом СРСР 1984 р. (ПВЕ), “Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей”, затверджених Головдержнергонаглядом СРСР 21.12.84 (ПТЕ, СНиП 2.08.02-89 “Общественные здания и сооружения” з доповненнями, затвердженими наказом Держкоммістобудування України від 29.12.94 № 106, СН 512-78 “Инструкция по проектированию зданий и помещений для электронно-вычислительных машин”, затверджених Держбудом СРСР, ДСанПіН 3.3.2.-007-98 ‘‘Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин‘‘, затверджених МОЗ України 10.12.98.

Заборонено розміщувати робочі місця з ВДТ, ЕОМ у підвальних приміщеннях, на цокольних поверхах, поряд з приміщеннями, в яких рівні шуму та вібрації перевищують допустимі значення (поряд з механічними цехами, майстернями тощо), з мокрими виробництвами, з вибухопожежонебезпечними приміщеннями категорій А і Б, а також над такими приміщеннями або під ними.

Я. В. Максименко. КіВРА 2015

Приміщення мають бути обладнані системами водяного опалення, кондиціонування або припливно-витяжною вентиляцією відповідно до СНиП 2.04.05-91.

Згідно з ДНАОП 0.00-1.31-99 площу приміщень визначають із розрахунку, що на одне робоче місце вона має становити не менше ніж 6 м^2, а об'єм не менше ніж 20 м^3 з урахуванням максимальної кількості осіб, які одночасно працюють у зміні. Приміщення являє собою кімнату розміром 7 х 5 м., висотою 4 м. Розмір дверного прорізу 1,5м.

Площа й об’єм приміщення знаходимо по формулах:

$$S = a \cdot b,$$

$$V = S \cdot h,$$

де a – довжина, b – ширина, h – висота приміщення.

Маємо:

$$S = 7 \cdot 5 = 35\ м^2,\ V = 35 \cdot 3,5 = 122,5\ м^3.$$

Зведемо нормативні та фактичні дані приміщення в таблицю 5.1.

На підставі отриманих результатів можна зробити висновок, що геометричні розміри приміщення цілком відповідають нормативним вимогам.

Таблиця 5.1. Параметри приміщення

Назва характеристики	**Нормативне**	**Фактичне**
Площа приміщення з розрахунку	>6 м^2	35 м^2
Об’єм приміщення з розрахунку на 1	>20 м^3	122,5 м^3
Висота приміщення	3,5 – 4 м	3,5 м
Розміри дверей	≥1,1х1.8м	1,5х2 м
Відстань від стіни зі світловими прорізами до ВДТ	≥1м	1,5 м

Оздоблюють стіни, стелю, підлогу приміщення з матеріалів, які дозволені органами державного санітарно-епідеміологічного нагляду.

Я. В. Максименко. КіВРА 2015

Заборонено застосовувати полімерні матеріали (деревостружкові плити, шпалери, що можна мити, рулонні синтетичні матеріали, шаруватий паперовий пластик, тощо), що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини. За розміщенням робочих місць з ВДТ, ЕОМ потрібно витримувати такі відстані: від стін зі світловими прорізами не менше 1 м; між бічними поверхнями ВДТ не менше 1,2 м; між тильною поверхнею одного ВДТ та екраном іншого не менше 2,5 м; прохід між рядами робочих місць не менше 1 м. Робочі місця з ВДТ щодо світлових прорізів розміщують так, щоб природне світло падало збоку, переважно зліва. Екран ВДТ і клавіатура мають розміщуватися на оптимальний відстані від очей користувача, але не ближче 600 мм з урахуванням розміру алфавітно-цифрових знаків і символів. Розміщення екрана ВДТ має забезпечувати зручність зорового спостереження у вертикальній площині під кутом ± 30° від лінії зору працівника.

Усі вище перераховані вимоги відповідають робочому приміщенню, де проводяться дослідження.

