

УДК 004.94:355.354

А.В. Поляков, Д.Ю. Свистунов, М.П. Батурицький

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## МОДЕЛЮВАННЯ ВИКОНАННЯ АВІАЦІЙНОГО УДАРУ ПО ПОЗИЦІЇ ПІДРОЗДІЛУ ЗРВ В ІНТЕРЕСАХ СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ РОЗІГРАШУ БОЙОВИХ ДІЙ З МЕТОЮ ВІДПРАЦЮВАННЯ ВАРІАНТІВ ЗАМИСЛУ ОПЕРАЦІЙ

Пропонується методика для проведення імітаційного моделювання виконання авіаційного удару по позиції підрозділів ЗРВ. Методика призначена для імітації отримання ушкоджень та втрат одиниць озброєння і військової техніки підрозділу. Необхідність такого розрахунку виникає при створенні імітаційних моделей розіграшу бойових дій Повітряних Сил. Запропонована методика враховує використання протирадіолокаційних засобів ураження, засобів залпового вогню та звичайних авіаційних бомб. Розрахунок враховує курс носія при виконанні бомбометання, ступінь підготовленості льотного екіпажу та особливості розміщення техніки підрозділу ЗРВ на позиції.

**Ключові слова:** імітаційне моделювання, авіаційні засоби ураження, ушкодження озброєння.

### Постановка проблеми та аналіз досліджень і публікацій

Задача оцінювання втрат та ушкоджень озброєння і військової техніки (ОВТ) зенітних ракетних військ (ЗРВ) в протиповітряному бою є дуже важливою та актуальною. Особливість її полягає в неможливості або дуже великій вартості проведення експериментальних досліджень, але ці знання вкрай необхідні при плануванні операцій з участю підрозділів ЗРВ. Для рішення задачі оцінювання втрат та ушкоджень можливо використовувати вірогіднісний підхід, при якому задається вірогідність виходу з ладу або знищення підрозділу при заданому авіаційному удару. Авторам відомий також підхід при якому задається коефіцієнт втрат, який визначає відносну частку озброєння, яка вийде з ладу (буде знищена) при заданому авіаційному удару [1, 2].

Зазначені вище підходи носять більше загальнотеоретичний інтерес через велику складність задачі завдяки дуже великій кількості факторів, які впливають на кінцевий результат. Авторами пропонується імітаційна математична модель для проведення оцінювання можливих ушкоджень та втрат озброєння ЗРВ при авіаційному удару. Особливістю підходу є повна конкретизація складу озброєння на позиції підрозділу ЗРВ, складу ударної групи, кількості та типізація засобів ураження. Після завдання всіх вихідних даних проводиться імітація повітряного удару з розрахунками ушкоджень (втрат) кожної одиниці техніки при підриві кожного боєприпасу. Такий підхід необхідний для функціонування комплексної системи розіграшу бойових дій з метою відпрацювання варіантів замислу операцій. Важливою задачею тут є не тільки встановлення факту виходу з ладу цілого підрозділу, а конкретного елемента техніки та можливості функціонування в об-

меженому режимі без виконання тих функцій, за які відповідав ушкоджений елемент техніки.

### Виклад основного матеріалу

Для проведення моделювання означимо вихідні дані. Задамо множину  $V = \{b_1, b_2 \dots b_{N_b}\}$  всіх засобів ураження, що визначені в системі. Оскільки існує досить велика номенклатура складових зразків ОВТ ЗРВ то всі складові були згруповані у групи

$G = \{g_1, g_2 \dots g_{N_g}\}$  за східними знаками з точки зору отримання ушкоджень від засобів ураження. Кожен елемент цієї множини  $g_i = \{g_{i1}, g_{i2} \dots g_{N_{gi}}\}$  є

перелік об'єктів зі східними характеристиками щодо отримання ушкоджень. Приклади групування кабін:

- мобільні командні пункти (пункти бойового управління) що виконані у вигляді кунгу на колісному шасі;
- мобільні командні пункти (пункти бойового управління) що виконані на гусеничному шасі;
- стаціонарні командні пункти (пункти бойового управління);
- антени пости;
- пускові установки.

