

Д. А. Іщенко, В. В. Стрінада

ФОРМУВАННЯ ЗАДУМУ УДАРНОГО БЕЗПЛОТНОГО АВІАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ З УРАХУВАННЯМ ПРОГНОЗОВАНОГО РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ПРИКРИТТЯ ОБ'ЄКТА ВІД УДАРІВ ІЗ ПОВІТРЯ

За результатами аналізу тенденцій розвитку збройної боротьби щодо застосування ударних (розвідувально-ударних) безпілотних авіаційних комплексів та їх ефективності в умовах радіоелектронної боротьби показано необхідність удосконалення науково обґрунтованого порядку формування задуму таких виробів (комплексів) озброєння та військової техніки з урахуванням прогнозованого радіоелектронного прикриття об'єкта від ударів із повітря.

Встановлено безпосередню залежність ефективності ударних (розвідувально-ударних) безпілотних авіаційних комплексів від спроможностей противника з радіоелектронного прикриття необхідних об'єктів від повітряної розвідки і прицільних ударів із повітря, що визначаються характеристиками засобів радіоелектронної боротьби. Запропоновано показник – зона радіоелектронного прикриття наземного об'єкта, – який дозволяє прогнозовано опосередковано оцінювати просторові можливості безпілотного авіаційного комплексу із завдання прицільних ударів із повітря по цілі. На прикладі наведено порядок визначення такої зони графоаналітичним методом за прогнозованими просторовими показниками (дальність, висота), залежними від енергетичних характеристик, відповідно, радіоелектронних засобів безпілотного авіаційного комплексу і зразка техніки радіоелектронної боротьби.

Запропоновано використання показника можливостей противника з радіоелектронного прикриття від ударів із повітря в ході підготовки даних для формування задуму розвідувально-ударного комплексу як сукупності безпілотних перешкодостійких засобів з урахуванням результатів аналізу досвіду збройної боротьби.

Ключові слова: *безпілотний літальний апарат; зона радіоелектронного прикриття об'єкта; радіоелектронна боротьба; розвідувально-ударний комплекс; спроможність; задум як стадія життєвого циклу виробу озброєння та військової техніки.*

Постановка проблеми в загальному вигляді. Досвід широкомасштабної агресії рф проти України показує, що:

по-перше, певним чином заміщенням (доповненням) традиційних засобів вогневого ураження в тактичній ланці бойових дій стали безпілотні літальні апарати (БпЛА) (мікро, міні), зокрема керовані за методом FPV та такі, що діють зі скиданням боєприпасів ударних (розвідувально-ударних (РУ)) безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) тактичного класу;

по-друге, залежність ефективності таких БпАК від спроможностей противника з радіоелектронного прикриття (РЕПр) власних об'єктів від повітряної розвідки та

прицільних ударів із повітря, що визначаються характеристиками засобів РЕПр – зразків техніки радіоелектронної боротьби (РЕБ) (ближньої дії) з БпЛА;

по-третє, управління життєвим циклом (ЖЦ) таких виробів (зразків, комплексів, систем) озброєння та військової техніки (ОВТ) має певні особливості, а саме потребує врахування, що згідно з [1] для новостворюваного або модернізованого виробу ОВТ – ударного (РУ) БпЛАК – стадії задум та розроблення повинні бути застосовані обов'язково.

На теперішній час необхідно дотримуватися порядку формування вимог до ОВТ [2], що відображає особливості воєнного стану, з урахуванням нормативних положень [1] щодо ЖЦ виробів військового призначення (ВВП). Стадія задум є визначальною для всього ЖЦ, зокрема і для стадії використання. Досягнення правильності задуму ВВП потребує результатів об'єктивного всебічного аналізу наявних подібних зразків прототипів комплексів, систем щодо їх місця й ролі у збройній боротьбі та прогнозування ефективності якісно нового (модернізованого) виробу, відповідно до тенденцій її розвитку. Формування задуму ВВП потребує врахування виникнення ризиків, які можуть мати негативний вплив на досягнення мети – набуття необхідних спроможностей [3] та отримання бажаного результату.

Але практика показує, що частина розробників не завжди мають можливість оцінювати відповідність задуму певного зразка його потрібним бойовим можливостям. За відсутності необхідних показників виникає проблема своєчасного коригування задуму та застосування рекурсивної моделі процесу їх ЖЦ. Потреба розроблення ефективних зразків, за відсутності науково-методичного забезпечення оцінювання їх бойових можливостей, переростає в проблему прийняття обґрунтованих рішень, що повинні бути основою задуму.

Оскільки встановлено безпосередню залежність ефективності ударних (РУ) БпЛАК від спроможностей противника з РЕПр визначених об'єктів від повітряної розвідки і прицільних ударів із повітря, що оцінюються за характеристиками засобів РЕБ, необхідно сформувати показник можливостей вказаних ВВП, які застосовуються на стадії задум, це є складовою розв'язання такої проблеми та актуальним науково-практичним завданням дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що в більшості робіт, присвячених проблемам формування задуму ударного БпЛАК з урахуванням прогнозованого РЕПр об'єкта удару, процес прийняття ґрунтовних ефективних рішень на встановлення потрібних характеристик комплексів розглянуто лише частково [4–6].

У [4] розглянуто окремі питання, пов'язані зі справжнім революційним проривом у виробництві в Україні безпілотних систем (БпС) різного призначення, надано результати системного аналізу їх впливу на архітектуру військової справи.