5.2.4. Відповідність параметрів мікроклімату в робочій зоні санітарним нормам

Для підвищення працездатності і збереження здоров'я важливо створити для людини стабільні метеорологічні умови – мікроклімат повітряного середовища, у поняття якого входять температура, відносна вологість, швидкість руху повітря та інтенсивність теплового опромінення.

Стан повітряного середовища визначається метеорологічними умовами в лабораторії, виробничим мікрокліматом, а також запиленістю повітря і його загазованістю.

Мікроклімат виробничого приміщення визначається поєднаннями температури, вологості, швидкості руху повітря та інтенсивності теплового випромінювання, що впливають на організм людини.

Я.В. Максименко, КІВРА 2015

Для того, щоб фізіологічні процеси в організмі людини протікали нормально, температура його тіла повинна бути постійною. Надлишкова теплота повинна виділятися в навколишнє середовище. Відповідність між цією теплотою та охолоджувальною здатністю навколишнього середовища визначає комфортні умови.

При відхиленні параметрів мікроклімату від комфортних в організмі людини відбуваються процеси, спрямовані на терморегулювання. Розрізняють хімічну і фізичну терморегуляцію організму. Хімічна відбувається зниженням рівня обміну речовин, а фізична – за допомогою теплопровідності, конвекції, випромінювання і випарювання.

Значні відхилення параметрів мікроклімату від оптимальних можуть стати причиною ряду простудних захворювань.

Робочою зоною вважається простір, обмежений конструкціями виробничих приміщень, що мають висоту 2 м над рівнем підлоги чи площадки, на яких знаходяться місця постійного чи непостійного перебування працюючих. Склад повітря робочої зони залежить від складу атмосферного повітря і впливу на нього виробничих факторів, що утворюються в процесі трудової діяльності людини.

Для нормальної життєдіяльності людини важливий парціальний тиск кисню – 21331 Па (160 мм рт. ст.) і необхідно, щоб у повітрі приміщень містилось не менш 19,5 - 20% кисню.

Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони не має перевищувати ГДК. Відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 вміст озону – не більше 0,1 мг/м^3, вміст оксидів азоту – не більше 5 мг/м^3, вміст пилу – не більше 4 мг/м^3.

Важливо, щоб повітря мало визначений іонний склад. У повітрі містяться негативні і позитивні іони, що по рухливості розділяють на легкі, середні і важкі. На життєдіяльність організму людини благотворно впливають негативні іони кисню. Вміст легких іонів у повітрі виробничих і громадських приміщень, повітряне середовище яких піддається спеціальній обробці в системах кондиціонування, приведено в таблиці 5.2. Іонний склад повітря має відповідати вимогам СН 2152-80.

Я. В. Максименко. КІВРА 2015

Норми метеорологічних умов при розробці пристрою регламентуються ДСН 3.3.6.042-99. Значення оптимальних, припустимих і фактичних параметрів мікроклімату на постійному робочому місці розробника пристрою для категорії виконуваних їм робіт в холодний і теплий період року приведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.2. Припустимий вміст легких іонів у повітрі робочої зони.

Рівні	Кількість іонів у 1 $см^3$ повітря позитивних, n^+	негативних, n^-	Коефіцієнт полярності, π
Мінімально необхідний	400	600	-0. 2
Оптимальний	1000 - 3000	3000 - 5000	- 0.67... 0
Максимально припустимий	50000	50000	-0. 05... +0.05

Як видно з таблиці, фактичні значення параметрів мікроклімату в приміщенні лабораторії відповідають допустимим значенням цих параметрів.

Таблиця 5.3. Нормовані значення параметрів мікроклімату в робочій зоні розробника

Період року	Параметр мікроклімату	Нормовані значення параметрів мікроклімату		Фактичні значення параметрів мікроклімату
		оптимальні	допустимі	
Холодний	Температура, °С	22-24	21-25	21-22
	Відносна вологість, %	40-60	75	65-75
	Швидкість руху, м/с	не більше 0,1	не більше 0,1	не більше 0,1

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

Теплий	Температура, °С	23-25	22-28	22-28
	Відносна вологість, %	40-60	55, при 28 °С 75, при 22 °С	70-75
	Швидкість руху, м/с	не більш 0,1	0,1-0,2	не більш 0,2

5.2.5 Освітлення робочих місць користувачів ВДТ ЕОМ

Штучне освітлення, а саме відсутність у спектрі ламп денного світла й ламп накалювання біологічно активної ультрафіолетової складової при тривалому впливі може призвести до ультрафіолетової недостатності, при якій знижуються бактерицидні властивості шкіри та імунітет.

