

СЕКЦІЯ 3

ПРОБЛЕМИ ПОБУДОВИ, МОДЕРНІЗАЦІЇ І УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ

Керівники секції: к.т.н. доцент полковник Сачук І.І.
Секретар секції: молодший лейтенант Кузнєцова О.М.

МОДЕЛЮВАННЯ ФАЗОВАНОЇ АНТЕННОЇ РЕШІТКИ, ЩО СКЛАДАЄТЬСЯ З ПІДРЕШІТОК

Б.М. Шапар; Є.Ю. Стерневський

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Захист РЛС від перешкод забезпечується проведенням комплексу заходів перш за все технічного характеру, що передбачають використання спеціальних сигналів, а також алгоритмів і методів перешкодозахисту. При цьому РЛС з фазованими антенними решітками (ФАР) дозволяють застосовувати так звані активні способи перешкодозахисту, які передбачають адаптивну зміну параметрів зондувальних сигналів (частота, період повторення, вид модуляції та ін.).

Одним з найбільш ефективних методів захисту РЛС від імпульсних (прицільних) перешкод є метод частотної селекції, для реалізації якого необхідно забезпечити широкосмуговість ФАР.

До основних методів розширення смуги пропускання ФАР відносяться:

- використання пристроїв часової затримки (характеризуються високою вартістю, внесенням додаткових втрат і помилок);
- використання підрешіток.

Оптимальним за критерієм ефективність/вартість є метод розбиття ФАР на підрешітки.

Для дослідження ефективності методу розбиття ФАР на підрешітки була розроблена відповідна математична модель з використанням пакету розширень Phased Array System Toolbox системи Matlab. Дана модель дозволяє проводити аналіз характеристик направленості ФАР з підрешіток і еквівалентної плоскої ФАР при відстроюванні зондувального сигналу по частоті.

МОДЕЛЮВАННЯ ФАЗОВАНОЇ АНТЕННОЇ РЕШІТКИ З ВИПРОМІНЮВАЧАМИ ТИПУ АНТЕНА БІЖУЧОЇ ХВИЛІ НА ОСНОВІ Ш-ХВИЛЕВОДУ

В.М. Грибов

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Лінійні випромінювачі різних типів знайшли широке застосування для побудови одновимірних фазованих антенних решіток (ФАР). Зокрема лінійні випромінювачі, побудовані з використанням антен біжучої хвилі (АБХ) на основі Ш-хвилеводу, застосовуються в РЛС типу 9С15, 9С18М1 та ін. сучасних РЛС.

Даний тип антен має ряд достоїнств: широкий частотний діапазон; добре узгодження з ТЕМ-лініями шляхом простого підключення центрального провідника лінії до центрального ребра ("ножа") Ш-хвилеводу; просте управління параметрами хвилі, що розповсюджується, шляхом зміни висоти "ножа"; низька погрішність вимірювання напруженості поля завдяки відкритості геометрії; технологічність виготовлення.

Експериментальне відпрацювання АБХ на основі Ш-хвилеводу характеризується невизначеністю впливу різних параметрів елементів антени на амплітудно-фазовий розподіл в апертурі антени і відповідно на її діаграму направленості. Крім того, важливим є конструктивно-технологічний чинник, оскільки такий випромінювач є складним і дорогим пристроєм, і для кожного експерименту необхідно виготовляти його наново. Проблема ще більше ускладнюється при необхідності конструювання ФАР на основі таких випромінювачів.

Для вирішення даної задачі запропонована методики розробки математичної моделі ФАР з випромінювачами типу АБХ на основі Ш-хвилеводу в системі автоматичного проектування CST Studio Suite.

ТЕХНІЧНІ ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО МОДЕРНІЗАЦІЇ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЦИФРОВИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ТА КОМПЛЕКСІВ АВТОМАТИЗОВАНИХ КОМАНДНИХ ПУНКТІВ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК

*Ю.І. Головач; Є.М. Омельченко; А.А. Чорний; В.В. Жмуд
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Підвищення ефективності комплексів засобів автоматизації (КЗА) командних пунктів зенітних ракетних військ (ЗРВ) може здійснюватися шляхом нарощування та вдосконалення обчислювального ресурсу різних цифрових обчислювальних комплексів (систем) на підставі інформаційного спряження автоматизованих командних пунктів (АКП) ЗРВ з сучасними персональними обчислювальними машинами (ПЕОМ). Ця актуальна задача базується на обґрунтуванні та розробці способів і технічних пристроїв інформаційного та логічного спряження ПЕОМ з інтерфейсом КЗА командних пунктів типу "загальна шина". Комплексна інтеграція ПЕОМ у склад штатної обчислювальної системи дозволяє, по-перше, підвищити ефективність вирішення типових завдань КЗА командного пункту, а, по-друге, створити додаткові інформаційно-розрахункові, тренажні та контрольні підсистеми.

