

# ИЗСЛЕДВАНЕ НА ФУНКЦИОНАЛНИЯ ДИЗАЙН И КРИТЕРИИТЕ ЗА КАЧЕСТВО НА СИСТЕМА ЗА АВИАЦИОННО ВЪЗДЕЙСТВИЕ ПРИ ПРОВЕЖДАНЕ НА ВЪЗДУШНИ ОПЕРАЦИИ

д-р Андон Андонов

Военна академия „Георги Стойков Раковски“

**Резюме:** Системите за кинетично и некинетично авиационно въздействие като част от авиационна система от по-високо ниво са предназначени за нанасяне на желани физически и функционални поражения на положително идентифицирани противникови цели. В доклада са представени резултати от изследването на функционалния дизайн на система за авиационно въздействие и са предложени критерии за оценка на качеството на системата да поразява обекти на желана степен при различни условия на оперативната среда.

**Ключови думи:** въздействие; авиационно; качество; критерии

## I. Въведение

Тактическите форми за бойни действия на авиационните формирования – ешелонирани/систематични бойни действия, въздушни сражения и боеве, авиационни удари и специални бойни полети, са комплекс от дейности, изпълнявани във въздушните операции (ВО), насочени към пости-

гането на зададен резултат с максимални ефикасност и ефективност. За тази цел те функционират в единна, организирана и целенасочено управлявана динамична сложна система, наречена авиационна система (Kokudeva 2019).

Авиационната система като обект на изследване може да се декомпозира по функционален признак. Елементът, осъществяващ планирането, организирането и изпълнението на въздействията върху заповяданите обекти, разположени върху земната или морската повърхност, е системата за авиационно въздействие (САВ), за която е предложена следната дефиниция: *част от авиационна система, включваща елементи, функциониращи по единна концепция за водене на ВО, целенасочено осигурявани и управлявани за реализиране на процеса по въздействие от въздуха на идентифицирани противникови обекти за постигане целите на операцията* (Andonov 2021).

## **II. Функционален дизайн на система за авиационно въздействие**

Прилагането на процесния подход за изследване и описание на протичащите в САВ процеси позволява нейното декомпозирание по функционален признак на следните компоненти (Dimitrov 2011):

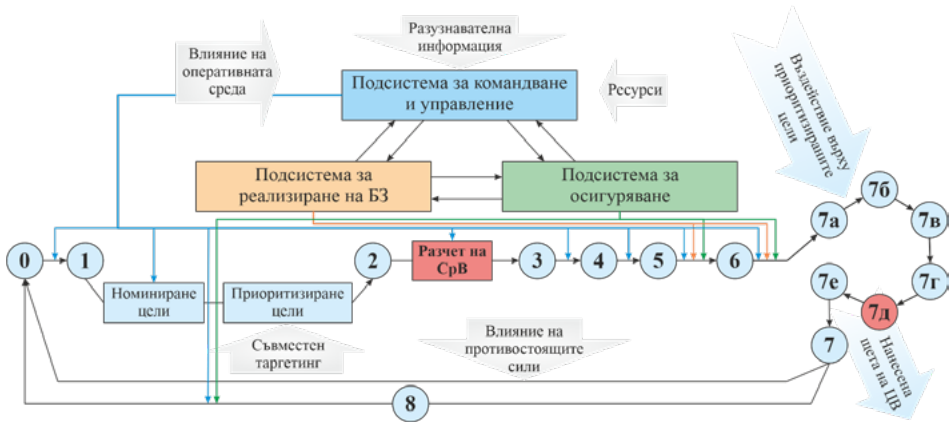
- 1) Подсистема за командване и управление;
- 2) Подсистема за реализиране на бойната задача (БЗ);
- 3) Подсистема за осигуряване.

Общ функционален дизайн на САВ е представен на Фигура 1, изобразяваща процесите, протичащи в рамките на един цикъл на бойно използване: 0 – системата е в състояние на готовност; 1 – вземане на решение за бойно използване на системата; 2 – определяне на цели за въздействие (ЦВ) по приоритет; 3 – определяне на рационални авиационни средства за поразяване (АСП) по тип и количество за всяка цел; 4 – разпределяне на силите и средствата по ЦВ; 5 – планиране на силите и средствата; 6 – поставяне на задачите и подготовка за тяхното изпълнение; 7 – *реализиране на бойната задача на системата* (Andonov 2021).

