

ACTIVE DIRECTIONS FOR INCREASING THE OPPORTUNITIES FOR COMBATING UAVS ON THE BATTLEFIELD

Stoyan N. Chaney

Address for correspondence: Stoyan Nedev Chaney, Assistant Professor at the Department of Air Defense, Artillery, Air Defense and CIS Faculty at the Vasil Levski National Military University, tel. 054/801040, ext. 54266, e-mail: st.chaney@abv.bg

Annotation: The paper examines the currently existing active directions for combating unmanned aerial vehicles (UAVs), as well as long-term developments in this field. The advantages and disadvantages are shown and the possibility for joint use of some directions in order to increase the efficiency.

Key words: combating UAVs, anti-aircraft means, modernization, long-term directions.

АКТИВНИ НАПРАВЛЕНИЯ ЗА ПОВИШАВАНЕ НА ВЪЗ- МОЖНОСТИТЕ ЗА ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ НА БЛА НА БОЙНОТО ПОЛЕ

Стоян Н. Чанев

Адрес за кореспонденция: Стоян Недев Чанев, главен асистент в катедра “Противовъздуш-на отбрана“, факултет “Артилерия, ПВО и КИС” на НВУ “Васил Левски“, тел. 054/801040, вътр. 54266, e-mail: st.chaney@abv.bg

Анотация: В доклада са разгледани съществуващи към момента активни направления за противодействие на безпилотни летателни апарати (БЛА), както и перспективни разработки в тази област. Показани са предимствата и недостатъците и възможността за съвместно използване на някои направленията с цел повишаване на ефективността.

Ключови думи: борба с БЛА, зенитни средства, модернизация, перспективни направления.

Увод

Средствата за разузнаване, които следва да осигурят своевременно с информация за координатите на въздушните цели (ВЦ) зенитните комплекси, при работа по-малоразмерни БЛА не се справят с тази задача. Реализуемите разстояния за откриване не позволяват на командните пунктове (КП) и пунктовете за управление (ПУ) на наземно базираните зенитни средства да участват в процеса на управление на огъня на подчинените средства, снижавайки по този начин потенциал-

ните им бойни възможности. Това налага наред със зенитните средства въвеждане на нови способности за активно противодействие.

1. Зенитни средства

Зенитните средства са в основата на системата на огъня на изградена групировка за противовъздушна отбрана (ПВО). Поради малките размери на тактическите БЛА, откриването им не осигурява централизирано управление. Това налага зенитната стрелба да се води автономно, на основание на предварително отдадените указания за водене на огъня. Допълнителни фактори, обуславящи сложността на борбата с БЛА са:

- наличие на възможност за подавяне и самостоятелно поразяване на силите и средствата за ПВО;
- възможност за целеуказване по средствата за ПВО на ударни самолети, вертолети и артилерия;
- нечувствителност към психологическото въздействие на огъня на силите и средствата за ПВО.

Резултати от полигонни изпитания (табл. 1) показват ефективността на зенитните средства, отчитайки особеностите при действие по малоразмерни БЛА [3].

Таблица 1

Ефективност на зенитните средства срещу тактически БЛА

Огневи средства	Особености	Разход ЗУР/бк	Ефективност
ЗРК за близко действие	- D откр. – 3,3÷7,4 km; - обстрел – около и бл. граница на зоната за поразяване ; - влиянието върху линиите за телеуправление на земната повърхност; - поради малката скорост отразените сигнали могат да бъдат частично / напълно подавени от системите за СДЦ.	1	Ниска
ЗАС	- за достигане стойност на условната вероятност за поражение на целта 0,5 е необходим висок разход на боеприпаси (обусловен и от липсата на безконтактни взриватели в зенитните снаряди).	2÷4 бк на цк	Ниска
ПЗРК	- ниска ИЧ сигнатура на целта; - висока ъглова скорост на целта; - ниски нива на шума на двигателя на БЛА; - съкратено време за анализ на въздушната обстановка; - липса на дистанционен взривател на ЗУР.	1	Ниска

Може да се направи извода, че възможностите за откриване и унищожаване на тактически БЛА от зенитните средства е малко вероятно, дори и в несложна въздушна обстановка. Остава нерешен и въпроса за разпознаването им.

2. Противодействие на БЛА чрез модернизация на съществуващите зенитни средства

При съществуващите зенитни средства активно поразяване е възможно, макар и с големи ограничения по отношение на откриване и обстрела на БЛА с ефективна отразяваща повърхност (ЕОП) не по-малка от 0,01 m². Ефективна бойна работа по цели с по-малка ЕОП съвременните зенитни комплекси практически не могат да водят. За преодоляване на тези ограничения един от възможните подходи се явява частичната или пълната модернизация на съществуващите средства за откриване и активно поразяване с цел усъвършенстването им за решаване на задачи за борба с малоразмерни БЛА.

