

С.О. Кібіткін¹, Б.М. Іващук¹, М.В. Токатли², О.Г. Галепа¹, О.С. Боярчуков¹

¹ Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

² Науково-дослідний, проектно-конструкторський та технологічний інститут мікрографії, Харків

ЦИКЛІЧНА МОДЕЛЬ ЗНИЩЕННЯ ЦІЛІ ПРОТИВНИКА

В роботі запропонована циклічна модель знищення цілі противника на основі вдосконалення оптико-електронних систем повітряної розвідки. Метою статті є дослідження сучасних засобів ведення повітряної розвідки з використанням циклічної моделі знищення цілі противника. Запропонована циклічна модель знищення цілі противника дозволяє кількісно оцінити та порівняти комплекси озброєння відносно оперативності, які планується застосовувати командирами. Розвиток нових технологій призводить до вдосконалення тактико-технічних характеристик систем, в свою чергу це підвищує оперативність циклічної моделі знищення цілі противника.

Ключові слова: повітряне спостереження, повітряна розвідка, безпілотний літальний апарат, цифрові оптико-електронні системи, циклічна модель знищення цілі противника, оперативність.

Вступ

Постановка проблеми у загальному вигляді.

Проведений аналіз військових конфліктів ХХІ століття показав сучасні способи застосування високо-точної зброї, яка використовується на борту літальних апаратів, наземних засобів ураження та на морі [1-2]. Все це обумовлювало вдосконалення засобів розвідки, де широкого значення для видової розвідки набув розвиток цифрових оптико-електронних систем (ЦОЕС).

В умовах технічного прогресу повітряна розвідка (ПР) займає одне із важливих місць, при виконанні спеціальних задач для силових структур. Досвід ведення бойових дій провідних країн світу та під час проведення АТО на сході України, показує важливу роль в якості отримання видової інформації ЦОЕС, які розміщуються переважно на безпілотних літальних апаратах (БПЛА).

Аналіз останніх досягнень і публікацій.

Останнім часом в американській пресі, в наукових і популярних технічних, військових і політичних виданнях, а також в мережі Інтернет дуже часто згадується аббревіатура OODA. Цими чотирма буквами позначається основний елемент теорії Джона Бойда (observation (спостереження); orientation (орієнтація); decision (прийняття рішення); action (дія)). У теперішній час лише невелика кількість досліджень присвячена вирішенню задачі виросання петлі Джона Бойда при знищенні цілей противника [3]. Відмінна риса циклу OODA від інших циклічних моделей полягає в тому, що в будь-якій ситуації завжди передбачається наявність противника, з яким ведеться озброєна боротьба.

Противник також діє та приймає рішення в межах своєї аналогічної петлі.

В роботі встановлено, що для описання системи знищення цілі противника можливо застосовувати циклічну модель, засновану на теорії Джона Бойда.

Мета статті – дослідити циклічну модель знищення цілі противника із застосуванням сучасних засобів ведення повітряної розвідки.

Постановка задачі та викладення матеріалів дослідження

Повітряна розвідка (ПР) в сухопутних військах, яка є складовою військової розвідки, ведеться частинами та підрозділами безпілотних літальних апаратів (літаки, автоматичні аеростати тощо) з метою своєчасного одержання даних про противника (об'єкти, сили та засоби, місцевість тощо), які необхідні командирам і штабу. Характер збройної боротьби у сучасній війні ставить перед ПР складні та багатогранні завдання, пред'являє до неї більш жорсткі вимоги та зумовлює нові тенденції її розвитку. В залежності від характеру завдань, що потрібно вирішувати, цілей та глибини ведення розвідки БПЛА, а також від масштабу організаційних структур, в інтересах яких ПР організується і проводиться, БПЛА поділяються: БПЛА оперативно-тактичного призначення; БПЛА тактичного призначення та БПЛА поля бою.

