

Військово-технічні проблеми

УДК 681.3

DOI: 10.30748/soivt.2019.58.01

С.М. Звиглянич, Ю.М. Агафонов, М.П. Ізюмський, Г.М. Сафарова

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ДІЙ УДАРНИХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Актуальність питань, що пов'язані з обґрунтуванням раціональних підходів до планування бойових дій з використанням ударних безпілотних літальних апаратів, обумовлює необхідність розробки способів оцінки таких дій. Цей напрям досліджень має важливе прикладне значення. У статті запропонований підхід до створення імітаційної моделі оцінки дій ударних безпілотних літальних апаратів. Предметом дослідження виступає процес застосування ударних безпілотних літальних апаратів. Метою роботи є обґрунтування підходів до створення способів оцінки дій ударних безпілотних літальних апаратів на основі імітаційної моделі досліджуваного процесу. При дослідженнях застосовується метод імітаційного моделювання з дискретним часом. Ця модель зв'язує між собою такі параметри, як розміри зони баражування, інтенсивність виявлення цілей, кількість ударних безпілотних літальних апаратів, їх озброєння, швидкість. При варіюванні цими параметрами, з'являється можливість встановлення необхідних залежностей між ними. Це може служити основою вироблення раціональних способів застосування ударних безпілотних літальних апаратів за заданих умов. Запропонована імітаційна модель може використовуватися в системі підтримки ухвалення рішень при плануванні бойових дій з використанням ударних безпілотних літальних апаратів.

Ключові слова: ударні безпілотні літальні апарати, імітаційна модель, бойові дії, розвідка.

Вступ

Постановка проблеми. На сьогодні з урахуванням досвіду останніх локальних війн і воєнних конфліктів особлива увага приділяється питанням застосування ударних безпілотних літальних апаратів (БпЛА). Основна тенденція застосування ударних БпЛА спрямована на збільшення їх числа при плануванні бойових дій за участю ударної авіації. Це, перше, пов'язано з можливістю мінімізувати втрати серед льотних екіпажів, а також зі збільшеними бойовими можливостями самих ударних БпЛА. Таким чином, обґрунтування раціональних способів застосування ударних БпЛА стає актуальним як науковим, так і прикладним завданням.

Аналіз літератури. Аналіз сучасних війн та збройних конфліктів дає підстави говорити про широке застосування ударних БпЛА, як про ефективну сучасну зброю. Зокрема в [1] описано досвід використання безпілотних авіаційних комплексів для вогневого ураження противника в арабсько-ізраїльських війнах, відзначається їх висока продуктивність при досягненні поставлених цілей. Аналіз досвіду створення і застосування ударних БпЛА, їх сучасного стану та перспектив подальшого розвитку за поглядами провідних у військовому відношенні країн світу наводиться в [2–4]. Відзначається, що на

сучасному етапі застосування ударних БпЛА забезпечує високу ефективність ураження об'єктів противника при одночасному зниженні ризику втрати дорогої пілотованої авіаційної техніки та екіпажу при значному скороченні матеріальних витрат [5]. Слід зауважити, що кількісна оцінка досліджуваних процесів застосування ударних БпЛА, як правило, освітлена недостатньо, особливо це відноситься до питань планування їх бойового застосування. У [6] розглядаються аналітичні моделі оцінки ефективності управління польотом БпЛА, це передусім пов'язано з моделями руху. У [7] наведений ряд аналітичних залежностей, що спрямовані на ухвалення оптимальних рішень щодо використання БпЛА в якості авіаційних хибних цілей для підвищення живучості ударних авіаційних засобів у бою. Метод імітаційного моделювання забезпечує достатньо високу адекватність при дослідженні процесів застосування ударних БпЛА [8–9]. Такий підхід дозволяє використовувати доступні початкові дані, що легко обчислюються і мають ясний фізичний сенс.

Метою статті є обґрунтування підходів до створення способів оцінки дій ударних БпЛА на основі імітаційної моделі досліджуваного процесу, яка дозволяє отримати кількісну оцінку якості рішень, що приймаються при плануванні бойових дій.