Спряження інтерфейсу КЗА командних пунктів з ПЕОМ пропонується здійснювати через спеціальний пристрій – інформаційний та логічний адаптер спряження. Запропоноване структурна схема адаптера спряження, розроблені принципи побудови та функціонування його основних вузлів: блоків каналного та програмного обміну, які реалізують селекторний і мультиплексорний режими (канали) обміну в інтерфейсі КЗА командного пункту ЗРВ відповідно.

CALCULATION OF THE RADAR TRANSMITTER EFFICIENCY AND ESTIMATION OF POWER LOSS OF THE PROBING SIGNAL USING A PHASED ANTENNA ARRAY WITH OPTICAL EXCITATION

M. Balanyuk; V. Kohan

Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University

The tasks assigned to the reconnaissance and guidance radar of SAM-complexes require high power of the probing signal and high resolution at angles and range. In addition, the solution of the tasks of fire control and missile guidance at the target requires the possibility of instantaneous retuning the parameters of the direction pattern antenna in time and space.

The use of multi-cascade transmitters solves the problem of forming a powerful probing signal, and the use of phased antenna arrays solves the problem of instantaneous retuning the parameters of the direction pattern antenna.

To achieve the specified radar parameters in terms of range and resolution, the transmitter power and antenna parameters must meet the requirements of the gain factor and the efficiency.

The quantitative estimation of power loss of the radar probing signal is made due to the use of a passive phased antenna array with optical excitation. The results of calculations of the radar transmitter efficiency are given.

Proposals have been made to increase the radar transmitter efficiency.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ СИНТЕЗУ СИСТЕМИ СУПРОВОДЖЕННЯ ЦІЛІ ЗА ДАЛЬНІСТЮ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ

О.О. Баран; В.В. Юдін; І.В. Дімітров; Д.І. Щоголев

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Досвід проведення антитерористичної операції свідчить про широке застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для ведення розвідки позицій військ з подальшим застосуванням по ним засобів ураження. Ефективність знищення БПЛА, внаслідок малої ефективної площі розсіювання, є недостатньою, що потребує доопрацювання систем супроводження цілі, зокрема за дальністю.

Розглядається принцип дії системи супроводження цілі за дальністю зенітного ракетного комплексу, яка забезпечує часову селекцію радіолокаційних сигналів, що поступають в приймальний пристрій, і оцінювання дальності цілі по часу затримки відбитого від цілі сигналу. Виходячи з принципів дії функціональних блоків системи, отримані їх математичні моделі. Математична модель системи отримана шляхом їх поєднання.

Сформульовано задачу синтезу оптимальної за критерієм мінімуму середньоквадратичної помилки системи супроводження цілі за дальністю. Запропоновано в основу синтезу системи покласти модель експоненціально корельованих прискорень цілі. Приведені результати моделювання функціонування системи за допомогою пакету програм Simulink програмної оболонки MATLAB.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ СИНТЕЗУ СИСТЕМИ СУПРОВОДЖЕННЯ ЦІЛІ ЗА КУТОВИМИ КООРДИНАТАМИ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ

*Л.В. Кунчиков; А.М. Бакалець; Д.О. Зелінський; Д.В. Білий
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Досвід проведення антитерористичної операції свідчить про широке застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для ведення розвідки позицій військ з подальшим застосуванням по ним засобів ураження. Ефективність знищення БПЛА, внаслідок малої ефективної площі розсіювання, є недостатньою, що потребує доопрацювання систем супроводження цілі, зокрема за кутowymi координатами.

Розглядається принцип дії системи супроводження цілі за кутowymi координатами зенітного ракетного комплексу, яка забезпечує просторову селекцію радіолокаційних сигналів і оцінювання кутових координат цілі. Виходячи з принципів дії функціональних блоків системи, отримані їх математичні моделі. Математична модель системи отримана шляхом їх поєднання.