На тактичному рівні (БПЛА тактичні та розвідки поля бою):

– визначення переднього краю противника, його опорних пунктів, розташування в них вогневих засобів, системи вогню і загороджень, інженерного обладнання місцевості;

– встановлення місць розташування та визначення координат об'єктів (цілей) противника, що знаходяться в зоні ураження вогневими засобами бригади;

– визначення результатів вогневого ураження;
 – забезпечення дій у тилу противника з метою дезорганізації його системи управління військами та озброєнням, матеріально-технічного забезпечення, роботи транспорту, знищення найбільш важливих об'єктів;

– виявлення районів дій, баз (таборів) незаконних збройних формувань, складів постачання зброї та боєприпасів;

– здійснення контролю доз опромінення особового складу в ході бойових дій в умовах застосування зброї масового ураження та при виконанні завдань на місцевості, що заражена радіаційними, хімічними і біологічними засобами;

– визначення місця знаходження локальних джерел радіоактивного випромінювання за допомогою високочутливих гамма-зондів [4–6].

Ескадрилья безпілотних авіаційних комплексів тактичного призначення, що безпосередньо підпорядковується командирі армійського корпусу і веде розвідку в його інтересах повинна виконувати наступні завдання по виявленню:

1. Елементів системи управління військами.
2. Пунктів управління рівня армія, армійський корпус, бригада, полк.
3. Елементів системи управління зброєю пунктів управління розвідувально-ударних комплексів і розвідувально-винищувальних комплексів, вузлів зв'язку прихованого управління військами, радіолокаційного посту.
4. Елементів системи протиповітряної оборони (вогневі позиції дивізіонів, батареї зенітно-ракетних військ середньої, малої та близької дії, позиції зенітної артилерії).
5. Вогневих позицій дивізіонів і батареї ствольної та реактивної артилерії, позицій тактичних ракет та оперативно-тактичних ракет.
6. Місць розташування частин і підрозділів сухопутних військ від механізованого (танкового) батальйону.
7. Оперативних резервів противника в районах зосередження і на марші.
8. Місць базування складів паливно-мастильних матеріалів, озброєння і боєприпасів та матеріально-технічного забезпечення.
9. Залізничних вузлів і станцій, автошляхи та їх пропускна здатність.
10. Баз ремонту озброєння та військової техніки.
11. Встановлення місць базування аеродромів, а саме штурмової і армійської авіації, вертолітних майданчиків та наявності на них авіаційної техніки.
12. Уточнення стану мостів, переправ, елементів інфраструктури, пунктів заправки паливом.
13. Уточнення елементів інфраструктури.
14. Уточнення базування аеродромів тактичної авіації та наявності на них літальних апаратів;

Повітряна розвідка здатна в стислий термін ефективно виявляти війська противника в районах зосередження і при пересуванні, визначати місця розташування (координати) вогневих позицій артилерії, командних пунктів, радіоелектронних засобів і інших цілей. Крім цього, засоби ПР залишаються основним засобом при проведенні дорозвідки противника (визначення ступеню його ураження). Поряд з цим саме повітряна розвідка ефективно розкриває систему інженерного обладнання місцевості, наявність зон радіоактивного забруднення (зараження), райони руйнувань, завалів, пожеж і затоплень, а також місця розташування об'єктів у тилу противника.

В умовах технічного прогресу ПР займає одне із важливих місць, щодо виконання спеціальних задач для силових структур. Саме отримання цифрових, а не аналогових зображень починає доминувати при веденні повітряної розвідки. Розвиток автоматизованих систем управління та зв'язку при передачі даних дає змогу підвищити оперативність виконання бойових завдань. Успішність виконання бойових задач залежить від оперативності ведення повітряної розвідки та достовірності отриманої інформації. Чим швидше отримана розвідувальна інформація (PI), тим більша ймовірність випередити противника та знищити його об'єкти [7–8]. З огляду на це можливо представити послідовність отримання розвідувальної інформації, яка наведена на рис. 1.

Важливою вимогою в процесі послідовності отримання PI є оперативність.