Така например повишаването на ефективността на стрелбата на зенитните установки ЗУ-23-2 е възможно за сметка на оборудването им с оптико-електронни системи за насочване и целеуказване, микропроцесор за автоматизирано определяне величината на изпреварването и поправките на стрелбата (фиг. 1). На така модернизираната установка могат да се монтират и преносими зенитноракетни комплекси (ПЗРК), интегрирайки ги към общата система за разузнаване и управление на огъня [1].



Фиг. 1. Модернизирана установка ЗУ-23-2

На сериозна модернизация подлежи и системата за взривяване на бойната част на зенитните снаряди. При стрелба по малоразмерни БЛА пряко попадение на снаряд в такава цел е малко вероятно, т.е. взривателя трябва да се замени с безконтактен. Снаряда следва да е снабден с дистанционен взривател, който обезпечава сработването му в района на целта. Облакът от осколки следва да се формира с отчитане размера и параметрите на движение на БЛА с цел гарантираното им поразяване.

Използването на нови зенитни артилерийски снаряди, с неконтактни взриватели с инфрачервени датчици, снаряжени с аерозоли и въглеродородни вълкна е перспективно направление за снижаване на ефективността на разузнавателната апаратура на БЛА. След взривяването им в района на целта те образуват облак около БЛА и затъмнявайки оптичните елементи ще внесат смущения в каналите за приемане и предаване на командите за управление и разузнавателна информация.

3. Противодействие на БЛА чрез създаване на зенитни средства специално ориентирани към борба с БЛА

Един от големите проблеми при борба с малоразмерни БЛА на съществуващите средства за ПВО е съотношението цена/ефективност на използваните ресурси, особено по отношение на зенитните управляеми ракети (ЗУР). Предлаганите решения, при които част от боекомплекта (бк) се заменя със специални изделия са компромисни и са приложими предимно при защита на критични обекти от инфраструктурата. Във военен конфликт при нанасяне на групови удари с пилотируеми ЛА това ще доведе до намаляване плътността на зенитния огън, изчерпване на боекомплекта и повишаване цикъла на стрелбата (необходимост от презареждане). Решението е въвеждане на въоръжение на специализирани средства, ориентирани основно за противодействие на малоразмерни БЛА.

Руският отговор на заплахата от малоразмерни БЛА е самоходната система за противовъздушна отбрана с малък обсег „Gibka-S“ (фиг. 2).



Фиг. 2. ПВО система с малък обсег „Gibka-S“

Системата е въоръжена с ПЗРК разположени на платформа върху БМ 9А332. Използва ЗУР Verba или Iгла – S (9М336, 9М39, 9М342). ТТХ на ЗУР: Iгла – S – дължина 1690 mm, тегло – 11,3 kg, двигател с твърдо гориво, поразява цели, летящи на височина 3500 m със скорост до 400 m/s на разстояние до 6000 m, с оптична глава за самонасочване и дистанционно взривяема бойна част с осколково действие. Верба 9М336 е с подобни характеристики и с бойна част с тегло 2,5 kg.

Командния автомобил 9S937 CRCV е предназначен за автоматизирано управление на огъня и комуникация с висшестоящ КП. Разчета се състои от командир, оператор и шофьор. Снабден е с малък радар Garmon 1L122-2E, способен да открива цели на разстояние до 40 km, летящи на ви-

сочина 10 km. 9S937 CRCV може да управлява системата за ПВО развърната в боен ред при разстояние между елементите до 17 km, а на марш до 8 km.

9A332 и 9S937 CRCV са базирани на бронирана машина „Тигр“ със следните ТТХ: дължина – 5,6 m, ширина – 2,4 m, скорост на движение по шосе – над 110 km/h, запас от ход с една зарядка на гориво – 1000 km, преодолява водни препятствия с дълбочина до 1,2 m.

През 2020 г. са проведени успешни тестове на мобилен ЗРК за близко действие „Sungur“ (фиг. 2).



Фиг. 2. Мобилен ЗРК за близко действие „Sungur“

В основата му е ЗУР от ПЗРК турско производство „PorSav“. Пусковата установка е монтирана на шасито на бронирания автомобил „Kirpi“ (4x4). Според разработчиците, компаниите Roketsan и Aselsan, комплексът може да бъде инсталиран на въздушни, морски и стационарни платформи.