Істотне значення для збереження тривалої працездатності, підвищення продуктивності праці має забезпечення норм освітленості на робочому місці. Величина освітленості регламентується нормами ДБН В.2.5-28-2006. Робоче приміщення належить до І групи – приміщення, у яких розрізнення об'єктів зорової роботи здійснюється при фіксованому напрямку лінії зору працюючих на робочу поверхню.

Нормування штучного освітлення також здійснюється згідно ДБН В.2.5-28-2006. Для загального освітлення використовують головним чином люмінесцентні лампи, що обумовлено їхніми перевагами. Для розрахунку штучного освітлення застосовують метод коефіцієнта використання потоку:

$$\Phi = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{N \cdot C}$$

де Φ – світловий потік; E – нормована мінімальна освітленість; K – коефіцієнт запасу; S – освітлювана площа; Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення; C – коефіцієнт використання випромінюваного світильниками світлового потоку на розрахунковій площі; N – число світильників.

Згідно ДБН В.2.5-28-2006 визначаємо норму освітленості:

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

$$E = 300\,лк; K = 1,5; S = 5 \cdot 4 = 20\,м^2; Z = 1,2$$

Необхідна кількість люмінесцентних ламп визначається по формулі:

$$N = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{\Phi \cdot C}$$

Найбільш прийнятними для приміщення є люмінесцентні лампи ЛД (денного світла) потужністю 40 Вт. Нормальний світловий потік лампи ЛД-40 дорівнює **Ф = 2340 лм**. Величиною *i*, індексом приміщення можна встановити залежність від площі приміщення й висоти підвісу:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}$$

Де $A = 7м$ – довжина приміщення; $B = 5м$ – ширина приміщення; h – висота підвісу;

$$h = H - hp - hc,$$

Де $H = 3,5м$ – висота приміщення; $hp = 0,8м$ – висота робочої поверхні;

$hc = 0,4м$ – висота від стелі до нижньої частини лампи;

$$h = 3,5 - 0,8 - 0,4 = 2,3\,м$$

$$i = \frac{7 \cdot 5}{2,3 \cdot (7 + 5)} = 1,27$$

Коефіцієнт використання світлового потоку на розрахунковій площі $C = 0,3$. У підсумку число світильників вийде рівним:

$$N = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 20 \cdot 1,2}{2340 \cdot 0,3} = 1,5$$

Для штучного освітлення в робочому приміщенні достатньо використати 2 люмінесцентні лампи денного світла ЛД – 40, зі світловим потоком $Ф = 2340лм$ кожна.

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

5.3 Заходи щодо нормалізації умов праці

Для усунення шкідливого впливу НРВ на організм інженерів-програмістів можна рекомендувати скоротити час перебування за екраном дисплея до 4 годин у зміну, причому після 2 годин безупинної роботи радиться 30-хвилинна перерва (бажано на відкритому повітрі).

З метою автоматичної підтримки параметрів мікроклімату в необхідних межах протягом всіх сезонів року, очищення повітря від пилюки і шкідливих речовин, зниження рівня іонізації в помешканні лабораторії провадиться вентиляція за допомогою двох витяжних вентиляторів типу АИСИ-4 і щоденне вологе прибирання.

Світильники розташовані в два ряди і під'єднані до різних фаз електромережі для усунення мерехтіння світлового потоку (коефіцієнт пульсацій менше 10%).

Для ослаблення шкідливого впливу електростатичних полів у лабораторії застосовуються захисні скляні фільтри (екрани) з електропровідним покриттям, що має відвід для заземлення, що прикріплюються на екран монітора.