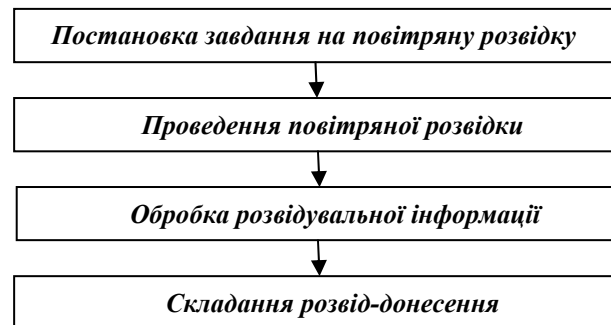


Рис. 1. Послідовність отримання PI

Наведена послідовність отримання PI наведена на рис. 1 є складовою у системі знищення цілі противника, яка має циклічність. Для описання системи знищення цілі противника можливо застосовувати циклічну модель основану на теорії Джона Бойда, який з 1941 по 1951 служив льотчиком ВПС США. Він розробив теорію повітряного бою “Енергія – Мобільність”, а також запропонував основу даної теорії (спостереження – орієнтування – рішення – дія), яку широко використовують в різних галузях [9].

Схематично, циклічну модель знищення цілі противника наведено на рис. 2.

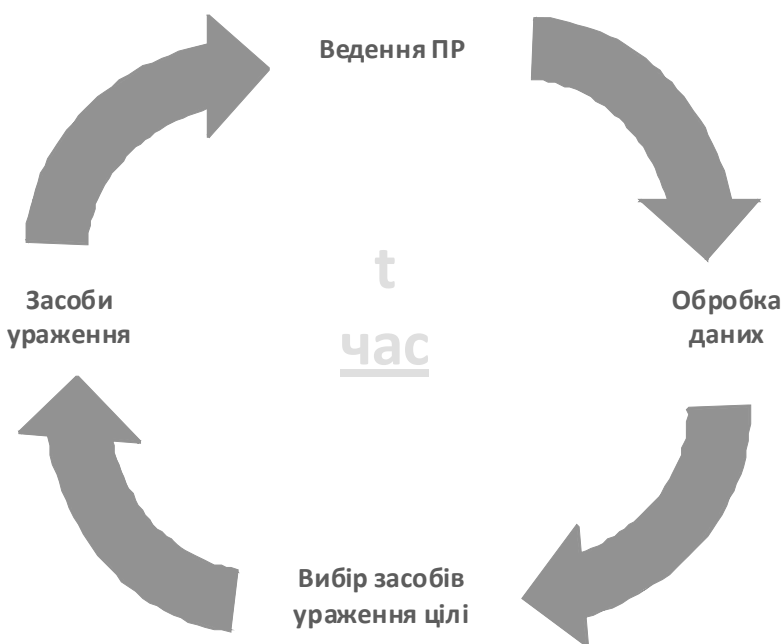


Рис. 2. Циклічна модель знищення цілі противника

Запропонована циклічна модель складається з чотирьох блоків:

1. Ведення повітряної розвідки, яка включає в себе розвідувальні носії з бортовими комплексами спостереження:

- спутники,
- БПЛА,
- літаки-розвідники,
- ОЕС,
- ІЧ систем і т.д.;

2. Обробка даних включає: центри обробки розвідувальної інформації (ЦОРІ), наземні системи комплексів повітряної розвідки;

3. Вибір засобів ураження цілі включає:

- штаб,
- командування з'єднань та частин,
- АК,
- ОУВ і т.д.;

4. Засоби ураження включають: зенітно-ракетні комплекси (ЗРК), артилерію, літаки, кораблі, САУ і т.д.;

Всі ці елементи циклічної моделі знищення цілі противника пов'язані зв'язками у вигляді стрілок, що представляються засобами зв'язку та автоматизованими системами управління (АСУ) [10]. Дана циклічна модель представлена колом, яка являє собою блоки задач, і чим меншим буде коло, тим менший буде час t – оперативність, що є одним із основних параметрів успішного знищення цілі противника [10–12].

Проведений аналіз вдосконалення тактико-технічних характеристик оптико-електронних систем на протязі певного періоду, дав змогу порівняти цикли знищення цілі противника від часу t (оперативність) (рис. 3).

На рис. 3 градаціями позначено етапи обробки даних по часу:

- ПР – повітряна розвідка;
- ПД – передача даних до місця обробки;
- ПРш – прийняття рішення, щодо виду засобів ураження ;
- ЗУ – використання засобів ураження.