Сформульовано задачу синтезу оптимальної за критерієм мінімуму середньоквадратичної помилки системи супроводження цілі за кутowymi координатами. Запропоновано в основу синтезу системи покласти модель експоненціально корельованих прискорень цілі. Приведені результати моделювання функціонування системи за допомогою пакету програм Simulink програмної оболонки MATLAB.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ СИНТЕЗУ СИСТЕМИ СУПРОВОДЖЕННЯ ЦІЛІ ЗА РАДІАЛЬНОЮ ШВИДКІСТЮ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСУ

*С.В. Калина; А.Ю. Берко; Я.М. Доманішевський; С.О. Шурупов
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Досвід проведення антитерористичної операції свідчить про широке застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для ведення розвідки позицій військ з подальшим застосуванням по ним засобів ураження. Ефективність знищення БПЛА, внаслідок малої ефективної площі розсіювання, є недостатньою, що потребує доопрацювання систем супроводження цілі, зокрема за радіальною швидкістю.

Розглядається принцип дії системи супроводження цілі за радіальною швидкістю зенітного ракетного комплексу, яка забезпечує частотну селекцію радіолокаційних сигналів, що поступають в приймальний пристрій, і оцінювання радіальної швидкості цілі по частоті Доплера відбитого від цілі сигналу. Виходячи з принципів дії функціональних блоків системи, отримані їх математичні моделі. Математична модель системи отримана шляхом їх поєднання.

Сформульовано задачу синтезу оптимальної за критерієм мінімуму середньоквадратичної помилки системи супроводження цілі за радіального швидкістю. Запропоновано в основу синтезу системи покласти модель експоненціально корельованих прискорень цілі. Приведені результати моделювання функціонування системи за допомогою пакету програм Simulink програмної оболонки MATLAB.

RESEARCH OF AUTOMATIC-FREQUENCY CONTROL SYSTEM OF THE RADAR OF A PERSPECTIVE SURFACE-TO-AIR MISSILE COMPLEX

*D. Sidorov; V. Kravchuk; S. Volovodjuk; V. Teslenko
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University*

The principle of the digital automatic-frequency control system operation is considered. The mathematical models of functional units are obtained based on their operation principles. The mathematical model of the system is obtained by their combination. Transformation from discrete and continuous mathematical model to discrete mathematical model of the system is carried out.

The analysis of the system stability is carried out on the basis of Gurvits criterion. The stability conditions which define the stability area are obtained. The analysis of quality of the system operation in the transient is carried out by a direct method. By means of the Control System software of the MATLAB program on the basis of transfer operator of the open-loop system the family of rated transient response for different values of the signal-to-noise ratio is obtained. According to method of error coefficients the equation for calculation of systematic dynamic error is defined. According to spectral method the equation for calculation of fluctuation error variance is defined. The root-mean-square error of the system is obtained by their combination. The dependences of a systematic dynamic error, fluctuation error variance and root-mean-square error of the automatic-frequency control system on the signal-to-noise ratio are obtained. The root-mean-square error of the automatic-frequency control system does not exceed of the amplitude frequency response bandwidth.

DEVELOPMENT OF ALGORITHMS FOR IDENTIFYING VARIOUS DATA SOURCES OF INFORMATION SUPPORT TAKING INTO ACCOUNT THE EXPERIENCE OF PARTICIPATING IN THE ANTITERRORIST OPERATION

*A. Kozachek; A. Tihovod; A. Stepanyuk
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University*

To improve the information support of SAM (surface-to-air) units, in particular in the area of anti-terrorist operation, special software "Virage-tablet" is used. To link it to the command post of the medium range SAM system, it is proposed to use the method of identifying the information using the interpolation method.

The algorithms of data identification from the intelligence means of the command post of the medium range SAM system, the superior command post and the support unit of the radio troops are developed. They are designed to receive data of secondary

processing of information from radars. The basis of the identification algorithms is the interpolation procedure. The expediency of using the developed algorithms for data identification to increase the information support of the command post of the medium range SAM system has been proved.

