

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К КАЧЕСТВУ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ

С.В. Потетенко
УО «Военная академия Республики Беларусь»
Минск, Республика Беларусь
E-mail: potetenko@tut.by

На основе разработанной модели и многофакторного анализа результатов моделирования проведен анализ требований к точности боевой радиолокационной информации, определены допустимые значения ошибок измерения координат и параметров траектории целей, предложены пути повышения эффективности системы управления в условиях неточной информации.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из задач радиотехнических войск и приданных (входящих в состав ЗРК и ЗРС) ЗРВ подразделений разведки и целеуказания, является обеспечение боевой информацией органов управления ЗРВ. Радиолокационное поле характеризуется [1, 2]:

- зоной разведки, основные показатели качества - верхняя и нижняя границы, рубежи, непрерывность, кратность перекрытия;
- полнотой, основные показатели качества – пропускная способность и вероятность пропуска цели;
- точностью, основные показатели качества – точность измерения плоскостных координат, высоты, скорости и курса целей;
- достоверностью, основные показатели качества – коэффициент ложных трасс и их длительность.

Порядок определения требований к указанным характеристикам при решении задачи целеуказания известен [3]. Методика оценки характеристик существующей системы радиолокационной разведки воздушного пространства неоднократно описана [4]. Вместе с тем, для автоматизированного решения задачи целераспределения в условиях динамики противовоздушного боя требуется более высокая, в сравнении с целеуказанием, точность измерения координат и параметров движения целей [5]. Требования к точности измерения координат и параметров движения целей должны задаваться в пространстве измеряемых значений [6] и иметь конкретные обоснованные значения, учитывающие специфику огневых средств и системы управления.

I. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ГРУППИРОВКОЙ ЗРК

На точность информации влияют:

- точность позиционирования (ошибки определения координат, ориентирование и горизонтирование СРЦ;
- ошибки юстировки (абсолютные и относительные по дальности и углу места);

- ошибки измерения (абсолютные и относительные по дальности, азимуту, углу места, скорости и курсу);
- методы обработки результатов измерений и пересчета их в единую систему координат.

Аналитический метод расчета уровня ошибок измерений средств разведки, достаточного для обеспечения требуемого качества решения задачи целераспределения неприемлем из-за существенной нелинейности процесса целераспределения и наличия большого количества степеней свободы влияющих на результат объективных факторов [3, 7], поскольку здесь имеет место не функциональная, а статистическая зависимость [8]. Приемлемым способом является имитационное моделирование процесса целераспределения с последующим многофакторным анализом результатов.

Разработана модель решения задачи целераспределения группировкой ЗРК по данным от одного источника или системы разведки воздушного пространства с учетом влияния возможных ошибок измерения координат и параметров движения целей [2] для накопления статистики. Реализована методика многофакторного анализа результатов моделирования для расчета допустимых значений ошибок измерения координат и параметров движения целей при заданной вероятности правильного целераспределения и определения соответствующего среднего значения показателя качества управления [3].

В состав модели включены модули: задания свойств средств воздушного нападения (СВН); моделирования налета; задания характеристик ЗРК; расположения и действий подразделения ЗРВ; формирования и внесения ошибок измерения координат и параметров движения целей; решения задачи целераспределения по безошибочным данным и данным с внесенными ошибками. Результатом работы модели является накопленная статистика, включающая значения координат и параметров движения целей, внесенные ошибки их измерения, результаты действия группировки при целераспределении по безошибочным данным и данным с внесенными ошибками.

II. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Влияние ошибки измерения по одной из координат на значение обобщенного показателя эффективности при плотности налета незначительно превышающей огневые возможности группировки показывает, что при достаточно малой величине ошибок измерений целераспределение безошибочно. По мере роста ошибок измерений увеличивается вероятность возникновения ошибки, снижается вероятность ее исправления по данным обратных координат и существенно уменьшается эффективность управления. По мере увеличения плотности налета вероятность исправления ошибки целераспределения снижается.

Наиболее существенно проявляется зависимость вероятности ошибки целераспределения от величины ошибок измерений, что позволяет для расчета уровня ошибок измерений средств разведки, достаточного для обеспечения требуемого качества решения задачи целераспределения, использовать фиксированные уровни вероятности ошибки целераспределения с последующим определением соответствующих значений вероятности исправления ошибки целераспределения и средних значений эффективности при исправленном и ошибочном целераспределении.