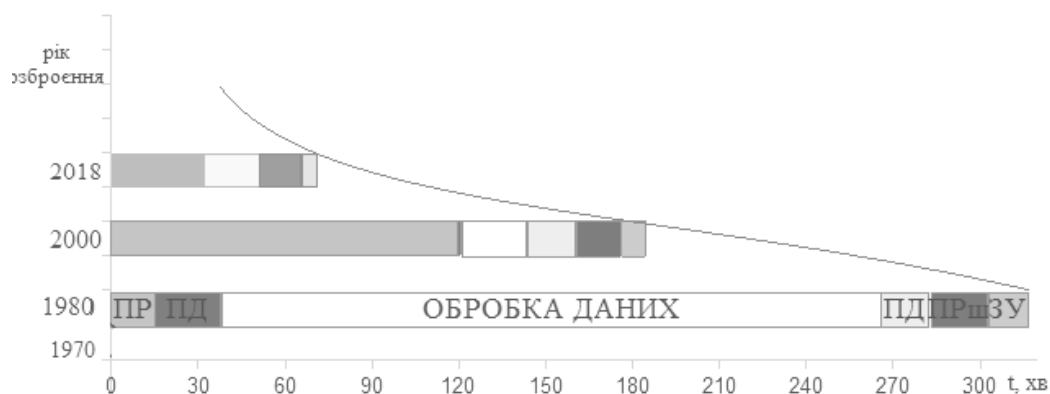


Рис. 3. Аналіз циклів знищення цілі противника від часу t (оперативність)

На рис. 3 зображено порівняльний аналіз БПЛА “Фурія”, та вдосконалення засобу знищення цілі противника мінометом “Молот”. Таким чином озброєння 80-х років, де використовувалося аналогове зображення, отримане з БПЛА (“Рейс”), поступають до цифровому зображенню, отриманому з БПЛА (“Фурія”) по оперативності на 230 хв, за рахунок витіснення хіміко-фотографічної обробки (ХФО), зменшення часу на дешифрування даних та вдосконалення засобів ураження цілі противника. Також на рис. 3 спостерігається крива вдосконалення технологій – ΔBT від t – часу циклу обробки даних ПР, яку можливо описати формулою:

$$\Delta BT = f(x)/t,$$

де $f(x)$ – функція, яка описує можливості ОЕС в залежності від їх характеристик x ; x – характеристики ОЕС; t – час циклу обробки даних ПР.

Наприклад під характеристикою ЦОЕС розуміють $\{t, d, R, \alpha, H, \beta, \dots\}$. Якщо це система зв'язку, то $\{v, V, \gamma, \dots\}$, де позначено:

- t – час,
- d – детальність знімку на місцевості,
- R – роздільна здатність,
- α – коефіцієнт прозорості атмосфери,
- H – висота ведення розвідки, β – кут поля зору системи,
- v – швидкість передачі інформації,
- γ – пропускна здатність каналу,
- V – об'єм переданої інформації.

При вдосконаленні характеристик озброєння та технологій, збільшується оперативність виконання бойового завдання.

Щоб вирахувати оперативність знищення цілі

противника, краще представити всі складові у графічному вигляді (рис. 4).

Наведена схема представляє виконання повітряної розвідки – БПЛА “Рейс”, обробка даних – центр обробки розвідувальної інформації, вибір засобів ураження цілі – штаб АТО, засоби ураження – оперативно-тактичний ракетний комплекс “Точка-У”. Оперативність знищення цілі противника залежить від:

1) часу ведення повітряної розвідки

$$(T_p(x) = \{t, d, R, \beta, H, V, \alpha, \dots\});$$

2) часу обробки даних інформації

$$(T_H(x) = \{T_{тр}, T_{\phi}, L_{\phi}, t, \dots\});$$

3) часу прийняття рішення в штабі

$$(T_K(x) = \{K, n, t, \dots\});$$

4) часу дії засобів ураження

$$(T_G(x) = \{t, D_{ур}, P_{ц}, t_{бр}, \dots\}),$$

У наведених формулах:

d – детальність знімку на місцевості;

t – час;

