

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКДАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ЕЛЕКТРОІЖЕНЕРІЇ

ШЕВЧУК ОЛЕГ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 621.391

**ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ УПРАВЛІННЯ ДВИГУНАМИ
ПЕРЕМІЩЕННЯ АНТЕНИ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ**

172 “Телекомунікації та радіотехніка”

Автореферат
дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня “магістр”

Тернопіль 2019

Роботу виконано на кафедрі радіотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

**Керівник
роботи:**

кандидат технічних наук, доцент, декан ФПТ
Яськів Володимир Іванович,
Тернопільський національний технічний
університет імені Івана Пулюя,

Рецензент:

доктор технічних наук, професор, завідувач
кафедри приладів та контрольно-вимірювальних систем
Паламар Іван Михайлович,
Тернопільський національний технічний
університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 26 грудня 2019 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні
екзаменаційної комісії №26 у Тернопільському національному технічному
університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Текстильна,
28, навчальний корпус №9 “Сатурн”, ауд. 612

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми дослідження. Основним джерелом інформації про повітряну обстановку є радіолокаційне спостереження, що здійснюється радіотехнічними засобами України. Радіолокаційне спостереження ведеться черговими радіотехнічними підрозділами. Виходячи із завдань видів радіолокаційне спостереження повинно відповідати вимогам активності, оперативності та неперервності. Активність радіолокаційного спостереження забезпечується за рахунок правильного вибору радіолокаційних комплексів і станцій для ведення спостереження, своєчасного і правильного встановлення режимів їх роботи, відповідно до повітряної обстановки що складається. Максимальна ймовірність виявлення повітряних об'єктів досягається шляхом зменшення швидкості обертання антен радіолокаційних комплексів.

Одним із способів забезпечення необхідної оперативності радіолокаційного спостереження є правильний вибір і установка відповідного режиму роботи радіолокаційних комплексів. У свою чергу, неперервність супроводу повітряних об'єктів також забезпечується своєчасним застосуванням режимів роботи, відповідно дій повітряного судна.

Так, при пошуку цілі на низькій висоті огляд повітряного простору після виявлення цілі здійснюють на підвищеній швидкості обертання антен, що дозволяє отримати максимум інформації про цілі під час перебування їх в зонах виявлення.

Швидкість обертання антенних систем радіолокаційних комплексів і станцій при пошуку висотних цілей встановлюється максимальною, а при їхньому супроводі мінімальною. Зміна швидкості обертання антен здійснюється системою переміщення антен, вимоги до якої є суттєво суперечливі [3-5], що призводить при їх реалізації до підвищених габаритів та ваги, ускладнення апаратури, яка використовується, підвищеного енергоспоживання, збільшення вартості виробництва і експлуатації, зниження надійності і довговічності.

З іншої сторони, різноманіття завдань, що вирішуються радіолокаційними системами, а також широкий діапазон характеристик повітряних об'єктів не дозволяють обмежуватися застосуванням однотипних радіолокаційних станцій.

Системи переміщення антен, які використовуються в радіолокаційних системах різні, і в ряді випадків не в повній мірі здатні задовольнити вимогам. Які пред'являються до них по забезпеченню необхідної для пошуку і супроводу цілі частоти обертання антени.

У радіолокаційних станціях для виявлення об'єктів на низьких висотах, як правило, використовується режим качання, а для супроводу таких цілей використовується режим кругового огляду. Для пошуку і виявлення висотних цілей використовується режим секторного огляду з тридцятиградусним качанням. При цьому в залежності від призначення радіолокаційних комплексів і станцій, а також від задач, які вони розв'язують, частота обертання антеною системи різна.

Мета і задачі дослідження. Метою є створення слідуючої системи управління антеною на базі вентильного двигуна і визначення оптимальних

значень регуляторів для покращення динамічних характеристик антенного пристрою.