СПОСОБИ КОРЕКЦІЇ МОМЕНТУ СПРАЦЮВАННЯ НАПІВАКТИВНОГО ФАЗОДОПЛЕРІВСЬКОГО РАДІОПІДРИВАЧА ЗЕНІТНОЇ КЕРОВАНОЇ РАКЕТИ В-500Р ПРИ СТРІЛЬБІ В РІЗНИХ УМОВАХ ОБСТАНОВКИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО УСУНЕННЯ ЕФЕКТУ ЙОГО РАНЬОГО СПРАЦЮВАННЯ ПРИ ВПЛИВІ ПАСИВНИХ ЗАВАД

*С.М. Шепелевич; В.Ю. Василенко; М.І. Камчатний, к.т.н., доц.
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Аналізується способи корекції моменту спрацювання напівактивного фазодоплерівського радіопідривача ЗРК В-500Р в умовах впливу активних і пасивних перешкод. Показано, що при впливі на роботу РП пасивних перешкод відбувається його раннє спрацювання, яке призводить до зниження ефективності бойового спорядження ракети. Пропонується спосіб корекції моменту спрацювання радіопідривача ракети В-500Р за рахунок вимірювання часу раннього спрацювання і затримки моменту спрацювання на вимірний час. Даються технічні пропозиції щодо реалізації запропонованого способу за допомогою спеціального пристрою корекції та оцінюється його вплив на ефективність стрільби ЗРК з телекеруванням в різних умовах перешкодової обстановки.

СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЗЕНІТНИМИ КЕРОВАНИМИ РАКЕТАМИ СЕРЕДНЬОЇ ДАЛЬНОСТІ. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КОНТУРУ НАВЕДЕННЯ

*Р.В. Іщенко; Є.С. Цирік; О.А. Запрута; А.Б. Скорик, к.т.н., доц.
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

У доповіді розглянуті питання побудови математичної моделі контуру наведення зенітних керованих ракет середньої дальності. Наводиться приклад побудови структурної схеми контуру наведення, що реалізовує "класичне" пропорційне керування по кутовий швидкості лінії дальності. Досліджується модель кінематичного ланки, яка використовується в структурній схемі контуру наведення контуру наведення зенітних керованих ракет середньої дальності, що реалізує метод пропорційного зближення в системах ТУ-I, ТУ-II і бінарного телеуправління.

Розглянуті пропозиції щодо використання активної ГСН у ЗРК середньої дальності.

Розглянуті питання щодо використання інваріантного методу наведення для стрільби по маневруючих цілях.

Запропоновано модифікований алгоритм розрахунку зони поразки ЗРК середньої дальності з використанням моделі контуру наведення ЗРК.

ДОРОБКА РПН СЕРЕДНЬОЇ ДАЛЬНОСТІ З КОМАНДНИМ МЕТОДОМ НАВЕДЕННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ДАЛЬНОСТІ І ТОЧНОСТІ СУПРОВОДЖЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ АТО

*О.Ю. Овчаренко; Є.С. Кононенко; О.В. Гаєвський; В.О. Швидкий
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Аналізуються основні типи зондувальних сигналів які використовуються в РПН середньої дальності з командним методом наведення, традиційні шляхи підвищення дальності дії і точності супроводження за дальністю такими радіолокаторами.

Для дослідження дальності виявлення малорозмірних цілей пропонується застосування дослідницької експериментальної установки. Розглядається її структура, принципи функціонування і результати, які були проведені у ході експерименту.

Розглядаються технічні пропозиції які були розроблені у ході роботи в технічному гуртку і під час виконання дипломних робіт.

РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВВЕДЕННЯ В РПН 5Н63С РЕЖИМУ ПЛАВНОГО АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПОТУЖНОСТІ ЗОНДУВАЛЬНОГО СИГНАЛУ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЗАМІТНОСТІ ЙОГО РОБОТИ

*М.І. Щеголев; С.В. Вдовиченко; М.І. Камчатний, к.т.н., доц.
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Аналізуються способи керування потужністю зондувальних сигналів багатофункціонального радіолокатора 5Н63С, показується, що регулювання потужності зондувального сигналу в процесі бойової роботи практично не здійснюється при супроводженні цілей як на великих, так і на малих дальностях, що негативно впливає на незамітність роботи радіолокатора, пропонуються введення спеціального режиму та пристрою автоматичного регулювання потужності зондувального сигналу в залежності від дальності до супроводжуваної цілі для підвищення енергетичної непомітності роботи РПН в умовах застосування противником протирадіолокаційних ракет (ПРР) та розширення динамічного діапазону приймального пристрою радіолокатора.