Для зниження рівня шуму в лабораторії використовується шумопоглинаюче облицювання з перфорованим покриттям: гіпсові плити товщиною 7-9 мм із заповненням із склотканини.

5.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Безпека в НС регламентується ПЛАС (ДНАОП 0.00-4.33-99). Основними складовими частинами ПЛАС є розробка технічних рішень та організація заходів щодо оповіщення, евакуації та дій персоналу при виникненні НС, а також визначення основних заходів з пожежної безпеки.

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

5.4.1 Вимоги до систем оповіщення персоналу у разі виникнення надзвичайної ситуації

Розміри зон оповіщування, черговість оповіщування та час початку оповіщування людей в окремих зонах визначаються, виходячи з умов забезпечення безпечної та своєчасної евакуації людей у разі виникнення НС.

Оповіщування про НС та управління евакуацією людей здійснюється одним з наступних способів або їх комбінацією:

- поданням звукових і (або) світлових сигналів в усі виробничі приміщення будівлі з постійним або тимчасовим перебуванням людей;

- трансляцією текстів про необхідність евакуації, шляхи евакуації, напрямок руху й інші дії, спрямовані на забезпечення безпеки людей;

- трансляцією спеціально розроблених текстів, спрямованих на запобігання паніці й іншим явищам, що ускладнюють евакуацію;

- розміщенням знаків безпеки на шляхах евакуації згідно з ДСТУ ISO 6309;

- ввімкненням евакуаційних знаків "Вихід";

- ввімкненням евакуаційного освітлення та світлових покажчиків напрямку евакуації.

Кількість оповіщувачів, їх розміщення та потужність повинні забезпечувати необхідну чутність у всіх місцях постійного чи тимчасового перебування людей.

У місцях, де є небезпека механічного ушкодження оповіщувачів, повинен бути забезпечений їх захист, що не порушує працездатності оповіщувачів. Встановлення звукових та мовних оповіщувачів у виробничих приміщеннях повинно виключати можливість концентрації та нерівномірного розподілу звуку.

Оповіщувачі повинні підключатися до мережі без роз'ємних пристроїв і не мати регуляторів гучності. Сигнали оповіщення про пожежу повинні відрізнятися від сигналів іншого призначення. Комунікації системи

Я.В. Максименко, КІВРА 2015

оповіщення людей про пожежу можуть проектуватися суміщеними з радіотрансляційної мережею будівлі.

Електропостачання, заземлення, занулення, вибір та прокладання мереж оповіщення приймаються згідно з вимогами до систем пожежної сигналізації за ДБН В.2.5-13-98 (ДБН В.2.5-56-2010)"Інженерне обладнання будинків і споруд. Пожежна автоматика будинків і споруд".

Управління системою оповіщення слід передбачати з приміщення пожежного поста, диспетчерської або іншого спеціального приміщення. Вимоги до такого приміщення приймаються за аналогією з вимогами до приміщень чергового персоналу з ДБН В.2.5-56-2010.

5.4.2 Обов'язки та дії персоналу у разі виникнення НС

У разі виявлення ознак НС працівник, який їх помітив повинен:

- негайно повідомити про це засобами зв'язку органи МНС та пожежної охорони, вказати при цьому адресу, кількість поверхів, місце виникнення пожежі, наявність людей, а також своє прізвище;
- повідомити про НС керівника, адміністрацію, пожежну охорону підприємства;
- організувати оповіщення людей про НС;
- вжити заходів щодо евакуації людей та матеріальних цінностей;
- вжити заходів щодо ліквідації наслідків НС з використанням наявних засобів.

Керівник та пожежна охорона установки, яким повідомлено про виникнення пожежі, повинні:

- перевірити, чи викликані підрозділи МНС;
- вимкнути у разі необхідності струмоприймачі та вентиляцію;
- у разі загрози життю людей негайно організувати їх евакуацію, та їх рятування, вивести за межі небезпечної зони всіх працівників, які не беруть участь у ліквідації НС;
- перевірити здійснення оповіщення людей про НС;

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

- забезпечити дотримання техніки безпеки працівниками, які беруть участь у ліквідації НС ;
- організувати зустріч підрозділів МНС та Державної пожежної охорони, надати їм допомогу у локалізації і ліквідації НС.

