

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВЗАЄМОДІЇ ПІД ЧАС ЗАСТОСУВАННЯ ВІЙСЬКОВИХ ЧАСТИН ТА ПІДРОЗДІЛІВ ПОВІТРЯНИХ СИЛ, СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК, ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКИХ СИЛ, ДЕСАНТНО-ШТУРМОВИХ ВІЙСЬК ТА ІНШИХ ВІЙСЬКОВИХ ФОРМУВАНЬ

DOI 10.33099/2786-7714-2024-1-6-105-111

УДК 355.424.4

Шкурат Богдан Жоржович (доктор філософії)

<https://orcid.org/0000-0002-3654-0506>

Резнік Дмитро Вікторович (кандидат військових наук, доцент)

<https://orcid.org/0000-0003-3980-923X>

Національний університет оборони України, Київ, Україна

ЕКСПРЕС-ОЦІНЮВАННЯ ВАРІАНТІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ВЗАЄМОДІЇ ЗАСОБІВ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ З ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ

В умовах сучасних бойових дій зростає потреба чіткої координації різнорідних складових угруповання військ, зокрема засобів протиповітряної оборони та літальних апаратів, спільні дії яких можуть привести до конфліктних ситуацій та ризику знищення своїх літальних апаратів. Метою статті є розроблення порядку експрес-оцінювання особою, яка приймає рішення, варіантів організації взаємодії засобів протиповітряної оборони з літальними апаратами. Для цього в статті обґрунтовано порядок визначення імовірності знищення своїх літальних апаратів, а також порядок визначення одного з ключових показників – коефіцієнту врахування впливу варіанту організації взаємодії. Для обґрунтування цього показника застосовані елементи експертних методів, зокрема методу аналізу ієрархії, а також агрегації показників. Запропонований порядок експрес-оцінювання може бути застосовано при прийнятті рішення не тільки на взаємодію засобів протиповітряної оборони з літальними апаратами, але й між іншими складовими угруповання військ. Також можливе застосування вказаного порядку в спеціалізованому програмному забезпеченні та автоматизованих системах управління.

***Ключові слова:** протиповітряна оборона, взаємодія, ризик, безпека дій, дружній вогонь.*

Вступ

Повномасштабна війна російської федерації проти нашої держави ще раз підтвердила важливість узгоджених спільних дій різнорідних угруповань військ, зокрема наземних засобів ППО та літальних апаратів. При цьому дії останніх, зокрема безпілотних літальних апаратів (БПЛА), своєї авіації, часто можуть відбуватися в зонах ураження наземних вогневих засобів ППО, що потребує організації взаємодії між ними. Наслідком неякісно організованої взаємодії є випадки конфлікту інтересів, які можуть проявлятися у взаємних обмеженнях в діях, наприклад, в збільшенні робочого часу наземних засобів ППО по повітряних цілях через необхідність проводити визначення їх належності, зміна маршрутів польоту своїх літальних апаратів, закриття для дій певних ділянок простору. Але найгірший прояв конфлікту інтересів – це знищення своїх літальних апаратів (ЛА) – так званий “дружній вогонь”. В подальшому під засобами ППО матимуться на увазі наземні

вогнєві засоби. Тому при виконанні завдань ЛА в зонах ураження наземних засобів ППО для виключення таких випадків організація взаємодії між ними буде полягати в чіткій координації їх дій, яка може відбуватися за простором, за часом, або їх комбінуванням. Таким чином, можна сформулювати перелік типових варіантів організації взаємодії. Поряд з тим, зважаючи на небезпеку виникнення конфлікту інтересів перед особою, яка приймає рішення (ОПР) на взаємодію, виникне завдання оцінювання доцільності застосування цих варіантів в конкретних умовах обстановки.

Для оцінювання варіантів організації взаємодії описані відповідні математичні моделі [1-4]. Але окремі їх показники потребують додаткового обґрунтування, зокрема це відноситься до ризику “дружнього вогню”, основним показником якого доцільно визначити імовірність знищення своїх ЛА. Зважаючи на специфіку питання та відсутність, з різних причин, достатньої за обсягом та адекватної статистики, доцільно звернутися до

методів експертних оцінок [5-6].

До таких методів відносяться:

експертні опитування, яке передбачає залучення кваліфікованих фахівців з протиповітряної оборони для оцінки різних аспектів взаємодії між наземними та літальними апаратами. Експерти можуть визначати ключові фактори, що впливають на взаємодію, та надавати свої оцінки з урахуванням свого досвіду та знань. До таких фахівців можна віднести посадових осіб пунктів управління відповідного рівня. Недоліками такого методу є потреба у визначенні переліку факторів, які можуть не співпадати у різних експертів, або створення заздалегідь відповідної анкети для опитування. Крім того, для отримання точних результатів необхідно залучення достатньої кількості фахівців, яких може не бути в наявності на пункті управління, де знаходиться ОПР, а залучення експертів з інших пунктів управління вимагатиме часу і знизить ступінь прихованості інформації стосовно можливих варіантів виконання завдань;

аналіз сценаріїв – полягає у розгляді різних сценаріїв взаємодії між засобами ППО з літальними апаратами та оцінці їхньої ефективності. Шляхом аналізу різних ситуацій та умов, експерти можуть прийти до висновків щодо найбільш оптимальних стратегій взаємодії. При цьому для найкращих результатів потрібна присутність “команди розіграшу”, тобто цілої групи експертів, яка змоделює відповідні сценарії, що підвищує точність та адекватність результату, але вимагає наявності відповідної кількості фахівців та часу;

метод Delphi – базується на послідовному опитуванні групи експертів, які надають свої прогнози та коментарі. Після кожного раунду опитування результати аналізуються та надсилаються назад експертам для подальшого обговорення та коригування. Цей процес триває досягнення консенсусу серед експертів. З самого опису методу видно, що він потребує значного обсягу часу.