Аналіз концептуальних поглядів на розвиток та застосування БпС у Збройних Силах України з визначенням їх завдань за різних підходів до їх формування, викликів та застережень щодо застосування роботизованих систем та перспектив їх розвитку в сучасних умовах проведено в [5].

Результати дослідження загальних підходів до формалізації та моделювання процесів застосування сил і засобів збройної боротьби, наведені в [6], показали можливість використання математичних методів для опису й моделювання дій за призначенням БпС і РЕБ.

Нормативною базою, яка встановлює типові стадії ЖЦ ОВТ, фази (етапи) робіт та їхній зміст на кожній із них, а також визначає підхід для реалізації оптимальних методів керування ЖЦ ОВТ і дозволяє розробникам обрати оптимальний набір цих стадій, їхніх фаз та етапів залежно від мети, економічних чинників та наявних ризиків, є [2].

Досить повно й усебічно висвітлюють результати теоретичних і практичних досліджень питань РЕБ, пов'язаних зі створенням, впровадженням та застосуванням зразків ОВТ, нормативні документи й публікації [7, 8].

Для дослідження просторово-часових можливостей підрозділів РЕБ та БпС, які в їх протиборстві потрібно розглядати як протиставні, може бути використана інформація з джерел, зокрема вже й апробована, наприклад [9, 10].

Отже, аналіз останніх публікацій, а саме порядку визначення просторово-часових бойових можливостей підрозділів РЕБ та БпС щодо виконання завдань за призначенням, показав наявність певних результатів досліджень, близьких до цієї тематики, але вони є фрагментарними та не містять цілісного підходу до вирішення визначеного науково-практичного завдання.

Проте показник можливостей вказаних ВВП, що застосовуються на стадії задум, який доцільно використовувати для формування задуму БпАК як сукупності безпілотних перешкодостійких засобів за результатами аналізу тенденції розвитку збройної боротьби, розкрито недостатньо.

Формулювання завдання дослідження. За сучасних умов є необхідність удосконалення апарату порядку підготовки вихідних даних для формування раціональних варіантів ударних (РУ) БпАК із урахуванням того, що він може бути реалізованим із використанням показника можливостей сил та засобів РЕБ противника (зони РЕПр об'єкта цілі), сформованого за результатами аналізу тенденції розвитку збройної боротьби та прийнятних умов, обмежень, припущень і порядку оцінювання їх на стадії задум.

Виклад основного матеріалу. Для вирішення сформульованого завдання дослідження приймаємо такі положення. Вітчизняним аналогом задуму є прекоцепція та роботи, пов'язані з реалізацією державних цільових програм і розробленням оперативно-стратегічних, оперативно-тактичних, тактико-технічних вимог до перспективних виробів ОВТ [11]. Отже, на стадії задум або для формування оперативно-тактичних і тактико-технічних вимог до ВВП потрібна модель визначення їх просторових можливостей, яка дозволить перейти від вербального опису основних потрібних властивостей до їх кількісного подання для визначення прогнозованої ефективності. Така модель, відповідно до [12], допоможе більш ретельно визначити вимоги до бойових можливостей зразків (комплексів, систем) ОВТ, а щодо ударних (РУ) БпАК – способи й умови РЕБ виконання ним завдань, а також кількісні значення показників, які характеризують бойові можливості й особливості бойового застосування цих зразків ОВТ.

Із використанням [12] можна визначити, що показниками бойових можливостей сил і засобів РЕБ, як і БпС, є кількісні та якісні характеристики можливостей відповідних частин щодо виконання покладених на них завдань.

Вважаємо, що для формування вимог до можливостей зразків повинні бути визначальними просторові показники бойових спроможностей, оскільки вони

реалізуються енергетичними можливостями, показники яких формуються, як такі, що забезпечують просторові.

Зауважимо, що в цьому дослідженні автори пропонують уточнення до визначень просторових показників можливостей, наданих нормативними документами [13–17], у яких поняття “зона” визначають у такий спосіб: “Ділянка місцевості або частина повітряно-космічного (морського) простору” чи “ділянка простору (або її проєкція на земну поверхню)”.

У цій статті для усунення неоднозначності тлумачень пропонуємо розрізняти та розуміти таке:

показником можливості дій військ (сил) (фізичні процеси), що проводяться (формується) в повітряно-космічному просторі (повітрі) (випромінювання електромагнітних хвиль, політ БпЛА тощо), є область;

показником можливості дій “на землі” (проєкція на земну поверхню, ортодроми) визначаємо зону.

Тому в цій роботі розуміємо:

зона РЕПр об’єкта від ударних (РУ) БпАК (БпЛА) (далі – зона РЕПр) – проєкція на земну поверхню області (ділянки) простору, у межах якої зразками техніки РЕБ для прикриття об’єкта (об’єктів) забезпечується подавлення радіоелектронних засобів (РЕЗ) БпЛА-цілей з ефективністю, не менше заданої;

зона дій (удару, розвідки, коригування тощо) по об’єкту ударних (РУ) БпАК (БпЛА) (зона БпЛА) – проєкція на земну поверхню області (ділянки) простору, у межах якої БпЛА, що здійснюють політ на певній висоті, забезпечується виконання цільових завдань по об’єкту з ефективністю, не менше заданої;

зона дії засобу (ЗДЗ) РЕБ по БпЛА – проєкція на земну поверхню області (ділянки) простору, у межах якої технікою (засобами) РЕБ забезпечується подавлення з ефективністю, не менше заданої, РЕЗ БпЛА-цілей, що здійснюють політ на певній висоті.