Після прибуття на НС підрозділів МНС та пожежної охорони повинен бути забезпечений безперешкодний доступ їх до місця, де виникла НС.

5.4.3 Пожежна безпека

Відповідно до НАПБ Б.07.005-86 (ОНТП24-86) робоче приміщення лабораторії відноситься до категорії В по вибухопожежній небезпеці. Відповідно до ПУЕ-87 та ДНАОП 0.00-1.32-01 клас робочих зон приміщення лабораторії по пожежонебезпеці - П-IIа. Можливими причинами пожежі в приміщенні є несправність електроустаткування, коротке замикання проводки, і порушення протипожежного режиму (використання побутових нагрівальних приладів, паління).

У зв'язку з цим, відповідно до вимог ПБЕ та ПУЕ, необхідно передбачити наступні заходи.

- постійний контроль стану засобів пожежогасіння;
- застосування автоматичних установок пожежної сигналізації;
- організація за допомогою технічних засобів, включаючи автоматичні, своєчасного оповіщення та евакуації людей.
- контроль за станом ізоляції струмоведучих дротів;
- заборонено паління в приміщенні;
- неприпустимість знаходження у приміщенні горючих і вибухонебезпечних речовин;
- допуск до роботи осіб, які в установленому порядку пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з пожежної безпеки.

Для гасіння пожежі в робочому приміщені лабораторії (клас пожежі „E"- наявність електрообладнання під напругою) використовуються

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

вогнегасники ОП-1 — “Момент” (2 шт.). Додатково в коридорі розташовані вогнегасники ОХП-10. Також на сходовій клітці розташований пожежний кран. Така кількість первинних засобів пожежогасіння відповідає вимогам ДСТУЗБ 75-98 та ISO3941-77, якими передбачене обов’язкова наявність двох вогнегасників до 100 м^2 площі підлоги для приміщення типу конструкторське бюро.

Згідно вимог ДБН В.2.5-13-98 робоче приміщення лабораторії необхідно оснастити системою автоматичної пожежної сигналізації.

Будинок має два евакуаційних виходів: через головний хід і додатковий евакуаційний вихід. Шляхи евакуації відповідають установленим нормам. Двері відкриваються назовні. Коридор веде до двох сходових кліток, одна з яких виходить безпосередньо на вулицю, а друга має вихід на вулицю через вестибюль і головний вхід. Сходова клітка виконана з не пальних матеріалів. Сходи мають природне бічне освітлення і штучне евакуаційне освітлення. Сходові площадки ширше коридорів. Усі співробітники ознайомлені з планом евакуації.

Дотримано усі вимоги СНиП 2.09.02-85 по вогнестійкості будинку і ширині евакуаційних проходів і виходів із приміщень назовні. Значення основних параметрів шляхів евакуації приведені в табл.5.4.

У приміщенні є план евакуації. Мінімальний час евакуації в разі виникнення пожежі відповідає вимогам СНиП 2.01.02-85, а максимальне видалення робочих місць від евакуаційних виходів вимогам СНиП 2.09.02-85.

Табл.5.4. Характеристики і норми евакуовиходів

Параметр	Фактичне значення	Норма
Висота дверних прорізів	2,0 м	Не менше 2 м

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

Ширина дверних прорізів	0,8 м	Не менше 0,8 м
Ширина проходу для евакуації	Більше 1,5 м	Не менше 1 м
Ширина коридору	2 м	Не менше 2 м
Число виходів з коридору	2	Не менше 2
Ширина сходового маршу	1,2 м	Не менше 1 м
Висота поруччя сходів	1 м	Не менше 0,9 м

У приміщенні виконуються усі вимоги по пожежній безпеці відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2004 “Правила пожежної безпеки в Україні”.