Разработването на средства, ориентирани към противодействие на БЛА, включва и радари, способни да откриват цели с ЕОП от порядъка на 0,01 m².

Израелска технологична фирма Rafael Advanced Defense Systems предлага системата Drone Dome (фиг. 3). Системата включва радар RPS-42, електрооптичен механизъм за наблюдение MEOS и заглушител за сигнали Guard RD, като покрива радиус до 3 km.



Фиг. 3. Drone Dome

РЛК „Контур – 4“ работи по метода на активната радиолокация в моноимпулсен, бистатичен режим, с възможност за сканиране по ъгъл на място и азимут. В своя състав няма подвижни механични части. Възможността за обединяване до 8 РЛС в група води до увеличаване на зоната, която РЛС покрива. РЛС осигурява откриването и на БЛА летящи в режим на радиомълчание. Основните ТТХ на РЛК са посочени в таблица 2 [12].

Таблица 2

ТТХ на РЛК „Контур - 4“.

	ТТХ	
	1.	Работен честотен диапазон
2.	Изходна мощност на РПД	16W
3.	Далечина на откриване на БЛА с ЕОП 0,01m ²	3000 m
4.	Ъгъл на сканиране	45°
5.	Температурен диапазон на работа	- 40° ÷ 50° C
6.	Габарити	120 × 650 × 300 mm
7.	Маса	12 kg
8.	Обединение в бистатична група	до 8 РЛС

4. Перспективни направления за противодействие на БЛА

4.1. Противодействие на БЛА с използване на аерозолни смеси

Запалителни аерозоли – облак от сместа се разпръсква по траекторията на полета на БЛА и впоследствие се възпламенява (един от начините е с използване на трасиращи боеприпаси).

Адхезивни (лепкави) аерозоли – при взаимодействие с тях се променя геометричната конфигурация на управляващите елементи на БЛА, правейки ги аеродинамично неустойчиви.

Вискозни аерозоли – изменят плътността и вискозитета на въздуха в който се движи БЛА, отново довеждайки го до аеродинамична неустойчивост.

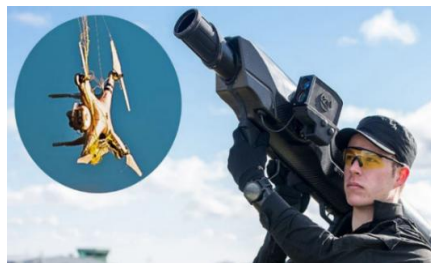
Относително лесен за реализиране способ, но с много недостатъци при използването му [5]:

- влияе се от метеорологичната обстановка;
- невъзможност за използване в урбанизирана среда;
- невъзможна е селекция на поразяваните БЛА;
- трудности при определяне мястото на облака и неговата концентрация;
- времето за съществуване на облака;
- малка ефективност срещу активно маневриращи БЛА.

4.2. Противодействие на БЛА с използване на мрежи

„Мрежите – уловители“ на БЛА могат да се използват, както от земята така и от други БЛА във въздуха. Оплитайки БЛА те блокират работата както на двигателя, така и елементите от системата му за управление.

Неутрализиране чрез мрежа земя – въздух – съществуващите към момента наземни ПУ, изстрелващи мрежи осигуряват разстояние до атакувания БЛА 100÷300 m, точност около 0,5 m, при диаметър на изстрелваните мрежи 2,5÷10 m. Пример за реализация на този способ е продукта на британската фирма OpenWorks Engineering „SkyWall“ (фиг. 4) – базука използваща боеприпас – мрежа за улавяне на БЛА, летящи на височина до 91 m скорост на полета до 50 m/s, като изстрелва снаряда посредством въздух под налягане. Тази базука е снабдена с оптичен прибор за лесно открива и прицелване дори в лоши метеорологични условия [9].



Фиг. 4. Анти БЛА базука SkyWall 100

OpenWorks Engineering е разработила и „SkyWall 300“ (фиг. 5) – изключително евтино и опростено оръжие с боеприпаси тип – мрежа, което може да хваща малки и средно големи разузнавателни БЛА, в обсег 300 m напълно автоматично и самостоятелно. Оръдието може да бъде монтирано на наземни, водни, подвижни или стационарни платформи [10].



Фиг. 5. SkyWall 300

Неутрализиране чрез мрежа въздух – въздух – OpenWorks предлагат „SkyWall“ (фиг. 6) [9].