Виклад основного матеріалу

Процес контролю БПЛА заданої зони розгортається в часі. Модельний час T_m змінюється дискретно з кроком Δt :

$$T_m(n) = T_m(n-1) + \Delta t, \quad (1)$$

де n – номер кроку.

Час баражування обмежується T_k . Під час баражування засобами розвідки розкриваються об'єкти супротивника, які виступають цілями для ударних БПЛА. Час виявлення цілей за своєю природою випадковий.

Зробимо допущення, що цей час має показовий розподіл [10].

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda_p t}, \quad (2)$$

де λ_p – характеристика засобів розвідки.

У даному випадку λ_p є інтенсивністю виявлення цілей на контрольованій площі в одиницю часу.

Розглянемо алгоритм визначення цілей, що виявлені засобами розвідки. Для кожної ітерації імітаційної моделі на інтервалі від 0 до T_k визначимо моменти часу, коли цілі будуть виявлені. Факт виявлення цілі встановлюється таким чином.

Генерується випадкове число R , що розподілене за рівномірним законом і на інтервалі від нуля до одиниці (рис. 1).

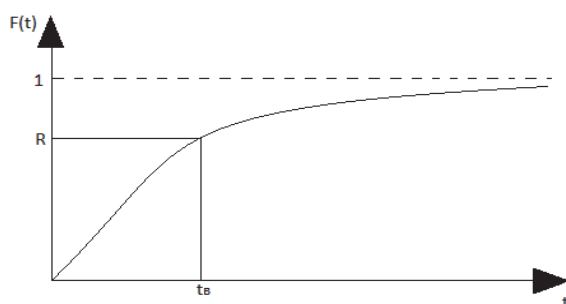


Рис. 1. Факт виявлення цілі

Виходячи з формули (2), час виявлення:

$$t_\epsilon = \frac{\ln(1-R)}{-\lambda_p}. \quad (3)$$

Час виявлення цілі формується наступним чином:

$$t_u = T_m + t_\epsilon. \quad (4)$$

Для визначеності, на першому кроці формування масиву виявлених цілей для однієї ітерації імітаційної моделі, нехай модельний час набуде значення $T_m = 0$.

Тоді, для виявленої засобами розвідки першої цілі запам'ятовується час її виявлення як:

$$t_u = t_\epsilon. \quad (5)$$

У свою чергу модельний час збільшується на величину часу виявлення цілі і набуває значення:

$$T_m = T_m + t_\epsilon. \quad (6)$$

Цей процес триває до досягнення T_m значення не менше T_k . Остання виявлена ціль $n+1$ виключається.

На усьому відрізку від 0 до T_k таких виявлених цілей буде деяке випадкове число n , що відрізняється в кожній реалізації як кількістю, так і моментами часу їх виявлення (рис. 2).

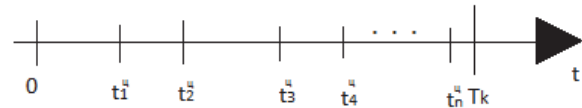


Рис. 2. Масив виявлених цілей

Ударні БПЛА в ході контролю заданої зони, де відбувається баражування, знищують усі виявлені цілі.

Нехай зона контролю є квадратом із стороною $L_{зк}$ (рис. 3).

При досягненні модельного часу моменту виявлення цілі (рис. 2), визначаються її координати. Координати цілі по суті випадкові числа, які лежать в межах від 0 до $L_{зк}$ (рис. 3). Для генерування значень координати X_u отримуємо знову випадкове число R , розподілене за рівномірним законом на інтервалі від нуля до одиниці:

$$X_u = L_{зк} R. \quad (7)$$

Аналогічно і для координати Y_u :