Для кожної групи визначаються відстані, на яких елемент цієї групи отримує легкі ушкодження, ушкодження середньої ступені важкості і тяжкі ушкодження для кожного засобу ураження з множини  $V$ . Передбачається що кожен елемент може знаходитися в обвалові і для цього випадку визначається окремий набір відстаней для отримання ушкоджень різного ступеню тяжкості. Припускається що елемент техніки з легким ушкодженням може бути відновлений за визначений інтервал часу, після чого цей елемент може продовжити функціонування за призначенням.

При імітації застосування засобів повітряного ураження система розіграшу бойових дій [3] розраховує наступними параметрами:

- кількість боєприпасів  $N_{\text{бп}}$  (для можливості розрахунків випадків залпового ураження);
- клас боєприпасів (звичайний, протирадіолокаційний діапазону 3 см, 10 см, або дециметрового діапазону);
- тип боєприпасу;
- географічні координати точки прицілювання;
- середньоквадратичне відхилення точки прицілювання  $\sigma_{\text{тп}}$ . Цей параметр залежить від типу літака та класності його екіпажу;
- середньоквадратичне розсіювання боєприпасу  $\sigma_{\text{б}}$ ;
- курс літака в момент скидання боєприпасів  $\gamma$ .

При ініціації застосування засобів ураження програма імітації функціонування угруповання ЗРВ зі складу [3] виконує наступні розрахунки:

1. Для кожного підрозділу ЗРВ порівнюється географічні координати його точки стояння з географічними координатами точки прицілювання. Подальші дії виконуються лише при співпаданні координат. Наступні розрахунки проводяться в системі координат плану позиції XOZ, де вісь OX направлена на Північ, а вісь OZ на Схід.

2. Якщо клас боєприпасу – протирадіолокаційний снаряд (ППР), то зі складу техніки підрозділу ЗРВ проводиться пошук справної одиниці техніки відповідного діапазону що у поточний момент часу включений (працює на випромінювання). Якщо така одиниця техніки найдена, то вважається що боєприпас націлювався саме на неї. У всіх інших випадках вибирається випадковий елемент з порядку розташування підрозділу. Відповідно до обраного об'єкту визначаються координати точки прицілювання боєприпасу  $X_{\text{тп}}, Z_{\text{тп}}$ .

3. Проводиться врахування розсіювання точки прицілювання. Дальність розсіювання точки прицілювання  $R_{\text{тп}}$  обирається як випадкова величина з нормальним законом розподілення і параметрами  $(0, \sigma_{\text{тп}})$ . Для ППР та умов, зазначених в попередньому етапі  $R_{\text{тп}} = 0$ . Кут розсіювання точки прицілювання  $\alpha_{\text{тп}}$  обирається як випадкова величина з рівномірним законом розподілення в діапазоні  $[0...360)$ . Корегуються координати точки прицілювання:  $Z_{\text{тп}} = Z_{\text{тп}} + R_{\text{тп}} \cdot \cos(\alpha_{\text{тп}})$ ,  $X_{\text{тп}} = X_{\text{тп}} + R_{\text{тп}} \cdot \sin(\alpha_{\text{тп}})$ .

4. На цьому етапі обрана точка прицілювання залпу і визначена кількість боєприпасів. Далі проводяться розрахунки для кожного боєприпасу (для залпового застосування). Для цього обирається крок падіння боєприпасів  $\Delta_{\text{п}} = 100/N_{\text{бп}}$ , але з додатко-