Фиг. 6. Външен вид на SkyWall и улавяне на БЛА с мрежа

БЛА е снабден с мрежа и лазерно насочване. Той може да проследи, да се прицели и да изстреля мрежа по друг БЛА. Ако не успее да уцели, може да се ползва като „БЛА – камикадзе“ и да се разбие в противниковия БЛА.

4.3. Противодействие на БЛА с използване на специално тренирани птици

Съществува и един „нетрадиционен“ способ за борба с БЛА. Фирма Guard (Нидерландия) се занимава и с обучение на хищни птици, които да хващат в полет малки БЛА (фиг. 7), атакувайки ги отгоре. С цел защита на захвата от въртящите се ротори на БЛА орлите са „обути“ със специални защитни приспособления. Съгласно данните предоставени от компанията, ефективността достига 95 %, което е много повече от горепосочените технически способности [7].



Фиг. 7. Птици срещу БЛА

4.4. Противодействие на БЛА при привеждане в надкритичен режим на полета му, чрез вкарване в следата на полета на друг летателен апарат (ЛА)

Привеждането на БЛА от режим на устойчив полет в надкритичен режим е възможно чрез попадане в следата на прелитащ ЛА (пилотируем или безпилотен). Високата ефективност на способа е поради невъзможността на системите за управление да отработят по-големите ъгли (по абсолютна стойност) на атака на БЛА спрямо въздушния поток. В авиацията са известни случаи на аварии и катастрофи по тази причина. Извеждането на ЛА от надкритичен режим на полет е трудно и за натренирани екипажи и в днешни дни е непосилна задача за автоматизирани устройства [2].

4.5. Противодействие на БЛА чрез средства основани на нови физични принципи

4.5.1. Противодействие на БЛА чрез средства, използващи свръхвисоко честотно излъчване / електромагнитен импулс (СВЧ / ЕМИ)

Функционално/физическо поражение (ФП) с електромагнитно излъчване се постига чрез разрушаване или повреждане на елементите на радиоелектронните средства (РЕС) при използване на еднократни или многократни импулсни електромагнитни въздействия, предизвикващи необратими изменения на електрофизичните параметри в полупроводниковите или оптикоелектронни системи (ОЕС).

Предимства на средствата за ФП, използващи ЕМИ [4]:

- възможност за поразяване на неизлъчващи БЛА;

- универсалност – ЕМИ поражява всички типове БЛА, независимо от техните размери и функционално назначение;
- възможност за въздействие върху БЛА, с висока шумозащитеност;
- снижени изисквания към качеството на целеуказване (ЦУ) по местоположение, честотен диапазон, режим на работа.

Недостатъци:

- необходима е висока мощност за създаване на ЕМИ;
- сложност при насочване към определени РЕС, което поставя въпроса за осигуряване на взаимодействие с други средства за борба с БЛА.

4.5.2. Противодействие на БЛА чрез средства, използващи лазерно излъчване

ФП на БЛА чрез лазерно излъчване е перспективен, но засега не широко използван способ за противодействие на БЛА.

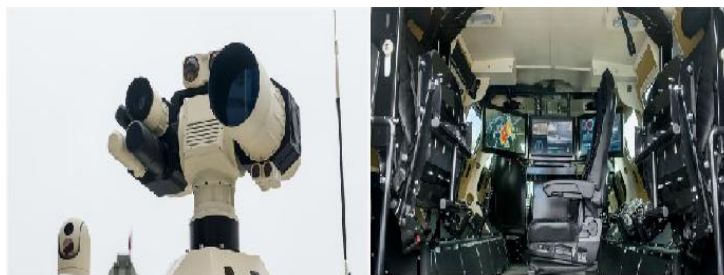
Действието на лазерното излъчване се характеризира с внезапност, скритост (без демаскиращи признаци – огън, дим, звук), висока точност, праволинейно разпространение и практически мигновено действие.

Недостатъци и проблемни въпроси при използване на лазерни средства за поражяване [4]:

- зависят от метеоусловията, ниската облачност, мъгла, валежи, снижават ефективността им;
- при използване от БЛА / група БЛА способа за маскировка – разпръскване на аерозол тип „димна завеса“ ефективността на лазерите клони към нула;
- изискват високоточно ЦУ от РЛС или ОЕС за откриване на БЛА;
- за достигане на поражяващ ефект е необходимо удържане на лъча за 0,5÷15 s, което на големи разстояния и при маньовър на БЛА е трудноизпълнима задача;
- за противодействие е възможно използване на специални материали в корпусите на БЛА, отразяващи или разсейващи лазерното излъчване.

Средствата, основани на нови физични принципи са особено перспективни, но предстои тяхното развитие и въвеждане масово на въоръжение. Към момента са налични разработки, които комбинирайки различни способности са способни да минимизират недостатъците на всеки от тях.