Приймаємо, що зону РЕПр можна визначати за розмірами: потрібна, яка відповідає просторовим розмірам об’єкта РЕПр (див. рис. 1–2); наявна, яку оцінюємо за параметрами ЗДЗ РЕБ.

ЗДЗ по БпЛА (кругова для зразка техніки РЕБ із напівсферичною (“купольною”) областю) – круг, що умовно утворюється на земній поверхні (будується на топографічній карті) із центром у місці розташування засобу та радіусом $R_{зд}$, у межах якого засіб (зразок техніки) РЕБ забезпечує РЕПр об’єктів (позицій військ (сил)) від дій по них цього БпЛА з потрібним ступенем ефективності (потрібна точність викриття БпЛА, необхідний коефіцієнт подавлення).

Розмір ЗДЗ по БпЛА визначається радіусом $R_{зд}$ (ортодроми) – дальністю по землі, що розраховується з використанням значень $R_{нд}$ та $H_{БпЛА}$:

$$R_{зд} = \sqrt{R_{нд}^2 - H_{БпЛА}^2}.$$

Оскільки запропоновані зони є моделлю з певним описом реальних фізичних процесів, вважаємо технічні характеристики засобів основним чинником, яким

визначаються кількісні значення їх можливостей щодо розмірів простору їх дій за призначенням. До зони БпЛА та зони РЕБ не повинні входити ділянки, де потужність сигналу радіолінії станції контролю й коригування (СКК) БпЛА є меншою, ніж чутливість бортового приймача чи перешкоди, щодо приймача, який подавляється. Відомо [18], що на розповсюдження радіохвиль, які випромінюють РЕЗ БпЛА, так само, як РЕЗ зразків техніки РЕБ, суттєво впливає рельєф місцевості в районах бойового застосування відповідних підрозділів.

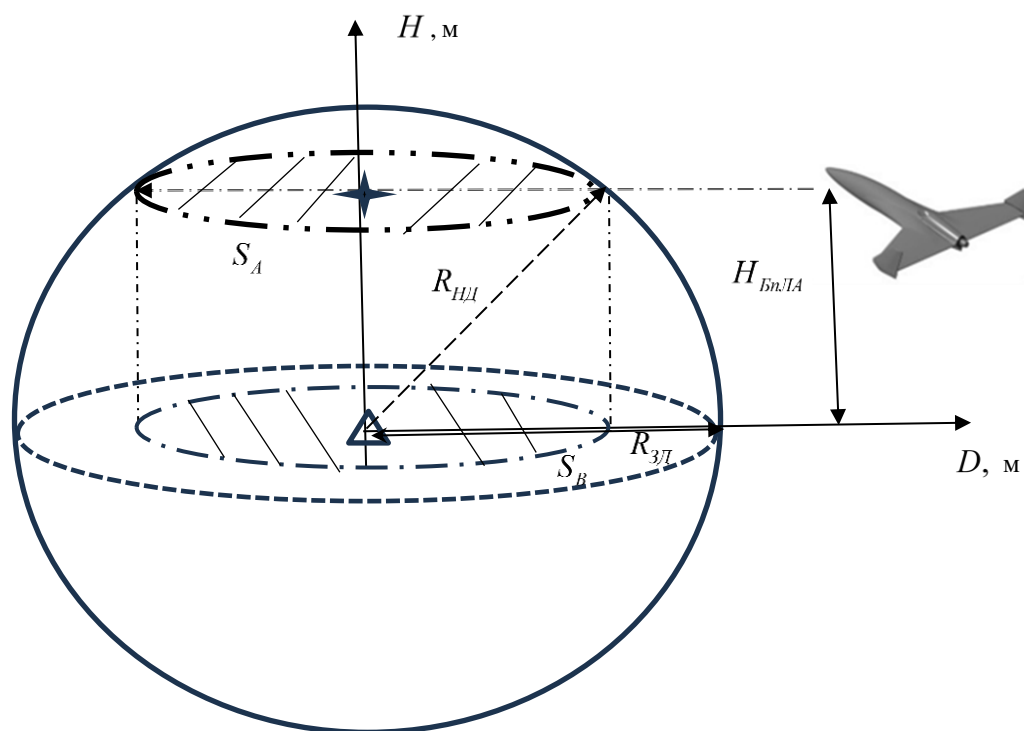


Рис. 1. Зона дії засобу РЕБ по БпЛА, що здійснює політ в області його дії на певній висоті: $H_{БпЛА}$ – висота польоту БпЛА, м; $R_{НД}$ – нахильна дальність від точки місця положення засобу РЕБ до точки входження БпЛА в зону його дії; S_A – кругова площа перетину області дії засобу РЕБ на висоті $H_{БпЛА}$; S_B – зона дії засобу РЕБ по БпЛА (проекція кругової площі перетину області дії засобу РЕБ на висоті $H_{БпЛА}$); $R_{ЗД}$ – радіус зони дії засобу РЕБ по БпЛА

Приймаємо, що рельєф України переважно рівнинний (95% площі країни) з невеликими абсолютними висотами (низовини становлять 70% території, височини – 25%). На етапі планування застосування підрозділів знання особливостей рельєфу повинні обов'язково враховуватися (є сучасні геоінформаційні технології та програмно реалізовані продукти для визначення зон радіовидимості зокрема).

У цьому разі потрібне проведення порівняно нескладних розрахунків і розроблення практичних методик для цього, що не викривляють тактичний зміст і фізику процесів застосування БпЛА і засобів РЕБ, які досліджуються.