В случай, че понесените загуби не нарушават способността на САВ за водене на бойни действия, тя преминава в състояние 0. В противен случай, в системата протича процес на възстановяване 8.

Реализирането на бойната задача съдържа изпълнение на предварително взето решение за въздействие върху приоритизираните цели чрез

нанасяне на определено поражение и оценка на неговата фактическа стойност. Тази своя функция САВ осъществява посредством нанасяне на авиационни удари, изпълнявайки бойни полети.



**Фигура 1.** Функционален дизайн на система за авиационно въздействие

Боеен полет е логическа последователност от действия, протичащи в условията на противодействие от страна на противниковата система за ПВО, включваща следните етапи (Chalakov 2020): 7а – Излитане на въздухоплователните средства (ВС); 7б – Полет по зададен маршрут; 7в – Преодоляване на системата за ПВО; 7г – Излизане в района на бойно използване, откриване и опознаване на ЦВ, изпълнение на маньовър за атака; 7д – Въздействие върху целта; 7е – Оценка на пораженията, полет по обратния маршрут и кацане.

При въздействието върху целта се решава задачата за нанасяне на физически и/или функционални поражения на ЦВ до необходима степен със заповядана гарантирана вероятност. Той е най-отговорният и сложен етап, а от постигнатите резултати зависи успехът на бойния полет. Започва след изпълнение на маньовър за осигуряване на назначените параметри на атаката и съдържа следните подпроцеси: целеуказване; прицелване; освобождаване на авиационните средства за поразяване (АСП); полет на АСП към ЦВ; попадение на АСП в област от пространството около ЦВ; детонация на бойната част на АСП; поражение на целта до определена степен; изпълнение на следваща атака.

Посочените подпроцеси се синтезират до възникването на две последователни във времето случайни събития: 1 – попадение на АСП в опреде-

лена точка от земната повърхност, и 2 – поражение на целта, при условие, че попаденията са реализирани на определено разстояние спрямо нея. Те формират същността на процеса на въздействие, чиято ефективност определя качеството на САВ (Andonov 2021).

### III. Критерии за качество на система за авиационно въздействие

Планирането на офанзивни ВО включва количествената оценка и сравняването на прогнозните резултати от алтернативните варианти за действие на САВ. За целта се използват критерии за определяне на нейното качество, характеризиращо способността да постига измерим резултат, изпълнявайки конкретни задачи при ясно дефинирани условия (Arbuzov, Volhovitinov 2008).

Изборът на критерий е творчески процес, изискващ задълбочено познаване на протичащите в САВ процеси и явления. Той зависи от конкретните задачи, изисквания и условия на функциониране на системата, свойствата на системите оръжие и др.

Според характера и обхвата на оценката, критериите за качество на САВ са четири основни вида (Фиг. 2).



**Фигура 2.** Видове критерии за оценка на качеството на система за авиационно въздействие

Общи – характеризират резултатите от функционирането на САВ като цяло.

Частни – определят ефективността на изпълнение на отделни етапи от протичащите в системата процеси.

Непосредствени – за оценка на резултатите от действието на САВ в съответствие с нейното основно предназначение.

Косвени – отразяват изменението на състоянието и ефективността на други системи, в чиито интерес САВ изпълнява конкретни задачи (Arbuzov, Bolhovitinov 2008).

За нуждите на изследването са разгледани единствено непосредствените частни и общи критерии, към които се предявяват следните изисквания:

- отразяват целите на функциониране на САВ и нивото или степента на изпълнение на поставените задачи;
- частните критерии (от по-ниско ниво) са съгласувани и свързани с общите (от по-високо ниво);
- представляват разбираема и лесна за изчисляване физична величина.