Премиерата на комплекса „Рать“ на холдинга „Роселектроника“ (фиг. 8) е през 2020 г. Комплекса е насочен главно за борба с БЛА, като в основата на въоръжението му е лазерното оръжие, но разполага и със система за насочване на СВЧ ЕМИ [11].



Фиг. 8. Въоръжение на комплекса „Рать“

За защита на близка дистанция се използва лазерен лъч, способен да поражява обекти на разстояние до 1 km. На същата дистанция действа и системата за автоматично разпознаване и подавяне на телекомуникационните канали на БЛА, която позволява откриване и подавяне на радиоканали в диапазона 2÷6 GHz в непрекъснат режим без участието на оператор. За по-големи разстояния (2,5 km) се използва СВЧ ЕМИ. Системите са интегрирани в „интелигентна система“ за обработка на информацията, предлагаща на оператора оптимален вариант за противодействие. РЛС на комплекса може да открива цели с ЕОП 0,01m² летящи със скорост до 200 km/h на разстояние до 3,5 km.

Комплексът „Рать“ е базиран на триосно колесно шаси 6x6 СБА – 70К (фиг. 9) развиващ скорост до 90 km/h по шосе и 50 km/h по черни пътища. Бронята осигурява защита от стрелково

оръжие с калибър 7,62 mm, а бронираното дъно и седалките с амортизатори издържат на взрив с тротилов еквивалент 4 kg под колелата на машината.



Фиг. 9 СБА – 70К

Заклучение

Активните направления за противодействие са в основата на защитата на формирования от СВ от БЛА. Поради предимствата на тактическите БЛА (габарити, диапазон от скорости и височини) ефективна ПВО, основана само на едно направление е невъзможна. Комбинирането на средства, работещи на различни принципи за защита на най-важните елементи от оперативното построение на войските ще гарантира тяхната устойчивост и запазване на бойния им потенциал.

References

1. Атанасов, А. (2018). Бойно използване и противодействие на тактически безпилотни летателни апарати. Сборник доклади от международна научна конференция Военна академия „Георги Стойков Раковски“ – 105 г. знание в интерес на сигурността и отбраната, 151-157. ISBN 978-619-7478-00-6
2. Гиневский А., Желанников А. (2008). Вихревые следы самолётов. Москва.: Физматлит. ISBN: 978-5-9221-1019-8
3. Еремин, Г., Гаврилов А. & Назарчук И. (2014). Организация системы борьбы с малоразмерными БПЛА. Арсенал Отечества № 6 (14) [онлайн] – URL: <http://arsenal-otechestva.ru/new/389-antidrone> (прегледан 14.09.2021)
4. Макаренко, С. (2020). Противодействие беспилотным летательным аппаратам. Санкт-Петербург: Научное издание. ISBN 978-5-6044793-6-0
5. Ростопчин В. (2019). Ударные беспилотные летательные аппараты и противовоздушная оборона – проблемы и перспективы противостояния. Беспилотная авиация [онлайн] – URL: https://www.researchgate.net/publication/331772628_Udarnye_bespilotnye_letatelnye_apparaty_i_protivovozdushnaya_oborona_problemy_i_perspektivy_protivostoaniya (прегледан 15.09.2021)
6. Daly, M. (2008). Jane`s unmanned aerial vehicles and targets. London: Jane`s Information Group Ltd. ASIN: B01DL9OGGK
7. Michel A. (2018) Counter-drone systems. Center for the Study of the Drone at Bard College [онлайн] – URL: <https://dronecenter.bard.edu/files/2018/02/CSD-Counter-Drone-Systems-Report.pdf> (прегледан 15.09.2021)
8. Wills, C. (2015). Unmanned Combat Air Systems in Future Warfare. New York: Palgrave Macmillan UK. ISBN: 978-1-137-49849-6
9. <https://openworkengineering.com/skywall-patrol/> (прегледан 15.09.2021)
10. https://www.armyrecognition.com/dsei_2017_news_online_show_daily_coverage_report_u/open_works_engineering_unveils_skywall_300_turret-mounted_drone_capture_system_at_dsei_2017.html (прегледан 15.09.2021)
11. <https://rostec.ru/media/pressrelease/rostekh-predstavil-kompleks-rat-dlya-borby-s-dronami-s-sistemoy-napravlenogo-lazernogo-unichtozheni/> (прегледан 15.09.2021)
12. <https://antidronetech.ru/catalog/radiolokator/> (прегледан 15.09.2021)