Щодо формування задуму ударного (РУ) БпЛА, призначеного для ураження конкретних наземних об'єктів, що знаходяться в зоні РЕПр, яка утворюється зразком

техніки РЕБ купольного типу (ближньої дії), розглянемо на прикладі БПАК першого класу з БПЛА зі скиданням для ураження об'єктів типу взводний опорний пункт (ВОП) [19].

Вихідні дані

Відомо:

для РЕПр ВОП від ударів БПАК із використанням БПЛА зі скиданням застосовують зразок техніки РЕБ;

областю дії зразка техніки РЕБ є верхня напівсфера з такими розмірами:

за азимутом $\beta_{ОД РЕБ} = (0...360)^\circ$; за кутом місця $\varepsilon_{ОД РЕБ} = (0...90)^\circ$;

радіус області дії зразка техніки РЕБ, який дорівнює оголошеній, як правило, дальності (ортодроми) РЕПр: $R_{ОД РЕБ} = D_{РЕПр} = 300$ м.

Потрібно: визначити просторові можливості ударного (РУ) БПАК із використанням БПЛА зі скиданням (висоту польоту під час скидання) по ВОП, що знаходиться в зоні РЕПр позиції ВОП, яка утворюється таким зразком техніки РЕБ.

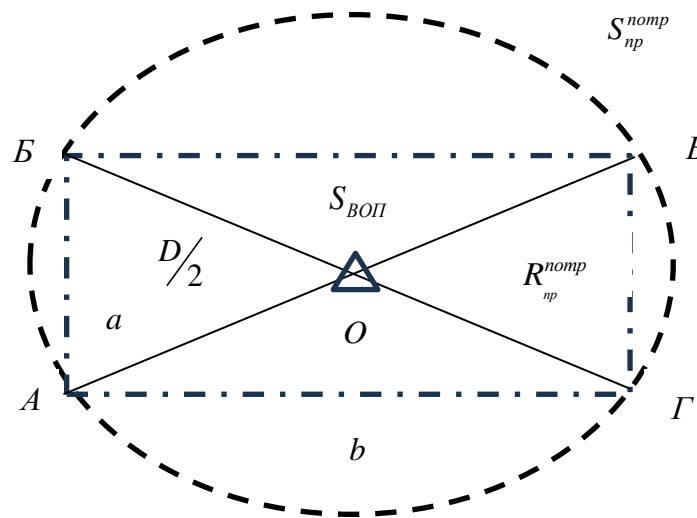


Рис. 2. Потрібна зона РЕПр:

S_{np}^{nomp} – потрібна площа для РЕПр бойового порядку (військового об'єкта), що має площу $S_{ВОП}$, зразком техніки РЕБ, розміщеним у точці O

Порядок визначення

1. Визначаємо розмір – радіус площі, потрібної для РЕПр ВОП:

1.1 приймаємо, що за [20] ВОП розташовується на площі розміром 300×400 м;

1.2 обчислюємо радіус кола, що описує прямокутник ВОП, де $\frac{D}{2}$ – половина його діагоналі:

$$R_{np}^{nomp} = \frac{\sqrt{300^2 + 400^2}}{2} = 250 \text{ м.}$$

2. Порівнюємо розрахований розмір радіуса площі, потрібної для РЕПр ВОП, $R_{np}^{nomp} = 250$ м із відомим значенням радіуса області дії зразка техніки РЕБ, який дорівнює оголошеній дальності (ортодроми) РЕПр, а саме $R_{ОД РЕБ} = D_{РЕПр} = 300$ м:

2.1 порівнюємо $R_{np}^{nomp} \prec R_{OD\ РЕБ}$;

2.2 робимо висновок: зразок техніки РЕБ (певним чином*) забезпечує потрібну зону РЕПр ВОП, оскільки** $R_{OD\ РЕБ} = 300\text{ м}$ перевищує на 50 м *** R_{np}^{nomp} (*без урахування висоти польоту БпЛА, з якої роблять скидання боєприпасу; ** без урахування: радіуса ураження боєприпасу, що скидають; некерованого польоту БпЛА після його подавлення; *** як правило, є вимога перевищення на 100 м).

3. Визначаємо висоту польоту БпЛА, у нашому прикладі граничну $H_{БпЛА}^{cp}$ – початкову висоту польоту, з якої вже можливе (вертикальне) скидання боєприпасів по елементах ВОП, без заходу в область дії РЕПр зразка техніки РЕБ:

$$H_{БпЛА}^{cp} = \sqrt{R_{HD}^2 - R_{np}^{nomp^2}} ,$$

$$H_{БпЛА}^{cp} = \sqrt{R_{OD\ РЕБ}^2 - R_{ВОП}^2} = \sqrt{300^2 - 250^2} = \sqrt{27500} = 165,8\text{ м}.$$

4. Проводимо аналіз отриманих результатів:

на висотах польоту до $H_{БпЛА}^{cp} = 165,8\text{ м}$ не можливе (вертикальне) скидання боєприпасів по елементах ВОП без заходу в область дії РЕПр зразка техніки РЕБ;

починаючи з висоти польоту $H_{БпЛА}^{cp} = 165,8\text{ м}$, частково**** можливе (вертикальне) скидання боєприпасів по елементах ВОП без заходу в область дії РЕПр зразка техніки РЕБ;

(****частка площі (кількість елементів) ВОП, що потенційно підпадає до зони ураження, збільшується зі зростанням висоти польоту БпЛА);

у діапазоні висот ($300\text{ м} \succ H_{БпЛА} \succ 165,8\text{ м}$) площа зони (радіус) РЕПр зменшується, відповідно, потенційна площа зони ураження збільшується;

із висоти польоту $H_{БпЛА} \geq 300\text{ м}$ потенційна площа зони ураження перекриває (перевищує) площу зони РЕПр.