#### **IV. Групи критерии за качество на система за авиационно въздействие**

За оценка на качеството на САВ да реализира желана щета върху потенциала на противостоящите сили се използват пет групи критерии в зависимост количеството използвани авиационни платформи (АП) и типа на ЦВ:

*1) единична АП, едно самолетоизлитане (с/и):*

– *единична малоразмерна цел* – при въздействие върху такава цел се постига напълно определен резултат (желаното ниво на щета е достигнато или не е достигнато), поради което показател за качество на САВ е вероятността за изпълнение на поставената задача, т.е. вероятността за поразяване на целта:

$$E_1 = P_1(A) \quad (1)$$

– *групова/площна съсредоточена цел* – при въздействието се нанася определена щета на целта – разрушена площ или количество поразени единични цели. В този случай като критерий за качество се използва математически очакваното число на нанесената щета:

$$E_1 = M[U_1], \quad (2)$$

където:  $U_1$  – относителна щета, нанесена на обекта.

Относителната щета е безразмерна величина и се определя с изразите:

$$U_1 = \frac{S_{\text{пор}}}{S_{\text{ц}}} = \frac{n_{\text{пор}}}{n_{\text{ц}}}, \quad (3)$$

където:  $S_{\text{пор}}$  – поразена площ на обекта;

$S_{\text{ц}}$  – обща площ на обекта;

$n_{\text{пор}}$  – количество поразени единични обекти;

$n_{\text{ц}}$  – количество единични цели в състава на груповата цел.

2) група АП, едно с/и – върху целите въздейства група от авиационни платформи. Критериите за качество са същите, но за изчисляването им се използва различен математически апарат.

При индивидуално прицелване и еднаква вероятност за поразяване за всяка стрелба, вероятността за поразяване на единична малоразмерна цел ще бъде:

$$E_N = P_N = 1 - [1 - P_1(A)]^{N_c} \quad (4)$$

Аналогично, при въздействие върху групова/площна съсредоточена цел:

$$E_N = M[U_N] = 1 - [1 - M(U_1)]^{N_c} \quad (5)$$

Уравнения (4) и (5) изразяват „правата задача“ за оценка на качеството на САВ. Важно за практиката е и решаването на „обратната задача“, чрез която се определя необходимият наряд сили и средства  $N_{\text{необх}}$  за достигане на зададено значение на критерия за качество  $E_{\text{зад}}$ :

$$N_{\text{необх}} = \frac{\ln(1 - E_{\text{зад}})}{\ln(1 - E_1)} \quad (6)$$

3) група АП, едно с/и, групов разсредоточена цел – въздействие на АП върху групов разсредоточена цел, включваща в състава си единични цели, с произволни АСП и количество независими стрелби, при постоянни

или променливи условия. Прицелването се извършва по всяка отделна единична цел от състава на групата. Като критерий за качество се използва математически очакваното число на количеството поразени единични цели:

$$E_{\text{гр}} = M[X_n] = \sum_{i=1}^N M[X_i] = \sum_{i=1}^N P_i, \quad (7)$$

където:  $X_n$  – количество поразени единични цели.

Видно е, че математически очакваното число  $M[X_n]$  е сума от вероятностите за поразяване на всяка отделна единична цел  $P_i$ . В частния случай, когато вероятността за поразяване е еднаква за всяка  $i$ -та единична цел, се получава:

$$E_{\text{гр}} = M[X_n] = N \cdot P \quad (8)$$

При планиране на въздействие върху такава цел често се поставя изискване да бъдат поразени не по-малко от определено количество единични цели  $k$ .

При еднаква вероятност за поразяване на всяка от тях  $P$ , вероятността, че ще бъдат поразени  $m$  единици с  $N$  стрелби, се определя с израза:

$$P_m = C_N^m P^m (1 - P)^{N-m}. \quad (9)$$

Когато обаче условията на стрелбата и вероятностите за поразяване на единичните цели са различни, то  $P_m$  се определя като коефициент при разлагането в степенен ред на експоненциалната функция  $\varphi_n(Z)$  (Vasileva 2008):

$$\varphi_n(Z) = [(1 - P_1) + P_1 Z][(1 - P_2) + P_2 Z] \dots [(1 - P_N) + P_N Z]. \quad (10)$$

Така може да бъде намерена вероятността  $R_k$  за поразяване на не по-малко от  $k$  единични цели (гарантираната вероятност) чрез израза:

$$R_k = P_k + P_{k+1} + P_N \quad (11)$$

4) *многократно действие на група АП, един тип на целите* – критерий за качество е математически очакваното число на сумарната щета,

нанесена с  $N_C$  на брой АП при  $m$  с/и:

$$E_m = N_C E_1 n_{cp}, \quad (12)$$

където:  $n_{cp}$  – средно количество с/и.