$$Y_u = L_{зк} R. \quad (8)$$

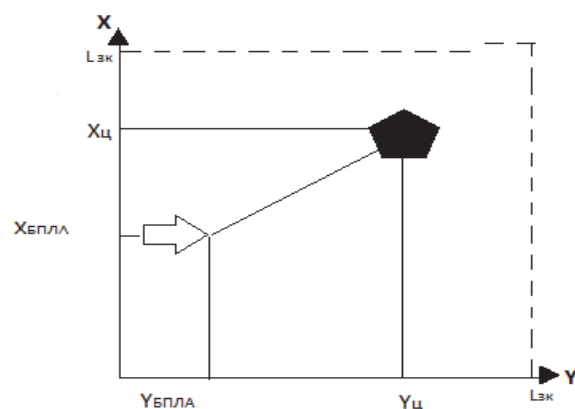


Рис. 3. Зона контролю

Кожний ударний БПЛА має задану кількість боєприпасів, для визначеності – ракет, які витрачаються при ударі по виявлених цілях в ході баражування. У моделі послідовно проглядаються усі ударні БПЛА, що беруть участь у баражуванні. Для першого з них, який має в наявності ракети і не виділявся для ураження раніше виявлених цілей, як і для цілі визначаються координати (рис. 3). Вираховується відстань між ціллю і ударним БПЛА:

$$S = \sqrt{(X_u - X_{БПЛА})^2 + (Y_u - Y_{БПЛА})^2}. \quad (9)$$

Знаючи швидкість ударного БпЛА $V_{БпЛА}$, яка виступає початковими даними, встановлюється і запам'ятовується час підльоту даного ударного БпЛА до виявленої цілі:

$$T_n = T_m + \frac{S}{V_{БпЛА}}. \quad (10)$$

При досягненні модельного часу T_m , вираховуваного часу підльоту до цілі ударним БпЛА T_n , встановлюється факт спостереження цілі.

Максимальний час спостереження виявленої цілі $T_{ц\max}$ задається в якості початкових даних моделі.

У свою чергу, час спостереження цілі t_n після її виявлення випадковий.

Конкретне значення t_n для кожного випадку виявлення цілі отримується шляхом множення $T_{ц\max}$ на випадкове число R , розподілене рівномірно на інтервалі від нуля до одиниці.

$$t_n = T_{ц\max} R. \quad (11)$$

Якщо при підльоті до цілі, вона ще спостерігається, то по ній завдається удар.

Знаючи імовірність ураження (задається в якості початкових даних), визначається факт ураження цієї цілі методом одиничного жереба [11].

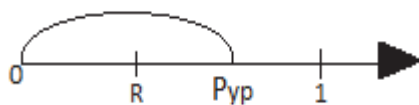


Рис. 4. Одиничний жереб

Одиничний жереб розігрується таким чином. Отримаємо випадкове число R , розподілене рівномірно на інтервалі від нуля до одиниці. Якщо число R менше значення заданої імовірності ураження, то вважаємо, що подія сталася - ціль уражена.

Для даного ударного БпЛА після завдання удару по виявленій цілі зменшується на одиницю його боезапас і ведеться підрахунок цілей, що були уражені.

На рис. 5 представлена блок-схема алгоритму імітаційної моделі.

У блоці 1 вводяться початкові дані. Для ударного БпЛА в якості початкових даних задаються швидкість і боекомплект (кількість ракет). В ході роботи моделі формується тимчасова інформація, що характеризує ураження БпЛА в просторі і його поточний стан. Ця інформація повинна зберігатися в ході кожної реалізації.

З цієї метою у блоці 1 формується динамічний масив.

Елементи масиву представляються у вигляді структури, елементи якої відображають номер БпЛА, кількість ракет, поточні координати у момент виявлення цілі, прапор зайнятості БпЛА (вста-

новлюється у разі отримання БпЛА цілі для ураження), час підльоту до виділеної цілі.

Для засобів розвідки початковими даними є інтенсивність виявлення цілей.