5. Отримуємо вимогу до технічних характеристик. Задум ударного (РУ) БпАК першого класу з БпЛА зі скиданням для ураження об'єктів типу ВОП, що може знаходитися в зоні РЕПр, яка утворюється зразком техніки РЕБ купольного типу (ближньої дії), повинен враховувати потребу технічної можливості виконання ним завдань (ураження боєприпасами) із висоти здійснення скидання не менше 166 м .

Отримана зона РЕПр за розмірами (у нашому випадку за радіусом) визначається нахильною дальністю подавлення, яка забезпечується енергетичними характеристиками зразка техніки РЕБ та висотою польоту БпЛА, що здійснюється на певній нахильній дальності від СКК, пульта управління, яка також оцінюється за енергетичними характеристиками.

Подальше розроблення задуму ударного (РУ) БпАК вимагає продовження підготовки вихідних даних.

Оцінювання співвідношення енергетичних характеристик сигналів управління і перешкоди, які надходять до РЕЗ БпЛА для формування варіантів задуму ударного (РУ)

БпАК першого класу з БпЛА зі скиданням, що забезпечує досягнення прийнятної результативності його ударних дій по бойовому порядку підрозділу у ВОП та його РЕПр, необхідно проводити разом із фахівцями БпАК та РЕБ:

визначення можливих варіантів взаємного розташування елементів БпАК, потрібного для виконання завдань удару, і зразка техніки РЕБ для РЕПр, а також розрахунок їх взаємного віддалення з апроксимацією на плані (нанесенням на робочу карту) граничного положення БпЛА відносно пульта управління і зразка техніки БпЛА;

обчислення за взаємним віддаленням втрат потужності в радіолініях пульт управління – БпЛА і зразок техніки РЕБ – БпЛА за формулою для розрахунку коефіцієнта зменшення потужності за фіксованою частотою випромінювання, а також визначення потужностей сигналу управління та перешкоди на приймальних антенах БпЛА за технічними характеристиками відповідних передавачів й антенних систем;

розрахунок співвідношення сигналів управління та перешкоди на приймальних антенах БпЛА (коефіцієнтів управління й подавлення);

визначення можливих варіантів реалізації потрібних значень показників просторових можливостей БпАК (ударів БпЛА) за їх технічними параметрами (характеристиками).

Висновки. За результатами аналізу тенденцій розвитку збройної боротьби запропоновано набуття необхідних спроможностей для вогневого ураження противника реалізовувати шляхом створення ударних (РУ) БпАК як сукупності спроможностей противника з РЕПр власних об'єктів від повітряної розвідки і прицільних ударів із повітря з урахуванням характеристик засобів РЕБ.

Розв'язанням порушеної проблеми, обумовленої недосконалістю науково обґрунтованого апарату формування задуму ударного (РУ) БпАК, є врахування особливостей прогнозованого РЕПр противником об'єкта від ударів з повітря ударним (РУ) БпЛА зі скиданням.

Практичний зміст запропонованого полягає в тому, що з'являється можливість отримувати опорні варіанти задуму ударного (РУ) БпАК, що застосовується в прогнозованих умовах РЕБ.

Впровадження запропонованого порядку забезпечує вдосконалення процесу розроблення оперативно-тактичних вимог до конкретних ударних (РУ) БпАК на стадії їх ЖЦ задум.

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ В 15.004:2022. Система розроблення і поставлення на виробництво озброєння та військової техніки. Стадії життєвого циклу озброєння та військової техніки. Чинний від 2022-26-12. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2022. 28 с.
2. Про затвердження Порядку проведення випробувань та прийняття на озброєння (постачання) зразків озброєння, військової та спеціальної техніки, засобів і обладнання іноземного виробництва : постанова Кабінету Міністрів України від 17.02.2021. № 159 (станом на 09.04.2024). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/159-2021-%D0%BF#Text> (дата звернення: 09.06.2025).

