УДК 623.4.084:621.396.96

В. Р. Рижко, І. В. Помогаєв

РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО АНАЛІТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОЦІНЮВАННЯ ТОЧНОСТІ НАВЕДЕННЯ ЗЕНІТНОЇ КЕРОВАНОЇ РАКЕТИ НА ЕТАПІ АКТИВНОГО САМОНАВЕДЕННЯ

Анотація. *У роботі розглянуто особливості активного радіолокаційного самонаведення зенітних керованих ракет, питання оцінювання точності радіолокаційних вимірювань та методологічні підходи до побудови аналітичної моделі оцінювання точності наведення. Сформульовано пропозиції щодо визначення показників точності, обґрунтування припущень і обмежень моделі та застосування статистичних методів оцінювання невизначеності результатів вимірювань.*

Ключові слова: *зенітна керована ракета, активне самонаведення, точність наведення, аналітична модель, невизначеність вимірювань.*

Abstract. *The paper examines the characteristics of active radar homing of surface-to-air guided missiles, issues related to the accuracy of radar measurements, and methodological approaches to developing an analytical model for assessing guidance accuracy. Proposals are formulated for defining accuracy indicators, substantiating model assumptions and limitations, and applying statistical methods to evaluate measurement uncertainty.*

Keywords: *surface-to-air guided missile, active homing, guidance accuracy, analytical model, measurement uncertainty.*

Сучасний розвиток зенітного ракетного озброєння характеризується впровадженням нових технологій у системи управління зенітними керованими ракетами, зокрема застосуванням активних радіолокаційних головок самонаведення. Прикладами такого озброєння є ракети AIM-120 AMRAAM, що використовуються у складі зенітного ракетного комплексу NASAMS [1], та Aster 30, які застосовуються у комплексах сімейства SAMP/T [2]. У зв'язку з цим актуальним науковим завданням є дослідження підходів до оцінювання точності наведення зенітних керованих ракет на етапі активного самонаведення та визначення вимог до відповідних аналітичних моделей.

У сучасних зенітних керованих ракетах застосовуються різні способи самонаведення, зокрема активне та напівактивне радіолокаційне самонаведення. Їхня принципова відмінність полягає у способі отримання інформації про повітряну ціль. За напівактивного самонаведення головка самонаведення приймає сигнали, відбиті від цілі, яка опромінюється зовнішнім радіолокаційним засобом. За активного самонаведення головка має власні передавальний і приймальний пристрої, що забезпечують самостійне радіолокаційне спостереження за ціллю. Особливості побудови активних головок самонаведення та їхнього застосування у перспективних системах управління високоточною зброєю розглянуто в науковій праці [3].

Важливим питанням дослідження систем самонаведення зенітних керованих ракет є оцінювання їхніх точнісних характеристик. Радіолокаційні вимірювання супроводжуються похибками, які необхідно враховувати під час аналізу отриманих результатів. У роботі [4] розглянуто спосіб напівактивного самонаведення зенітних керованих ракет із вимірюванням дальності між ракетою та ціллю. Водночас точність визначення окремих параметрів повітряної цілі та загальна точність наведення ракети характеризують різні властивості системи. Тому під час розроблення пропозицій щодо аналітичної моделі необхідно забезпечити чітке розмежування відповідних показників і визначення їхнього фізичного змісту.

Загальні принципи побудови й застосування моделей вимірювання наведено в міжнародному документі JCGM GUM-6:2020 [5]. З урахуванням зазначених положень пропонується встановити вимоги до структури аналітичного опису, однозначності визначення досліджуваних показників, узгодженості одиниць вимірювання та обґрунтованості вихідних припущень. Окремою вимогою є визначення меж застосовності моделі, поза якими отримані результати не можуть вважатися достатньо обґрунтованими.