вою умовою  $\Delta \leq 5$ . Розрахунки проводяться виходячи з припущення, що при залповому застосування боєприпасів точки їх падіння будуть розтягнуті на місцевості у смугу в напрямку польоту літака. Причому ця смуга буде мати розміри у довжину не довше за 100 метрів, а сусідні боєприпаси мають падати з інтервалом, не більшим ніж 5 метрів. Точки падіння обираються так, що центр смуги має координати  $X_{\text{тп}}, Z_{\text{тп}}$ . Для цього спочатку розраховуються відносні координати  $X'_{\text{тп}}, Z'_{\text{тп}}$  без урахування курсу заходу літака. В цьому випадку  $Z'_{\text{тп}} = 0$ . Врахування курсу заходу корегує координати:  $Z'_{\text{тп}} = X'_{\text{тп}} \cdot \sin(\gamma)$ ,  $X'_{\text{тп}} = X'_{\text{тп}} \cdot \cos(\gamma)$ . Результуючі координати точки прицілювання будуть:  $X_{\text{тп}} = X_{\text{тп}} + X'_{\text{тп}}$ ,  $Z_{\text{тп}} = Z_{\text{тп}} + Z'_{\text{тп}}$ .

5. Після розрахунку точки прицілювання кожного боєприпасу із складу залпу враховується складова розсіювання боєприпасу. Дальність розсіювання точки падіння  $R_{\text{т.пад}}$  обирається як випадкова величина з нормальним законом розподілення і параметрами  $(0, \sigma_{\text{б}})$ . Кут розсіювання точки падіння  $\alpha_{\text{т.пад}}$  обирається як випадкова величина з рівномірним законом розподілення в діапазоні  $[0...360)$ . Визначаються остаточні координати точки падіння боєприпасу:

$$Z_{\text{т.пад}} = Z_{\text{тп}} + R_{\text{т.пад}} \cdot \cos(\alpha_{\text{т.пад}}),$$

$$X_{\text{т.пад}} = X_{\text{тп}} + R_{\text{т.пад}} \cdot \sin(\alpha_{\text{т.пад}}).$$

6. Після визначення координат точки падіння боєприпасу для всіх одиниць техніки, що розташовані на позиції підрозділу, проводиться перевірка можливості ураження виходячи з відстані до точки падіння. В залежності від групи G, до якої входить одиниця техніки, типу боєприпасу B та відстані до точки падіння визначаються отримані ушкодження.

Для ілюстрації роботи вказаного підходу приведено результат моделювання виконання авіаційного удару по позиції зенітного ракетного дивізіону С-125. У якості засобу ураження були застосовані 30 некеріваних ракет типу НУРС С-8. В лівій частині малюнку зображені умовні позначки відповідних елементів порядку дивізіону на плані позиції. Сіримі відмітками відображені місця падіння боєприпасів. У правій частині малюнку наведений список бойового порядку та стан відповідних елементів за тяжкістю ушкоджень. Тяжкість ушкоджень поділена на 4 градаций: 1 – без ушкоджень, 2 – легкі ушкодження, 3 – ушкодження середньої ступені тяжкості, 4 – тяжкі ушкодження. В ситуації, наведеній на малюнку, після застосування засобів ураження отримали тяжкі ушкодження станція наведення ракет, дві машини РЛС П-19 і одна пускова установка. В такому стані дивізіон далі функціонувати не може.