3. Єдиний перелік (Каталог) спроможностей Міністерства оборони України, Збройних Сил України та інших складових Сил оборони, затверджений Міністром оборони України 31.12. 2021. URL: https://sprotyvg7.com.ua/wp-content/uploads/2024/02/2_%D0%92%D0%9F-5-00196.01-%D0%84%D0%94%D0%98%D0%9D-%D0%9F%D0%95%D0%A0%D0%9A%D0%90%D0%A2-%D0%A1%D0%9F%D0%A0%D0%9C-%D0%9C%D0%9E%D0%A3-%D0%97%D0%A1%D0%A3-%D0%A2%D0%90-%D0%86%D0%A1%D0%A1%D0%9E.pdf (дата звернення: 09.06.2025).
4. Горбулін В., Мосов С. Тенденції дронізації в Україні на сучасному етапі // Вісник НАН України. 2024. № 12. С. 40–48. <https://doi.org/10.15407/visn2024.12.040>
5. Концептуальні погляди щодо розвитку та застосування роботизованих систем у Збройних Силах України (концепція, завдання, класифікація, система управління, виклики щодо застосування, перспективи) / О. Семененко, А. Ремез, В. Мусієнко, І. Мутринич // Journal of Scientific Papers Social development & Security. June 2023. № 13 (3). Р. 24–42. <https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.3.2>
6. Методи моделювання бойових дій військ (сил) : навч. посіб. / Т. П. Пащенко, С. А. Микусь, В. Г. Солонников та ін. Київ : НУОУ, 2021. 262 с.
7. Даник Ю. Г., Шестаков В. І. Особливості розвитку та удосконалена класифікація розвідувально-ударних комплексів // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. 2017. Т. 30, № 3. С. 126–136 <https://doi.org/10.33099/2311-7249/2017-30-3-126-136>
8. ОП 3-0(46) Доктрина. Застосування безпілотних систем у Силах оборони України, затвердж. Головнокомандувачем ЗС України 01.01.2024. Київ : ГШ ЗС України, 2024. 56 с.
9. Іщенко Д. А., Стрінада В. В. Порядок підготовки формування задуму розвідувально-ударного комплексу за результатами аналізу тенденції розвитку збройної боротьби // Міжнар. наук.-практ. конф. "Всеохоплююча оборона: досвід протидії збройній агресії російської федерації проти України": зб. тез доп. Київ : НУОУ, 2024. С. 34–41.
10. Іщенко Д. А., Стрінада В. В., Левченко О. В. Методичний підхід до формування задуму розвідувально-ударного комплексу за результатами аналізу тенденцій збройної боротьби // Проблеми створення, випробування, застосування та експлуатації складних інформаційних систем : зб. наук. праць. 2024. Вип. 26 (I). С. 107–121. <https://doi.org/10.46972/2076-1546.2024.26.09>
11. Про затвердження Інструкції з формування оперативно-стратегічних, оперативно-тактичних та загальних вимог до перспективних (нових, модернізованих) систем (комплексів, зразків) озброєння та військової техніки Збройних Сил України : наказ Головнокомандувача ЗС України від 28.08.2020 № 127. Київ : ГШ ЗС України, 2020. 13 с.
12. ВКДП 3-(06,07,46).03.01. Тимчасове керівництво з бойової роботи підрозділів безпілотних авіаційних комплексів ракетних військ і артилерії Збройних Сил України / Ракетні війська і артилерія Сухопутних військ Збройних Сил України спільно з Національною академією сухопутних військ ім. гетьмана Петра Сагайдачного. Київ, 2019. 96 с. URL: https://drive.google.com/file/d/1lyk9D5JaKw0lFvrQ9fERN6HZ_r6lhSe/view (дата звернення: 22.06.2025).
13. ВСТ 01.101.001-2020(03). Воєнна розвідка. Військова розвідка. Терміни та визначення. URL: https://milstand.knu.ua/uploads/p_945_28878436.pdf (дата звернення: 21.06.2025).

14. ВСТ 01.114.002-2023 (01). Електромагнітна та кіберборотьба. Радіоелектронна боротьба в повітряних операціях. URL: https://milstand.knu.ua/uploads/p_1212_22364672.pdf (дата звернення: 21.06.2025).
15. ВСТ 01.101.006. Воєнна розвідка. Військова розвідка. Терміни та визначення. URL: https://milstand.knu.ua/uploads/p_945_28878436.pdf (дата звернення: 21.06.2025).
16. ВСТ 01.101.003. Воєнна розвідка. Радіоелектронна розвідка. Терміни та визначення. URL: https://milstand.knu.ua/uploads/p_950_11853933.pdf (дата звернення: 22.06.2025).
17. ВСТ 602.001-2024 (01). Електромагнітна та кіберборотьба. Радіоелектронна боротьба. Терміни та визначення. URL: https://milstand.knu.ua/uploads/p_1212_22364672.pdf (дата звернення: 21.06.2025).
18. Електромагнітна та кіберборотьба. Радіоелектронна боротьба в повітряних операціях. URL: https://milstand.knu.ua/uploads/p_1212_22364672.pdf (дата звернення: 21.06.2025).
19. Побудова спеціалізованого шару параметрів рельєфу місцевості у геоінформаційній системі для планування дій в умовах радіоелектронної боротьби / М. Ф. Пічугін, Д. А. Іщенко, В. А. Кирилук, Я. М. Кожушко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2020. Вип. 3 (40). С. 124–131. <https://doi.org/10.30748/nitps.2020.40.14>
20. Завдання і бойовий порядок підрозділів в обороні. URL: <https://buklib.net/books/37547/> (дата звернення: 24.06.2025).

Стаття надійшла до редакції 25.07.2025.

REFERENCES

1. DSTU V 15.004:2022. *Systema rozroblennia i postavlennia na vyrobnytstvo ozbroiennia ta viiskovoi tekhniky. Stadii zhyttievoho tsykladu ozbroiennia ta viiskovoi tekhniky [System for the Development and Delivery of Weapons and Military Equipment. Stages of the Life Cycle of Weapons and Military Equipment]*. (2022). Kyiv. [in Ukrainian].
2. *Pro zatverdzhennia Poriadku provedennia vyprobuvan ta pryiniattia na ozbroiennia (postachannia) zrazkiv ozbroiennia, viiskovoi ta spetsialnoi tekhniky, zasobiv i obladnannia inozemnoho vyrobnytstva : postanova Kab. Ministriv Ukrainy vid 17.02.2021 № 159 (stanom na 09.04.2024) [On Approval of the Procedure for Testing and Adoption (Supply) of Samples of Weapons, Military and Special Equipment, Means and Equipment of Foreign Production: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine from 17.02.2021 № 159 (as of 09.04.2024)]*. Retrived from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/159-2021-%D0%BF#Text> [in Ukrainian].
3. *Yedynyi perelik (Kataloh) spromozhnostei Ministerstva oborony Ukrainy, Zbroinykh Syl Ukrainy ta inshykh skladovykh Syl oborony, zatverdzhenyi Ministrom oborony Ukrainy 31.12.2021 [The Unified List (Catalog) of the Capabilities of the Ministry of Defence of Ukraine, the Armed Forces of Ukraine and other components of the Defence Forces was approved by the Minister of Defence of Ukraine on 31.12.2021]*. (2021). Retrived from https://sprotyvg7.com.ua/wp-content/uploads/2024/02/2_%D0%92%D0%9F-5-00196.01-%D0%84%D0%94%D0%98%D0%9D-%D0%9F%D0%95%D0%A0%D0%9A%D0%90%D0%A2-%D0%A1%D0%9F%D0%A0%D0%9C-%D0%9C%D0%9E%D0%A3-%D0%97%D0%A1%D0%A3-%D0%A2%D0%90-%D0%86%D0%A1%D0%A1%D0%9E.pdf [in Ukrainian].