5) *общ случай* – съответства на групово и многократно използване на АП за въздействие по различни типове цели. Този случай предполага голямо разнообразие от цели за въздействие, усложняващо избора на критерий за качество на САВ поради възникването на многокритериална задача с  $E_i$  на брой възможни критерии при  $i = \overline{1, k}$ .

Към тях трябва да се добавят и редица ограничаващи условия, намаляващи множеството от решения, от които може да бъде избрано оптималното, като например: разполагам ресурс, допустими загуби, времеви характеристики за изпълнение на задачите и др. Обикновено те се обединяват под наименованието „ресурсоемкост“, а за оценка на качеството на САВ в този случай се използва критерият „резултатност – ресурсоемкост“ (Wang, Labaria, Moten 2017).

## V. Заключение

Трудността при решаване на многокритериалната задача произхожда от факта, че всеки от критериите за качество ще има екстремум при различни варианти на бойно използване на САВ. Така възниква диалектично противоречие между резултативността и загубите в операцията, от една страна, и елементите на обективност и субективност при оценката им, от друга. Това налага използване на творчески подход от лицата, определящи критериите за качество. Важно значение при това има намаляването на степента на субективност при оценката на обективната полезност на операцията на етапите на формулиране на целите, планиране на операцията и избор на критериите за качество.

## REFERENCES

- ANDONOV, A., 2021. *Usavarshenstvane na protsesa za modelirane na deystviyata na aviatsiyata pri planirane na vazdushnite operatsii*. [Disertatsionen trud]. Sofia: Voenna academia „G.S.Rakovski“. 269 s. [in Bulgarian].
- ARBUZOV, I.; BOLHOVITINOV, O., 2008. *Boevye aviatsionnye komplekсы i ih effektivnosty*. MOSKVA: Izdanie VVIA im. prof. N. E. Zhukovskogo. [in Russian].



CHALAKOV, R., 2020. Faktorna struktura na pokazatelite v protsesa na planirane na ognevata poddrazhka v operatsii. *Voenen zhurnal*, no 1 – 2, pp. 108 – 121. ISSN 2534-8388. [in Bulgarian].

DIMITROV, R., 2011. *Boyna efektivnost na aviatsiyata vav vazdushnite operatsii*. Sofia: Voenna akademia G. S. Rakovski. [in Bulgarian].

KOKUDEVA, P., 2019. Slozhnite sistemi i sistemata ot sistemi v sigurnostta. V: *Vazdushniyat suverenitet i edinno evropeysko vazdushno prostranstvo*. Sofia: Voenna akademia G. S. Rakovski, pp. 143 – 153. ISBN 978-619-7478-36-5. [in Bulgarian].

VASILEVA, M., 2008. *Diskretni strukturi*. Shumen: NVU V. Levski, Fakultet Artileria, PVO i KIS. ISBN 978-954-9681-32-1. [in Bulgarian].

WANG, H.; LABARIA, G.; MOTEN, C., 2017. Average Damage Caused by Multiple Weapons against an Area Target of Normally Distributed Elements. *American Journal of Operations Research*, vol 7, pp. 289-306. ISSN 2160-8849.

## AIRSTRIKE SYSTEM FUNCTIONAL DESIGN AND QUALITY CRITERIA STUDY

**Abstract:** The airstrike system as a part of higher-level aviation system is designed to engage positively identified enemy targets. Certain criteria are used for determining the system quality to cause damage to a desired definition. This paper proposes results from airstrike system functional design and quality criteria analysis based on different operational conditions.

**Keywords:** airstrike; engagement; quality; criteria

**Dr. Andon Andonov, Assist. Prof.**  
ORCID iD: 0000-0003-1804-483X  
Command and Staff Faculty  
Rakovski National Defence College  
82 Evlogi i Hristo Georgievi  
Sofia, Bulgaria  
E-mail: a.andonov@rndc.bg