Для досягнення вказаної мети, в роботі поставлено та розв'язано наступні задачі:

- проведено аналіз вимог, які пред'являються до слідкуючих систем управління антеною;
- проведено аналіз сучасного стану технологій слідкуючих систем управління антеною;
- змодельовано роботу вентиляного двигуна;
- розраховано параметри двигунів приводів азимута, поперечного крену і кута місця;
- проведено синтез регуляторів слідкуючої системи управління антеною;
- проведено математичне моделювання слідкуючих систем управління антеною;
- досліджено контури регулювання слідкуючих системи при ступінчастому вхідному впливі;
- досліджено слідкуючі системи управління антеною на грубість до варіацій параметрів об'єкту управління;
- дослідження вплив збурюючих впливів на якість регулювання слідкуючих систем управління антеною;
- перевірено динамічні похибки системи стабілізації, яка не повинна перевищувати 2-3 кутових хвилин при впливі можливих періодичних збурюючих кутів кильової качки, бортової качки і риску рівними ± 25 , ± 30 і ± 8 градусів відповідно;
- обґрунтовано вибір типу двигуна слідкуючих систем управління антеною.

Об'єкт дослідження. Слідкуюча система управління антеною.

Предмет дослідження. Регулятори слідкуючих систем по трьох осях антенного пристрою з напівпровідниковим перетворювачем частоти, вентиляним двигуном і з датчиками положення в колі зворотного зв'язку.

Методи дослідження. Для розв'язання поставлених задач використовувалися основні положення і методи теорії автоматичного управління, теорія експерименту, теорія ймовірності та методи математичної статистики.

Наукова новизна отриманих результатів. У магістерській роботі вперше отримані наступні нові наукові результати:

- розроблено слідкуючу систему управління з безредукторним електроприводом з гіроскопічною системою стабілізації антени на основі вентиляного двигуна з перетворювачами частоти.

Апробація результатів досліджень. Окремі результати роботи доповідались VIII Міжнародна науково-технічна конференція молодих учених та студентів “Актуальні задачі сучасних технологій”. Тернопіль, ТНТУ, 27 – 28 листопада 2019 р.

Практичне значення отриманих результатів. Запропонована математична модель та алгоритм роботи модуля управління антеною дозволить збільшити енергоефективність.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність обробки складних сигналів з великою базою. Це є проблемою у вирішенні завдання подальшого вдосконалення радіотехнічних пристроїв, систем та комплексів.

Мета і задачі дослідження. Основною задачею роботи є:

- аналіз сигналів з великою базою;
- розробка методу обробки сигналів з великою базою;
- розробка схеми апаратної та програмної обробки сигналів з великою базою;
- вибір оптимального методу обробки сигналів з великою базою.

У першому розділі дипломної роботи “Сучасний стан електроприводів переміщення антен радіоелектронних систем”:

- проведено аналіз вимог, які пред’являються до слідкуючих систем управління антеною;
- проведено аналіз сучасного стану технологій слідкуючих систем управління антеною;
- змодельовано роботу вентильного двигуна;
- розраховано параметри двигунів приводів азимута, поперечного крену і кута місця.

У другому розділі “Синтез регуляторів слідкуючої системи управління антеною” проведено синтез регуляторів слідкуючої системи управління антеною:

- контуру регулювання струму;
- контуру регулювання швидкості;
- контуру регулювання положення.

У третьому розділі “Математичне моделювання слідкуючих систем управління антеною”:

- проведено математичне моделювання слідкуючих систем управління антеною;
- досліджено контури регулювання слідкуючих системи при ступінчастому вхідному впливі;
- досліджено слідкуючі системи управління антеною на грубість до варіацій параметрів об’єкту управління;
- дослідження вплив збурюючих впливів на якість регулювання слідкуючих систем управління антеною;

перевірено динамічні похибки системи стабілізації, яка не повинна перевищувати 2-3 кутових хвилин при впливі можливих періодичних збурюючих кутів кільової качки, бортової качки і риску рівними ± 25 , ± 30 і ± 8 градусів відповідно.

У четвертому розділі “Спеціальна частина” розглянуто питання використання середовища MATLAB для математичного моделювання.

У п’ятому розділі розглянуто питання економічної доцільності проведення науково-дослідної роботи.