4. Horbulin, V., & Mosov, S. (2024). Tendentsii dronizatsii v Ukraini na suchasnomu etapi [Trends in Droneization in Ukraine at the Present Stage]. *Visnyk NAN Ukrainy [Bulletin of the NAS of Ukraine]*, 12, 40–48. <https://doi.org/10.15407/visn2024.12.040>
5. Semenenko, O., Remez, A., Musienko, V., & Mutrynych, I. (2023). Kontseptualni pohliady shchodo rozvytku ta zastosuvannia robotyzovanykh system u Zbroinykh Sylakh Ukrainy (kontseptsii, zavdannia, klasyfikatsiia, systema upravlinnia, vyklyky shchodo zastosuvannia, perspektyvy) [Conceptual Views on the Development and Application of Robotic Systems in the Armed Forces of Ukraine (Concept, Tasks, Classification, Control System, Challenges in Application, Prospects)]. *Journal of Scientific Papers Social development & Security*, 13 (3), 24–42. <https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.3.2>
6. Pashchenko, T. P., Mykus, S. A., & Solonnikov, V. H. et al. (2021). *Metody modeliuвання boiovykh dii viisk (syl) [Methods of Modeling Combat Operations of Troops (Forces)]*. Kyiv [in Ukrainian].
7. Danyk, Yu. H., Shestakov, V. I. (2017). Osoblyvosti rozvytku ta udoskonalena klasyfikatsiia rozvidualno-udarnykh kompleksiv [Peculiarities of Development and Improved Classification of Reconnaissance and Shock Complexes]. *Suchasni informatsiini tekhnologii u sferi bezpeky ta oborony [Modern Information Technologies in the Field of Security and Defense]*, 30, 3, 126–136. <https://doi.org/10.33099/2311-7249/2017-30-3-126-136> [in Ukrainian].
8. *OP 3-0(46) Doktryna. Zastosuvannia bezpilotnykh system u Sylakh oborony Ukrainy, zatverdzh. Holovnokomanduvachem ZS Ukrainy 01.01.2024 [Doctrine. Application of Unmanned Systems in the Defense Forces of Ukraine, approved by the Commander-in-Chief of the Armed Forces of Ukraine 01.01.2024]*. (2024). Kyiv [in Ukrainian].
9. Ishchenko, D. A., Strinada, V. V. (2024). Poriadok pidhotovky formuvannia zadumu rozvidualno-udarnoho kompleksu za rezultatamy analizu tendentsii rozvytku zbroinoi borotby [The Procedure for Preparing the Formation of a Concept of a Reconnaissance and Strike Complex Based on the Results of the Analysis of the Development Trend of Armed Struggle]. In *Mizhnar. nauk.-prakt. konf. "Vseokhopliiucha oborona: dosvid protydii zbroinii ahresii rosiiskoi federatsii proty Ukrainy": zb. tez dop. [International Scientific and Practical Conference "Comprehensive Defense: Experience in Countering the Armed Aggression of the Russian Federation Against Ukraine": collection of abstracts]*. (pp. 34–41). Kyiv [in Ukrainian].
10. Ishchenko, D. A., Strinada, V. V., Levchenko, O. V. (2024). Metodychnyi pidkhid do formuvannia zadumu rozvidualno-udarnoho kompleksu za rezultatamy analizu tendentsii zbroinoi borotby [Methodical Approach to the Formation of the Idea of the Reconnaissance and Strike Complex Based on the Results of the Analysis of the Trend of Armed Struggle]. *Problemy stvorennia, vyprobuvannia, zastosuvannia ta ekspluatatsii skladnykh informatsiinykh system : zb. nauk. prats. [Problems of Construction, Testing, Application and Operation of Complex Information Systems. Scientific Journal of Korolov Zhytomyr Military Institute]*, 26 (I), 107–121. <https://doi.org/10.46972/2076-1546.2024.26.09> [in Ukrainian].
11. *Pro zatverdzhennia Instruksii z formuvannia operatyvno-stratehichnykh, operatyvno-taktychnykh ta zahalnykh vymoh do perspektyvnykh (novykh, modernizovanykh) system (kompleksiv, zrazkiv) ozbroiennia ta viiskovoi tekhniky Zbroinykh Syl Ukrainy : nakaz Holovnokomanduvacha ZS Ukrainy vid 28.08.2020 № 127 [On Approval of the Instruction on*

the Formation of Operational-Strategic, Operational-Tactical and General Requirements for Advanced (New, Modernized) Systems (Complexes, Samples) of Weapons and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine: Order of the Commander-in-Chief of the Armed Forces of Ukraine of August 28, 2020 № 127]. Kyiv [in Ukrainian].