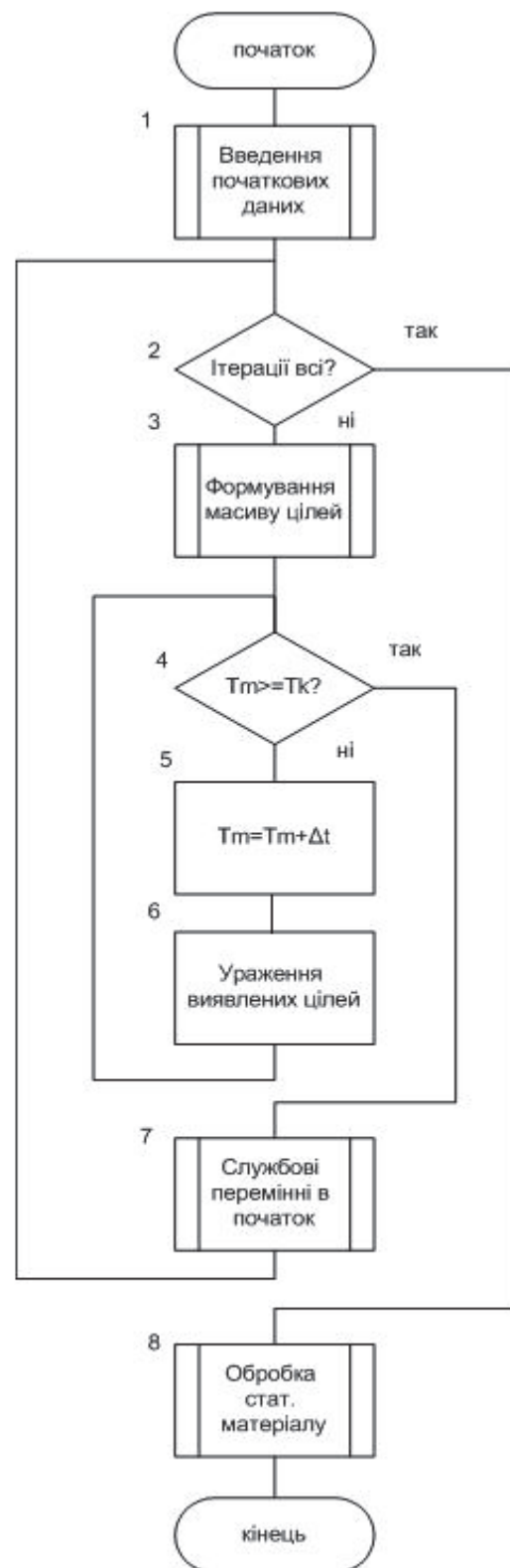


Рис. 5. Блок-схема алгоритму моделі

Розвідка проводиться на площі, яка представляється у вигляді квадрата, сторона якого також входить в початкові дані. Робиться допущення, що для усіх виявлених цілей задається один максимальний час спостереження цілі, після якого ціль не спостерігається. У цьому ж блоці задається час баражування і крок зміни модельного часу.

У блоці 2 перевіряється факт виконання заданого числа реалізацій. У разі виконання усіх реалізацій управління отримує блок 8. Інакше – блок 3. Число реалізацій визначається необхідною точністю роботи моделі і вимогами до репрезентативності вибірки.

У блоці 3 для кожної ітерації формується масив цілей (формули 3–6, рис. 2). Ведеться підрахунок числа виявлених цілей в кожній ітерації.

У блоці 4 проводиться перевірка виконання однієї ітерації. Для цього проводиться порівняння поточного модельного часу зі значенням часу закінчення баражування. Якщо час баражування закінчився, то управління переходить до блоку 7. Інакше управління отримує блок 5.

У блоці 5 модельний час збільшується на крок і управління отримує блок 6.

У блоці 6 реалізується алгоритм ураження цілі. Послідовно є видимим динамічний масив ударних БпЛА. Якщо поточний модельний час співпав з часом підльоту до цілі для БпЛА, що отримав ціль, то обчислюється час спостереження цієї цілі по формулі (11). Якщо ціль ще спостерігається, то по ній проводиться пуск ракети. Факт ураження цілі встановлюється способом одиничного жереба (згідно рис. 4).

Якщо ціль уражена, то відповідний лічильник цілей, що уражені, збільшується на одиницю. Для цього БпЛА зменшується його боєзапас (кількість ракет зменшується на одиницю у будь-якому випадку, як при ураженні цілі, так і при промаху). Після перегляду усіх ударних БпЛА з динамічного масиву послідовно проглядається сформований масив цілей. Якщо поточний модельний час менше часу виявлення чергової цілі, то управління повертається бло-

ку 4. Досягши модельного часу T_m значення часу виявлення чергової цілі, встановлюються випадковим чином її координати (формули (7), (8)). Аналогічно визначаються координати ударного БпЛА. Номер ударного БпЛА визначається шляхом перебору сформованого динамічного масиву і пошуку БпЛА, який не отримав цілі (прапор зайнятості не встановлений) і у якого є ракети. Для цього БпЛА встановлюється прапор зайнятості, по формулах (9), (10) обчислюється час підльоту і управління повертається блоку 4.