Я. В. Максименко, КіВРА 2015

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Харченко В. П.* Оптимізація конфігурації інформаційного поля аеронавігаційної системи // Вісн. КМУЦА. – 2000. – № 1-2. – С. 8 - 14.
2. *Конін В.В., Мелкумян В.Г., Сушич О.П.* Оцінювання доступності супутникових навігаційних систем. Проблеми інформатизації та управління: Збірник наукових праць: Випуск 12. – К.: НАУ, 2005. – с. 90 – 93.
3. *Бабак В. П., Конін В. В., Харченко В. П.* Супутникова радіонавігація. – К.: Техніка, 2004. – 328 с.
4. *OEM4* Family Installation and Operation User Manual Rev 11, Vol 1. NovAtel Inc., Canada, 2004.- 202 p.
5. *OEM4* Family Installation and Operation User Manual Rev 11, Vol 2. NovAtel Inc., Canada, 2004.- 280 p.
6. *Дьяконов В. П.* MATLAB 6. 5 SP1/7. 0+ Simulink 5/6. Обработка сигналов и проектирование фильтров.- М. :СОЛОН Пресс, 2005.- 576 с.
7. *Ануфриев И. Е.*, Смирнов А. Б., Смирнова Е. Н. MATLAB 7. – СПб.: БХВ- Петербург, 2005.-1104 с.
8. *Скорик Е.Т, Крюков. А.В.* Адаптивная компенсация помех в спутниковых радионавигационных системах, Космічна наука і технологія, том 4, №4, 2001, с.126-132.
9. *Сетевые* спутниковые радионавигационные системы / Под ред. В. С. Шебшаевича. – М.: Радио и связь, 1982. – 272 с.
10. *Руководство* по требуемым навигационным характеристикам (RNP). – ICAO. Doc. 9113 - AN/937. – Монреаль, 1994. – 46 с.
11. *Рубинштейн Д.Н.* Надежность и навигационная безопасность плавания в различных условиях. Учеб. пособие. - Владивосток:

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

Дальневосточная государственная морская академия им. адмирала Г.И. Невельского , 2001. - 112 с.

12. *Правила* аэронавигационного обслуживания. Производство полетов воздушных судов (Doc 8168-OPS/611).
13. *Одуан К.* Измерение времени. Основы GPS. – М.: Техносфера, серия:Мир связи, 2003. – 400 с.
14. *Потенциальные* возможности реализации широкозонной дифференциальной навигации по сигналам космических навигационных систем GPS и ГЛОНАСС в Украине/ А. П. Верещак, А. А. Жалило, И. Г. Ноздрин и др.// Косм. наука і технологія, 1998. – Т.4, № 5/6. – С. 56 - 61.
15. *Иванов М.П, Кашинов В.В.* Экспериментальная проверка помехозащищенности американской спутниковой навигационной системы GPS.. – Internet (Кашинов В. В.)
16. *Загоруйко В. В., Конин В. В.* Спутниковые навигационные системы // Деньги и технологии. – 2000. – № 4. – С. 60 - 63.
17. *Мониторинг* супутникових систем GPS та EGNOS/ В.П. Харченко, В.В. Конин, А. С. Погурельський, А. П Сушич/Авиационно-космическая техника и технология. Научно-технический журнал: Выпуск 7 (23). – Х.: ХАИ, 2005. – с. 250 – 259.
18. *Борушко Ю.М., Загоруйко В.В., Конин В.В.* Особенности использования в авиации Украины спутниковой навигации // Материалы 8-й Международ. Крымской конф. "СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии". Севастополь, 1998. – Т.1. – С. 307-309.
19. *Авиационные* применения спутниковых приемников в условиях помех / А. И. Задорожный, Ю.А. Соловьев, М.А. Маркелов, Д.Н. Гордиенко // Материалы III Международ. Конф. "Навигация-2000". – М., 2000. – с. 138-142

Я. В. Максименко, КІВРА 2015

20. Ануфриев И. *Самоучитель "MatLab 5.3/6.x",Санкт-петербрг «БХВ-Петербург2,2002-с.194-195.*

Я. В. Максименко, КіВРА 2015