12. VKDP 3-(06,07,46).03.01. *Tymchasove kerivnytstvo z boiovoi roboty pidrozdiliv bezpilotnykh aviatsiinykh kompleksiv raketnykh viisk i artylerii Zbroinykh Syl Ukrainy [Temporary Leadership for Combat Work of Unmanned Aviation Complexes of the Missile Forces and Artillery of the Armed Forces of Ukraine].* (2019). Raketni viiska i artyleria Sukhoputnykh viisk Zbroinykh Syl Ukrainy spilno z Natsionalnoiu akademiieiu sukhoputnykh viisk im. hetmana Petra Sahaidachnoho [Missile Forces and Artillery of the Ground Forces of the Armed Forces of Ukraine Together with the National Academy of the Ground Forces named after Hetman Petro Sahaidachny]. Retrived from https://drive.google.com/file/d/1lyk9D5JaKw0lFvrQ9fERN6HZ_r60lhSe/view [in Ukrainian].

13. VST 01.101.001-2020(03). *Voienna rozvidka. Viiskova rozvidka. Terminy ta vyznachennia [War Intelligence. Military Intelligence. Terms and Definitions].* Retrived from https://milstand.knu.ua/uploads/p_945_28878436.pdf [in Ukrainian].

14. VST 01.114.002-2023 (01). *Elektromahnitna ta kiberborotba. Radioelektronna borotba v povitrianykh operatsiakh [Electromagnetic and Cyber Warfare. Electronic Warfare in Air Operations].* Retrived from https://milstand.knu.ua/uploads/p_1212_22364672.pdf [in Ukrainian].

15. VST 01.101.006. *Voienna rozvidka. Viiskova rozvidka. Terminy ta vyznachennia [War Intelligence. Military Intelligence. Terms and Definitions].* Retrived from https://milstand.knu.ua/uploads/p_945_28878436.pdf [in Ukrainian].

16. VST 01.101.003. *Voienna rozvidka. Radioelektronna rozvidka. Terminy ta vyznachennia [Military intelligence. Radioelectronic intelligence. Terms and definitions].* Retrived from https://milstand.knu.ua/uploads/p_950_11853933.pdf [in Ukrainian].

17. VST 602.001-2024 (01). *Elektromahnitna ta kiberborotba. Radioelektronna borotba. Terminy ta vyznachennia [Electromagnetic and Cyber Warfare. Electronic Warfare. Terms and definitions].* Retrived from https://milstand.knu.ua/uploads/p_1212_22364672.pdf [in Ukrainian].

18. *Elektromahnitna ta kiberborotba. Radioelektronna borotba v povitrianykh operatsiakh [Electromagnetic and Cyber Warfare. Electronic Warfare in Air Operations].* (n.d.). Retrived from https://milstand.knu.ua/uploads/p_1212_22364672.pdf [in Ukrainian].

19. Pichuhin, M. F., Ishchenko, D. A., Kyrlyiuk, V. A., & Kozhushko, Ya. M. (2020). *Pobudova spetsializovanoho sharu parametriv reliefu mistsevosti u heoinformatsiinii systemi dlia planuvannia dii v umovakh radioelektronnoi borotby [Construction of a Specialized Layer of Terrain Parameters in a Geographic Information System for Planning Actions in Electronic Warfare Conditions].* *Nauka i tekhnika Povitrianykh Syl Zbroinykh Syl Ukrainy [Science and Technology of the Air Forces of the Armed Forces of Ukraine]*, 3 (40), 124–131. <https://doi.org/10.30748/nitps.2020.40.14> [in Ukrainian].

20. *Zavdannia i boiovyi poriadok pidrozdiliv v oboroni [Tasks and Combat Order of Units in Defense].* (n.d.). Retrived from <https://buklib.net/books/37547/> [in Ukrainian].

D. A. Ishchenko, V. V. Strinada

FORMING THE CONCEPT OF STRIKE UNMANNED AERIAL COMPLEX TAKING INTO ACCOUNT THE FORECASTED RADIOELECTRONIC COVERAGE OF THE OBJECT FROM AIR STRIKES

According to the analysis of trends in the development of armed struggle regarding the use of reconnaissance-strike (fire) unmanned aerial complexes and their effectiveness in conditions of electronic warfare, the necessity of improving the scientifically grounded procedure for the formation of the plan of such weapon systems and military equipment has been demonstrated, taking into account the projected electronic protection of the object from air strikes.

A direct dependence of the effectiveness of strike (reconnaissance-strike) unmanned aerial systems on the enemy's capabilities for radio-electronic protection of designated targets against aerial reconnaissance and precision strikes from the air has been established, which is determined by the characteristics of electronic warfare systems. The proposed indicator is the zone of electronic coverage of the ground object, which allows for a predictable indirect assessment of the spatial capabilities of the unmanned aerial complex for delivering precision strikes from the air on specified objects. An example is provided for the procedure of determining such a zone using the graphical analytical method based on projected spatial indicators (range, altitude), which depend on the energy characteristics of the corresponding radio electronic means of the unmanned aerial complex and the sample of electronic warfare equipment.

It has been proposed to use the indicator of the opponent's capabilities regarding electronic countermeasures against airstrikes when preparing data for the formation of the 'concept' of the reconnaissance-strike complex, as a set of unmanned interference-resistant means based on the analysis of trends in the development of armed struggle.

Keywords: *unmanned aerial vehicle; radio electronic protection zone of the object; electronic warfare; reconnaissance-strike complex; capability; stage of the life cycle of a weapon and military equipment product concept.*