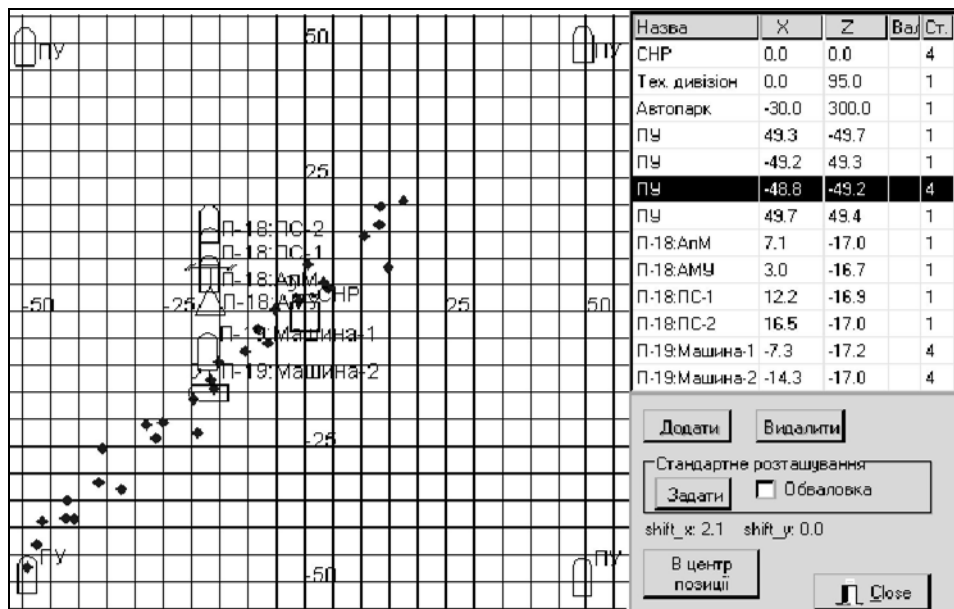


Рис. 1. Приклад відображення плану позиції після імітації застосування ЗПН

## Висновки

Запропонована методика визначення ушкоджень та втрат ОВТ включає два основних етапи. На першому етапі визначається місце падіння боеприпасу. На другому етапі, проводиться перевірка всіх одиниць техніки на можливість ураження при вибраному місці падіння. Місце падіння є випадковою величиною і залежить від таких основних складових: якість прицілювання та характеристики розсіювання обраного типу боеприпасу.

Застосування описаної методики розрахунку реалізовано в системі розіграшу бойових дій, де вона показала прийнятні результати. При багатократному випробуванні методика показала гарну можливість пояснення отриманих результатів.

## Список літератури

1. Довідник з протиповітряної оборони / А.Я. Торпчин, І.О. Романеско, Ю.Г. Даник, Р.Е. Пащенко та ін. – К.: МО України; Х.: ХВУ, 2003. – 368 с.
2. Моделювання бойових дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними (теорія, практика, історія розвитку): монографія / В.П. Городнов, Г.А. Дробаха, М.О. Єрмошин, Є.Б. Смірнов, В.І. Ткаченко. – Х.: ХВУ, 2004. – 409 с.

Надійшла до редколегії 7.06.2010

Рецензент: д-р техн. наук, с.н.с. В.О. Василець, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ АВИАЦИОННОГО УДАРА ПО ПОЗИЦИИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ЗРВ В ИНТЕРЕСАХ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ РОЗІГРЫША БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ С ЦЕЛЬЮ ОТРАБОТКИ ВАРИАНТОВ ЗАМЫСЛА ОПЕРАЦИЙ

А.В. Поляков, Д.Ю. Свистунов, М.П. Батуринский

Предлагается методика для проведения имитационного моделирования выполнения авиационного удара по позиции подразделения ЗРВ. Методика предназначена для имитации получения повреждений и потерь единиц вооружения и военной техники подразделения. Необходимость такого расчета возникает при создании имитационных моделей розыгрыша боевых действий Воздушных Сил. Предложенная методика учитывает использование противорадиолокационных средств поражения, средств залпового огня и обычных авиационных бомб. Расчет учитывает курс носителя при выполнении бомбометания, степень подготовленности лётного экипажа и особенности размещения техники подразделения ЗРВ на позиции.

**Ключевые слова:** имитационное моделирование, авиационные средства поражения, повреждения вооружения.

### MODELING OF PERFORMANCE OF AVIATION BLOW ON DIVISION ANTI-AIRCRAFT MISSILE TROOPS POSITION IN INTERESTS OF CREATION OF SYSTEM OF DRAW OF OPERATIONS FOR THE PURPOSE OF WORKING OFF OF VARIANTS OF A PLAN OF OPERATIONS

A.V. Polyakov, D.Y. Svistunov, M.P. Baturinskiy

The technique for carrying out of simulation of performance of aviation blow on division AMT position is offered. The technique is intended for imitation of reception of damages and losses of units of arms and division military technology. Necessity of such calculation arises at creation of imitating models of draw of operations of Air Forces. The offered technique considers use anti-radar means of defeat, volley fire means and usual aviation bombs. Calculation considers a carrier course at bombing performance, degree of readiness of flight crew and feature of AMT division equipment placing on a position.

**Keywords:** simulation, air attack, damage weapons.