У блоці 7 після виконання чергової ітерації встановлюються в початковий стан службові змінні для елементів динамічного масиву ударних БпЛА. Скидаються прапори зайнятості, встановлюється в початкове положення боєзапас. Обнуляються координати, підлітний час.

У блоці 8 після виконання заданого числа ітерацій проводиться обробка отриманого статистичного матеріалу. За значенням відповідних лічильників обчислюються оцінки математичного очікування числа виявлених і знищених цілей. Обчислюється оцінка імовірності ураження цілі цією кількістю ударних БпЛА при заданому часі баражування в цій зоні контролю. Програмна реалізація алгоритму виконана в системі програмування C++ Builder [12].

Висновки

Запропонована імітаційна модель дозволяє кількісно оцінити дії ударних БпЛА. Ця модель зв'язує між собою такі параметри, як розміри зони баражування, інтенсивність виявлення цілей, кількість ударних БпЛА, їх озброєння, швидкість.

Шляхом варіювання цими параметрами забезпечується можливість встановлення необхідних залежностей між ними. Це може служити основою вироблення раціональних способів застосування ударних БпЛА за заданих умов. Запропонована імітаційна модель може використовуватися в системі підтримки ухвалення рішень при плануванні бойових дій з використанням ударних БпЛА.

Список літератури

1. Жарик О.М. Досвід використання безпілотних авіаційних комплексів для виконання бойових (спеціальних) завдань в Арабо-Ізраїльських війнах та збройних конфліктах / О.М. Жарик // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – 2013. – № 1(34). – С. 5-15.
2. Жарик О.М. Досвід створення і застосування ударних БПЛА багаторазового використання: сучасний стан та перспективи подальшого розвитку, визначення потреби Повітряних Сил / О.М. Жарик // Наука і техніка Повітряних Сил. – 2013. – № 1(10). – С. 30-38.
3. Чекунов Е. Применение БЛА ВС США в военных конфликтах / Е. Чекунов // Зарубежное военное обозрение. – 2010. – № 7. – С. 53-58.
4. Блинов Ю. Перспективы развития беспилотной авиации в ведущих странах НАТО / Ю. Блинов // Зарубежное военное обозрение. – 2012. – № 12. – С. 54-58.
5. Стрельников Д. Совместное применение пилотируемой и беспилотной авиации США в первой половине XXI века / Д. Стрельников, А. Сидоров, Ю. Мгимов // Зарубежное военное обозрение. – 2018. – № 4. – С. 52-59.
6. Моисеев В.С. Прикладная теория управления беспилотными летательными аппаратами: монография / В.С. Моисеев. – Казань: Школа, 2015. – 444 с.

7. Моисеев Г.В. Основы теории создания и применения имитационных беспилотных авиационных комплексов: монография / Г.В. Моисеев, В.С. Моисеев. – Казань: Школа, 2013. – 208 с.
8. Рулько Е.В. Подход к имитации процесса принятия решений в системе моделирования военных действий / Е.В. Рулько // Системный анализ и прикладная информатика. – 2017. – № 1. – С. 49-55.
9. Коваль А.В. Имитационная модель боевых действий и ее применение для выбора вооружения оперирующей группировки войск / А.В. Коваль // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2012. – № 3(9). – С. 151-154.
10. Вентцель Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – М.: Академия, 2003. – 464 с.
11. Писарук Н.Н. Исследование операций / Н.Н. Писарук. – Минск: БГУ, 2015. – 304 с.
12. Архангельский А.Я. Программирование в C++ Builder / А.Я. Архангельский. – М.: БИНОМ, 2010. – 1034 с.