R – роздільна здатність;

β – кут поля зору системи;

H – висота фотографування;

V – швидкість польоту літака-розвідника;

α – коефіцієнт прозорості атмосфери;

$T_{тр}$ – час доставки розвідданих;

T_{ϕ} – температура сушки;

L_{ϕ} – довжина фільму;

K – кваліфікація офіцерського складу;

n – кількість офіцерів,

$D_{ур}$ – дальність ураження,

$P_{ц}$ – ймовірність влучення в ціль,

$t_{бр}$ – час приведення засобів ураження в бойову

готовність.

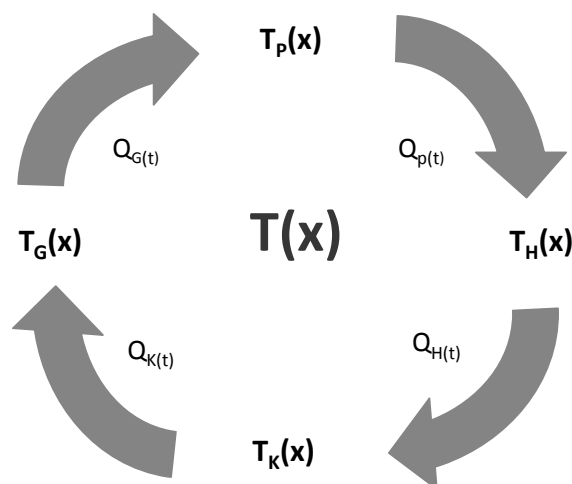


Рис. 4. Оперативність знищення цілі противника

Дана схема на рис. 4 дає можливість порівнювати циклові моделі знищення цілі противника з різними характеристиками комплексів повітряної розвідки, обробки даних, кваліфікації офіцерів штабу та засобів ураження.

Загальна формула оперативності знищення цілі противника матиме вигляд:

$$T(f(x)) = T_p(f(x)) + T_{Q(p)}(f(x)) + T_H(f(x)) + T_{Q(H)}(f(x)) + T_K(f(x)) + T_{Q(K)}(f(x)) + T_G(f(x)).$$

Дана формула описує залежність часу (оперативність) від часу функціонування всіх підсистем циклічної моделі знищення цілі противника, в залежності від їхніх характеристик. Таким чином підвищення характеристик нових технологій підвищує оперативність знищення цілі противника.

Висновки

Запропонована циклічна модель знищення цілі противника, дозволяє кількісно оцінити та порівня-

ти комплекси озброєння, відносно оперативності, які планується застосовувати командирами.

Зростання нових технологій призводить до покращення тактико-технічних характеристик систем, в свою чергу це підвищує оперативність циклічної моделі знищення цілі противника на 230 хвилин в порівнянні з аналоговими засобами розвідки.

Дана модель дозволить оцінити та порівняти ОЕС по їх характеристиках.