В ходе многофакторного анализа производится выявление факторов, влияющих на вероятность ошибки целераспределения, определение аппроксимирующей функции и декорреляция факторов путем перехода к декартовому пространству. В пространстве независимых факторов определяется аппроксимирующая функция, веса факторов и для заданных значений вероятности ошибки целераспределения находятся соответствующие им значения факторов, которые затем пересчитываются к исходным.

Для вероятности исправления и средних значений эффективности при наличии ошибки целераспределения и ее исправлении аналогичным образом находятся аппроксимирующие функции в пространстве независимых координат, и для полученных ранее значений вероятности производится расчет обобщенной эффективности. Полученные значения ошибок измерения координат и параметров движения целей являются достаточными для достижения расчетного значения обобщенной эффективности.

Таким образом, разработанная методика позволяет для конкретной группировки ЗРК в условиях налета заданной плотности и типов средств воздушного нападения оценить (допустимый для требуемой эффективности ПУ) уровень значений ошибок измерения координат и параметров движения целей и выявить степень влияния каждой из ошибок на этапе формирования тактико-технических требований к системе разведки воздушного пространства в зоне целераспределения группировки.

Анализ данных полученных в ходе моделирования позволяет сделать следующие выводы:

- При качественной юстировке, позиционировании и ориентировании СРЦ возможно требуемое качество РЛИ для управления ЗРК средней дальности.
- Наиболее критичны для целераспределения ошибки измерения скорости и курса целей.
- Достижение требуемого качества РЛИ требует длительного сопровождения целей и невозможно для маневрирующих и внезапно появляющихся целей.
- При обеспечении должных углов закрытия для позиций ЗРК, по целям на малых и предельно малых высотах точное измерение высоты необязательно.
- Уменьшение времени реакции ЗРК и повышение скорости полета ЗУР снижает требования к точности РЛИ.

Повышение эффективности управления за счет устранения негативного влияния недостаточного качества информации о воздушной обстановке в зоне целераспределения возможно путем: применения многодатчиковых систем разведки воздушного пространства, использующих различные физические принципы получения информации и обеспечивающих в совокупности более высокие, в сравнении с существующими системами разведки воздушного пространства, динамические и точностные характеристики; применения алгоритмов обработки информации от существующих РЛС, предусматривающих измерение и компенсацию систематических ошибок измерения координат и параметров траектории целей; применения дополнительных высокоточных средств измерения координат и параметров движения для ранее обнаруженных целей входящих в зону целераспределения; использования алгоритмов целераспределения, учитывающих стохастический характер траекторной информации и, следовательно, менее чувствительных к качеству информации.

1. Справочник офицера Военно-воздушных сил и войск противовоздушной обороны / под ред. И.П. Азаренка (отв.ред.) [и др.]. / – Минск: командование ВВС и войск ПВО, 2010. – 511 с.
2. Конторов Д.С. Введение в радиолокационную системотехнику / Д.С. Конторов, Ю.С. Голубев-Новожилов. – М.: Сов.радио, 1971. – 367 с.
3. Неупокоев Ф.К. Противовоздушный бой / Ф.К. Неупокоев. – М.: Воениздат, 1989. – 262 с.
4. Ширман Я.Д. Радиоэлектронные системы. Основы построения и теория / Я.Д. Ширман. – М.: Радиотехника, 2006. – 509 с.
5. Неупокоев Ф.К. Стрельба зенитными ракетами / Ф.К. Неупокоев. – М.: Воениздат, 1991. – 344 с.
6. Булычев Ю.Г. Манин А.П. Математические аспекты определения движения летательных аппаратов / Ю.Г. Булычев, А.П. Манин. – М.: Машиностроение, 2000. – 256 с.
7. Гайдышев И.А. Анализ и обработка данных / И.А. Гайдышев. – СПб.: Питер, 2002. – 752 с.
8. Колмогоров А.Н. Теория информации и теория алгоритмов / А.Н.Колмогоров. – М.: Наука, 1987. – 304 с.