References

1. Zharik, O.M. (2013), "Dosvid vykorystannya bezpilotnykh aviatsiynykh kompleksiv dlya vykonannya boyovykh (spetsialnykh) zavdan v Arabo-Izrayil'skykh viynakh ta zbroynykh konfoiktakh" [Experience of using unmanned aviation complexes to carry out combat (special) tasks in Arab-Israeli wars and armed conflicts], *Scientific Works of Kharkiv National Air Force University*, No. 2(51), pp. 6-8.
2. Zharik, O.M. (2013), "Dosvid stvorennia i zastosuvannya udarnykh BPLA bahatorazovoho vykorystannya: suchasnyy stan ta perspektyvy podal'shoho rozvytku, vyznachennia potreby Povitryanykh Syl" [Experience in the creation and use of multiple drone UAVs: current state and prospects for further development, determination of Air Force requirements], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 1(10), pp. 30-38.
3. Chekunov, E. (2010), "Primeneniye BLA VS SSHA v voyennykh konfliktakh" [The use of US drone aircraft in military conflicts], *Foreign Military Review*, No. 7, pp. 53-58.
4. Blinov, Yu. (2012), "Perspektivy razvitiya bespilotnoy aviatsii v vedushchikh stranakh NATO" [Prospects for the development of unmanned aircraft in the leading countries of NATO], *Foreign Military Review*, No. 12, pp. 54-58.
5. Strelnikov, D., Sidorov, A. and Mgimov, Y. (2018), "Sovmestnoye primeneniye pilotiruyemykh i bespilotnoy aviatsii SSHA v pervoy polovine XXI veka" [Joint use of US manned and unmanned aerial vehicles in the first half of the XXI century], *Foreign Military Review*, No. 4, pp. 52-59.
6. Moiseev, V.S. (2015), "Prikadnaya teoriya upravleniya bespilotnymi letatel'nyimi apparatami: monografiya" [Applied theory of control of unmanned aerial vehicles: monograph], School, Kazan, 444 p.
7. Moiseev, G.V. (2013), "Osnovy teorii sozdaniya i primeneniya imitatsionnykh bespilotnykh aviatsionnykh kompleksov: monografiya" [Fundamentals of the theory of creation and application of imitational unmanned aircraft complexes: monograph], School, Kazan, 208 p.
8. Rul'ko, Ye.V. (2017), "Podkhod k imitatsii protsessa prinyatiya resheniy v sisteme modelirovaniya voyennykh deystviy" [Approach to the imitation of the decision-making process in the system of modeling military operations], *System Analysis And Applied Informatics*, No.1, pp. 49-55.
9. Koval, A.V. (2012), "Imitatsionnaya model boyevykh deystviy i yeye primeneniye dlya vybora vooruzheniya operiruyushchey gruppirovki voysk" [Simulation model of hostilities and its use to select the weapons of the operating group of troops], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 3(9), pp. 151-154.
10. Venttsel, Ye.S., Ovcharov, L.A. (2003), "Teoriya veroyatnostey i yeye inzhenernyye prilozheniya" [Probability theory and its engineering applications], Academy, Moscow, 464 p.
11. Pisaruk, N.N. (2009), "Issledovaniye operatsiy" [Operations Research], BGU, Minsk, 304 p.
12. Arkhangel'skiy, A.Ya. (2010), "Programirovaniye v C++ Builder" [Programming in C++ Builder], BINOM, Moscow, 1034 p.

Надійшла до редколегії 03.04.2019

Схвалена до друку 21.05.2019

Відомості про авторів:

Звиглянич Сергій Миколайович

кандидат технічних наук
старший науковий співробітник
Харківського національного університету
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-2419-8093>

Агафонов Юрій Миколайович

кандидат технічних наук доцент
головний науковий співробітник
Харківського національного університету
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-6872-5268>

Information about the authors:

Sergey Zviglyanich

Candidate of Technical Sciences
Senior Research Associate
of Ivan Kozhedub Kharkiv National
Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-2419-8093>

Yurii Agafonov

Candidate of Technical Sciences Associate Professor
Chief Scientist
of Ivan Kozhedub Kharkiv
National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-6872-5268>

Ізюмський Микола Павлович

науковий співробітник

Харківського національного університету

Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,

Харків, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-2752-239X>**Mykola Izumskii**