Список літератури

1. Караванов О.А. Деякі відмінності “мережецентричних систем управління” / О.А. Караванов // Перспективи розвитку озброєння та військової техніки Сухопутних військ: – збірник тез доповідей Міжн. науково-технічної конф – Львів, 2015. – С. 145-146.
2. Літаки-розвідники XXI століття. Технології [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://cikavosti.com/pislya-holodnoyi-viyni-litaki-rozvidniki-xxi-stolittya/>.
3. Ивлев А.А. Основы теории Джона Бойда. Принципы, применение и реализация [Электронный ресурс] / А.А. Ивлев. – 2009 – 21 с. – Режим доступа: <http://www.milresource.ru/Boyd.html>.
4. Алімпієв А.М. Тенденції розвитку аерокосмічних засобів спостереження: навчальний посібник / А.М. Алімпієв, Б.М. Івашук, Д.В. Карлов, та ін. – Х.: ХНУПС, 2016. – 132 с.
5. Coram R. Boyd: The Fighter Pilot Who Changed the Art of War. New York: Little Brown, 2008.
6. Івашук Б.М. Розвідувальне обладнання літальних апаратів / Б.М. Івашук, С.Ю. Маренич, С.І. Овчаренко. – Х.: ХУПС, 2011. – 172 с.
7. Волошин В.И. Анализ тенденций развития рынка дистанционного зондирования Земли / В.И. Волошин, А.С. Левенко // Космічна наука і технологія. – 2008. – Т. 14, № 2. – С. 13-21.
8. Osinga F. Science, Strategy and War. The Strategic Theory of John Boyd, Abingdon, UK: Routledge, 2009.
9. Беспилотный летательный аппарат А1-С “Фурия” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eizvestia.com/armiya/full/787-bespilotnyj-letatelnyj-apparat-a1-s-furiya>.
10. Richards, Chet. Certain To Win: The Strategy Of John Boyd, Applied To Business. Philadelphia: Xlibris Corporation, 2014.
11. Grant T., Kooter B. Comparing OODA & other models as Operational View C2 Architecture, 10th ICCRTS, 2008.
12. Dettmer H.W., Strategic Navigation: The Constraint Management Model. Proceedings of the APICS International Conference, Las Vegas, Nevada (USA), October 6-9, 2010.

References

1. Karavanov, O.A. (2015), “Deyaki vidminnosti merezhetsentrychnykh system upravlinnya” [Some differences of network-centric managed systems], *The International Scientific Technological Conference: Perspectives of the development of armament and military technology of landed forces*, Lviv, pp. 145-146.
2. “Litaky-rozvidnyky XXI stolittya. Tekhnolohiyi” [The reconnaissance aircraft of XXI century. Technology.], <http://cikavosti.com/pislya-holodnoyi-viyni-litaki-rozvidniki-xxi-stolittya/> (accessed 12 January 2018).
3. Ivlev, A.A. (2009), “Osnovy teoriyi Dzhona Boida. Pryntsy, zastosuvannya ta vprovadzhennya” [The basis for theory of John Boid. The principles of applying and implementation], p. 21, <http://www.milresource.ru/Boyd.html>, (accessed 22 January 2018).
4. Alimpiyev, A.M., Ivashchuk, B.M. and Karlov, D.V. (2016), “Tendentsiyi rozvytku aerokosmichnykh zasobiv sposterezheniya” [The trends of development the airspace observation means], Kharkiv, KNAFU, 132 p.
5. Coram R. (2008), “Boyd: The Fighter Pilot Who Changed the Art of War”, New York, Little Brown.
6. Ivashchuk, B.M., Marenych, S.Y. and Ovcharenko, S.I. (2011), «Rozviduvalne obladnannia litalnykh aparativ» [The reconnaissance equipment of aircraft], Kharkiv, KNAFU, 172 p.
7. Voloshyn, V.Y. and Levenko, A.S. (2008), “Analyz tendentsyyi razvytyya rynku dystantsyonnoho zondirovaniya Zemly” [The analyses of development of the market of distance sensing the Earth], *The Space Science and Technology*, v. 14, No 2, pp. 13-21.
8. Osinga, F. (2009), “The Strategic Theory of John Boyd, Science, Strategy and War”. Abingdon, Routledge.
9. “Bezpilotnyi litalnyi aparat A1-S «Furiya»” [Unmanned aerial vehicle A1-S «Furiya»], <http://eizvestia.com/armiya/full/787-bespilotnyj-letatelnyj-apparat-a1-s-furiya> (accessed 22 January 2018).
10. Richards, Chet. (2014), “Certain To Win: The Strategy Of John Boyd, Applied To Business”, Philadelphia, Xlibris Corporation.
11. Grant, T. and Kooter, B. (2008), “Comparing OODA & other models as Operational View C2 Architecture”, 10th ICCRTS.
12. Dettmer, H.W. (2010), “Strategic Navigation: The Constraint Management Model”, *Proceedings of the APICS International Conference*, Las Vegas, Nevada (USA), October 6-9.