У шостому розділі дипломної роботи “Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях” проаналізовано вимоги з охорони праці і техніки безпеки при використанні.

Розглянуто вимоги дотримання техніки безпеки та охорони праці при використанні ПК.

Розроблено заходи з підвищення стійкості роботи об’єктів зв’язку, радіомовлення та телебачення

Здійснено заходи щодо зниження дії іонізуючого випромінювання на радіоелектронну апаратуру

У сьомому розділі дипломної роботи “Екологія” проведено аналіз впливу електромагнітного забруднення довкілля його вплив на людину. Шляхи його зменшення.

У загальних висновках щодо дипломної роботи описано отримані в процесі виконання дипломної роботи магістра результати, що дозволяють широко використовувати НШС сигнали в радіолокації. Вперше розроблено апаратний та програмний блоки для обробки НШС сигналів.

В додатках до пояснювальної записки приведено копію наукової публікації автора.

ВИСНОВКИ

Наукова новизна отриманих результатів. У магістерській роботі вперше отримані наступні нові наукові результати:

Основні результати даної роботи полягають в наступному.

- проведено аналіз вимог, які пред’являються до слідкуючих систем управління антеною;
- проведено аналіз сучасного стану технологій слідкуючих систем управління антеною;
- змодельовано роботу вентильного двигуна;
- розраховано параметри двигунів приводів азимута, поперечного крену і кута місця;
- контуру регулювання струму;
- контуру регулювання швидкості;
- контуру регулювання положення.
- проведено математичне моделювання слідкуючих систем управління антеною;
- досліджено контури регулювання слідкуючих системи при ступінчастому вхідному впливі;
- досліджено слідкуючі системи управління антеною на грубість до варіацій параметрів об’єкту управління;
- дослідження вплив збурюючих впливів на якість регулювання слідкуючих систем управління антеною;

– перевірено динамічні похибки системи стабілізації, яка не повинна перевищувати 2-3 кутових хвилин при впливі можливих періодичних збурюючих кутів кильової качки, бортової качки і риску рівними ± 25 , ± 30 і ± 8 градусів відповідно.

– **Практичне значення отриманих результатів.** Впровадження методів та алгоритмів управління вентилями двигунами переміщення антенної системи дозволить:

1 Підвищити точність та динамічність управління переміщенням антени..

2 Зменшити динамічні похибки системи стабілізації, яка не повинна перевищувати 2-3 кутових хвилин при впливі можливих періодичних збурюючих кутів кильової качки, бортової качки і риску рівними ± 25 , ± 30 і ± 8 градусів відповідно.

3 Зменшено вартість проектованої системи.

АНОТАЦІЯ

Шевчук О.О. Дослідження алгоритмів управління двигунами переміщення антени радіолокаційної системи.

Дипломна робота на здобуття освітнього ступеня магістра 172 – “Телекомунікації та радіотехніка”. – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль 2019.

У дипломній роботі магістра проведено дослідження та аналіз сучасного стану алгоритмів управління вентилями двигунами переміщення антени радіолокаційної системи, досліджено методи управління двигунами, змодельована система управління двигунами, зпроектовано модель оптимального алгоритму управління двигунами.

Предметом даної дипломної роботи є система управління двигунами переміщення антени радіолокаційної станції.

Ключові слова: антена, алгоритм, вентильний двигун, електропривід, радіолокаційна система

ANNOTATION

Shevchuk O. Investigation of radar system antenna displacement engines control algorithms.

The diploma paper for obtaining the Master's degree 172 – Telecommunications and radio engineering – Ivan Puluj Ternopil National Technical University, Ternopil 2019.

In the master's thesis the research and analysis of the current state of the algorithms of control of valve motors of antenna displacement of the radar system were carried out, the methods of motor control were investigated, the engine management system was modeled, modeled the optimal motors control algorithm was designed.

The subject of this diploma thesis is system of control valve motors of antenna displacement of the radar system.

Keywords: antenna, asynchronous motor, algorithm, electric drive, radar system