Research Associate

of Ivan Kozhedub Kharkiv National

Air Force University,

Kharkiv, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0002-2752-239X>**Сафарова Гюльнара Маїсівна**

науковий співробітник

Харківського національного університету

Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,

Харків, Україна

<https://orcid.org/0000-0003-2273-4454>**Hulnara Safarova**

Research Associate

of Ivan Kozhedub Kharkiv

National Air Force University,

Kharkiv, Ukraine

<https://orcid.org/0000-0003-2273-4454>**ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ДЕЙСТВИЙ
УДАРНЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

С.М. Звиглянич, Ю.М. Агафонов, Н.П. Изюмский, Г.М. Сафарова

Актуальность вопросов, связанных с обоснованием рациональных подходов к планированию боевых действий с использованием ударных беспилотных летательных аппаратов, обуславливает необходимость разработки способов оценки таких действий. Это направление исследований имеет важное прикладное значение. В статье предложен подход к созданию имитационной модели оценки действий ударных беспилотных летательных аппаратов. Предметом исследования выступает процесс применения ударных беспилотных летательных аппаратов. Целью работы является обоснование подходов к созданию средства оценки действий ударных беспилотных летательных аппаратов на основе имитационной модели исследуемого процесса. При реализации модели использовались методы исследования операций. Данная модель связывает между собой такие параметры как размеры зоны барражирования, интенсивность обнаружения целей, количество ударных беспилотных летательных аппаратов, их вооружение, скорость. При варьировании данными параметрами, появляется возможность установления требуемых зависимостей между ними. Это может служить основой выработки рациональных способов применения ударных беспилотных летательных аппаратов при заданных условиях. Предложенная имитационная модель может использоваться в системе поддержки принятия решений при планировании боевых действий с использованием ударных беспилотных летательных аппаратов.

Ключевые слова: ударные беспилотные летательные аппараты, имитационная модель, боевые действия, разведка.

**SIMULATION MODEL FOR ASSESSMENT
OF UNMANNED COMBAT AIR VEHICLES OPERATIONS**

S. Zvyglyanych, Yu. Agafonov, M. Izumskii, H. Safarova

The actuality of substantiation of rational approaches to planning combat actions with the use of unmanned combat air vehicles (UCAVs) specifies the necessity of development of such actions assessment. This research has great application relevance. The article presents the approach to simulation assessment model of UCAVs' actions development. The scope of research covers the UCAVs' operation. The aim of research is to substantiate the development approaches of UCAVs' actions assessment means based on simulation model. The number of iterations depends on accuracy demand. The UCAVs' operation is displayed in space and time. The model time is changed discretely with preset augment. The targeting situation is formed before the beginning of simulation model activation. Objects that will be attacked by UCAVs are discovered with reconnaissance means with preset intensity. It is assumed that random time of target acquisition has exponential distribution. The time of target acquisition is randomly set for each iteration. The number of targets and time of their acquisition will differ in each iteration. Each detected targets randomly gets coordinates in X and Y axes within the controlled area with preset dimensions. The coordinates of UCAV are also set randomly. The approaching time is calculated based on preset UCAV's speed and distance to the target. The observation time of detected target is random by its nature. The maximal observation time of detected target is set as initial condition. The observation time of detected target for each case is get by multiplying of this time by the random number in the bracket between zero and figure one obtained due to uniform density rule. If the target is observed during approach, it is put on attack. The target engagement is determined on single toss approach. During operating of simulation model, the number of detected targets and the number of engaged targets are calculated. Obtained statistic data are processed after the set number of realizations is finished. Estimations of expectation of detected and engaged targets' numbers are obtained based on corresponding calculators' data. The proximity of target engagement by the given number of UCAVs and preset patrolling time in the control area is assessed. The operation research methods were used in the realization of the model. Presented model combines such parameters as dimensions of patrolling area, target acquisition intensity, number of UCAVs, their armament and speed. Required dependences between these parameters can be discovered by changing them. This can be the background of finding rational ways of UCAVs' operation within set conditions.

Keywords: unmanned combat air vehicles (UCAV), simulation mode, battle actions, secret service.