Надійшла до редколегії 14.02.2018

Схвалена до друку 20.03.2018

Відомості про авторів**Кібіткін Сергій Олександрович**

кандидат технічних наук
викладач кафедри Харківського національного
університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-8007-4015>
e-mail: kikitkin_sergey@ukr.net

Іващук Богдан Миколайович

кандидат технічних наук доцент
заступник начальника факультету Харківського
національного університету Повітряних Сил
ім. І. Кожедуба, Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-9326-4870>
e-mail: ebogdan@ukr.net

Токатли Михайло Вадимович

молодший науковий співробітник
Науково-дослідний проектно-конструкторський
технологічний інститут мікрографії,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-7228-5170>
e-mail: tokmisha8@gmail.com

Галепа Олександр Григорович

курсант Харківського національного університету
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-6538-854X>
e-mail: galepa0904@ukr.net

Боярчуков Олександр Сергійович

курсант Харківського національного університету
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-9758-1988>
e-mail: reccefame@gmail.com

Information about the authors:**Sergiy Kibitkin**

Candidate of Technical Sciences
Lecturer of Ivan Kozhedub Kharkiv National
Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-8007-4015>
e-mail: kikitkin_sergey@ukr.net

Bogdan Ivashchuk

Candidate of Technical Sciences Associate Professor
Deputy Chief Faculty
of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-9326-4870>
e-mail: ebogdan@ukr.net

Mykhailo Tokatly

Junior Research Associate of
Scientific-Research Designer
and Technologic Institute
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-7228-5170>
e-mail: tokmisha8@gmail.com

Oleksandr Galepa

Cadet of Ivan Kozhedub Kharkiv National
Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-6538-854X>
e-mail: galepa0904@ukr.net

Oleksandr Boiarchukov

Cadet of Ivan Kozhedub Kharkiv National
Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-9758-1988>
e-mail: reccefame@gmail.com

ЦИКЛИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УНИЧТОЖЕНИЯ ЦЕЛИ ПРОТИВНИКА

С.А. Кибиткин, Б.Н. Иващук, М.В. Токатлы, А.Г. Галепа, А.С. Боярчуков

В работе предложена циклическая модель уничтожения цели противника, а так же совершенствование ее за счет применения современных оптико-электронных систем воздушной разведки. Целью статьи является исследование новых средств ведения воздушной разведки с использованием циклической модели уничтожения цели противника. Предложенная циклическая модель уничтожения цели противника, позволяет количественно оценить и сравнить комплексы вооружения относительно оперативности их применения соответствующими подразделениями. Развитие новых технологий приводит к усовершенствованию тактико-технических характеристик систем, что в свою очередь повышает оперативность циклической модели уничтожения цели противника.

Ключевые слова: воздушное наблюдение, воздушная разведка, беспилотный летательный аппарат, цифровые оптико-электронные системы, циклическая модель уничтожения цели противника, оперативность.

THE CYCLIC MODEL OF DESTRUCTION ENEMY TARGET

S. Kibitkin, B. Ivashchuk, M. Tokatly, O. Galepa, O. Boiarchukov

The cyclic model of destruction enemy target is proposed in this article, and also improving it by applying the modern optoelectronic systems of air reconnaissance. The purpose of the article is exploring modern means of leading air reconnaissance with the using of the cyclic model of destruction enemy target. The air reconnaissance can find enemy troops and their position when they moving in short term. And also, air reconnaissance can determine a location of fire positions, artillery, command posts, radio electronic and other means. In conditions of technical progress, the air reconnaissance occupies one of the most important place of doing special tasks for structures, which it needs. The digital imagines start to dominate during the leading of air reconnaissance. A development of automatic managed systems and means of communication for broadcasting information gives an ability to raise an efficiency at doing combat tasks. The success of doing combat tasks depends on the efficiency at leading air reconnaissance and getting at reliable information. The proposed cyclic model of destruction enemy target, allows us to quantify and compare the weapons complexes with relation to the efficiency at their applying by appropriate units. The development of the new technologies leads to improving tactical and technical characteristics of systems, that raise the efficiency at the cyclic model of destruction enemy target.

Keywords: air surveillance, air reconnaissance, unmanned aerial vehicle, digital optoelectronic systems, cyclic model of destruction enemy target, efficiency.