Для оцінювання невизначеності результатів вимірювань пропонується застосовувати підходи, визначені міжнародним документом JCGM 100:2008 [6]. Зокрема, оцінювання за типом

А ґрунтується на статистичному аналізі результатів повторних спостережень, а за типом В – на використанні інших доступних відомостей, серед яких технічна документація, результати попередніх вимірювань і характеристики вимірювальних засобів. Для перевірки достовірності результатів моделювання доцільно передбачити аналіз повторюваності та відтворюваності вимірювань, а також їхньої статистичної стабільності відповідно до загальних підходів, викладених у довіднику NIST/SEMATECH [7]. Таким чином, запропоновані методологічні положення охоплюють визначення показників точності, встановлення припущень та обмежень моделі, оцінювання невизначеності й перевірку достовірності результатів дослідження.

За результатами проведеного дослідження сформульовано пропозиції щодо методологічних засад побудови аналітичної моделі оцінювання точності наведення зенітної керованої ракети на етапі активного самонаведення. Визначено необхідність розмежування точності радіолокаційних вимірювань і точності наведення ракети, обґрунтування вихідних припущень та обмежень моделі, а також застосування статистичних методів оцінювання невизначеності результатів вимірювань. Отримані результати створюють методологічне підґрунтя для подальшого розроблення та перевірки аналітичної моделі оцінювання точності наведення зенітних керованих ракет.

Список використаних джерел:

1. KONGSBERG. Multi-Missile Launcher. Офіційний вебсайт. URL: https://www.kongsberg.com/what-we-do/defence-and-security/integrated-air-and-missile-defence/nasams-multi-missile-launcher/.
2. MBDA. ASTER Family. Офіційний вебсайт. URL: https://www.mbda-systems.com/products/area-protection/aster-family.
3. Скорик А. Б., Камчатний М. І., Моргун Є. В., Помогаєв І. В., Іщенко Р. В., Щоголєв М. І. Аналіз особливостей побудови і застосування перспективних систем управління високоточною зброєю. Активні головки самонаведення. Системи озброєння і військова техніка. 2018. № 3(55). С. 36-43.
4. Помогаєв І. В., Таршин В. А., Скорик А. Б. Удосконалений спосіб напівактивного самонаведення зенітних керованих ракет з вимірюванням дальності ракета-ціль. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2020. № 4(41). С. 95-101. DOI: https://doi.org/10.30748/nitps.2020.41.11.
5. Joint Committee for Guides in Metrology. JCGM GUM-6:2020. Guide to the expression of uncertainty in measurement – Part 6: Developing and using measurement models. 2020. URL: https://www.bipm.org/en/committees/jc/jcgm/publications.
6. Joint Committee for Guides in Metrology. JCGM 100:2008. Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement. 2008. DOI: https://doi.org/10.59161/JCGM100-2008E.
7. Croarkin C. M. NIST/SEMATECH Engineering Statistics Handbook. Chapter 2: Measurement Process Characterization. National Institute of Standards and Technology. 2003. URL: https://www.nist.gov/publications/nistsematech-engineering-statistics-handbook-chapter-2-measurement-process

Рижко Валентин Русланович – курсант Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська, буд. 77/79, інд. 61023, e-mail: valik2208@gmail.com

Помогаєв Ігор Володимирович – старший викладач кафедри зенітних ракетних комплексів малої дальності Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, вул. Сумська, буд. 77/79, інд. 61023, e-mail: pomogaev5577@gmail.com ORCID https://orcid.org/0000-0002-6070-7062

Valentyn Ruslanovych Ryzhko – cadet at the Ivan KozhedubKharkiv National Air Force University, Kharkiv, 77/79 SumskaSt., postcode 61023, e -mail: valik2208@gmail.com

Ihor Volodymyrovych Pomohaiev - Senior Lecturer of Department Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University (KNAFU), Kharkiv, 77/79 Sumska St., postcode 61023, e-mail: pomogaev5577@gmail.com ORCID https://orcid.org/0000-0002-6070-7062