Загальним недоліком всіх методів експертних оцінок є потреба в наявності відповідної кількості експертів, які володіють відповідною компетентністю у порушених питаннях. Також необхідно мати певний перелік питань для розгляду, які можуть змінюватися в залежності від умов обстановки. Тому виникає потреба в оцінюванні ОПР варіантів взаємодії засобів ППО з літальними апаратами самостійно або невеликою кількістю посадових осіб.

Метою статті є розроблення порядку експрес-оцінювання особою, яка приймає рішення, варіантів організації взаємодії засобів протиповітряної оборони з літальними апаратами.

Матеріали та методи

Для визначення факторів, які впливають на взаємодію засобів ППО та літальних апаратів, застосовано методи системного аналізу та

узагальнення. Під час визначення імовірності знищення своїх ЛА застосовані методи теорії імовірностей та синтезу. Оцінювання безпеки варіантів організації взаємодії проведено із застосуванням елементів методу аналізу ієрархій, а також за допомогою методу агрегації показників.

Результати

Для розроблення методики експрес-оцінювання прийняті наступні гіпотези (припущення), які не тільки описують взаємодію засобів ППО з літальними апаратами, але й дозволяють ОПР звузати перелік питань, відповіді на які треба знайти:

до літальних апаратів відносяться всі роди авіації, зокрема винищувальна, штурмова, бомбардувальна, транспортна, розвідувальна, спеціальна, безпілотна;

як засоби ППО, так і літальні апарати підпорядковуються не тільки Повітряним Силам, але й іншим складовим Сил оборони, але всі ці засоби в зоні відповідальності підпорядковані єдиному командувачу (ОПР);

основним завданням взаємодії є забезпечення безпеки виконання завдань літальними апаратами без зниження ефективності протиповітряної оборони;

довжина ланцюгу постановки завдань (кількість ланок управління) засобам, які виконують завдання в одній зоні, однакова;

всі ланки управління, вогневі засоби та літальні апарати оснащені працездатними приладами зв'язку та автоматизації для прийому та передавання команд;

визначення державної належності літальних апаратів здійснюється із застосуванням відповідної апаратури для тих засобів, де вона встановлена, або при постановці завдань вогневим підрозділам така інформація надається старшою ланкою управління;

підготовка особового складу бойових обслуг знаходиться на рівні, який забезпечує виконання ними поставлених завдань.

Зважаючи на те, що до виконання завдань в зоні відповідальності фактично залучаються не тільки засоби ППО, але й літальні апарати різного призначення, основною метою ОПР при прийнятті рішення на взаємодію буде забезпечення безпеки своїх літальних апаратів. Таким чином, для оцінювання ризику “дружнього вогню” доцільно прийняти показник імовірності знищення своїх ЛА, який може проявитися переважно у вигляді обстрілу наземними засобами ППО. Для його розрахунку доцільно скористатися теорією імовірностей, зокрема що стосується імовірності настання декількох незалежних подій одночасно [7, 8], з урахуванням можливої кількості засобів ППО, які можуть вести обстріл ЛА, їх вогневих

можливостей та інформованості бойових обслуг про обстановку:

$$\eta = 1 - \prod_{i=1}^n \left(1 - K_{др i} P_i \frac{N_{св}}{N_{ла}} \right) \quad (1)$$

де η	–	імовірність знищення своїх ЛА;
n	–	кількість наземних вогневих засобів ППО), які беруть участь у виконанні завдань;
P_i	–	середня імовірність знищення цілі i -м засобом ППО;
$K_{др i}$	–	коефіцієнт, який враховує вплив обстановки на імовірність знищення своїх ЛА;
$N_{св}$	–	кількість своїх ЛА в зоні вогню засобу ППО;
$N_{ла}$	–	загальна кількість ЛА в зоні вогню засобу ППО.

З виразу (1) видно, що в будь-який момент часу можна визначити кількість залучених до ППО засобів, їх характеристики, а також загальну кількість літальних апаратів та своїх ЛА в їх зоні вогню. Найбільш складним завданням при цьому залишається визначення впливу обстановки на імовірність знищення своїх ЛА в поточний момент бойових дій.

В першу чергу вона визначається інформаційною обізнаністю осіб, які приймають кінцеве рішення на обстріл цілі. До цих осіб відносяться не тільки командувач, але й командири та оператори вогневих засобів. Наявність та працездатність апаратури розпізнавання при цьому є лише одним з факторів, які слід брати до уваги, оскільки ця апаратура присутня не на всіх вогневих та повітряних засобах (наприклад, вона відсутня на зенітних установках, в мобільних вогневих групах, на безпілотних літальних апаратах). Тому на інформаційну обізнаність про повітряну обстановку будуть в першу чергу впливати наявність зв'язку та відповідної апаратури зі спеціальним програмним забезпеченням на вогневому підрозділі, по яким будуть приходити цілевказівки та обмеження.

Крім цього, на імовірність знищення своїх ЛА буде впливати варіант організації взаємодії, обраний ОПР. Це обумовлено рядом факторів, які обумовлюють можливості щодо організації взаємодії окремих засобів ППО та літальних апаратів.

Тоді вплив обстановки на імовірність знищення своїх ЛА для i -го засобу ППО у цьому випадку буде визначатись таким чином:

$$K_{др i} = 1 - \left(K_{вар} \cdot \prod_{l=1}^{m-1} K_{зв l} \cdot \prod_{h=1}^m K_{інф h} K_{вдн h} K_{підг h} \right) \quad (2)$$

де m	–	кількість літальних апаратів, до яких необхідно довести завдання
--------	---	--

		з порядку взаємодії;
$K_{вар}$	–	коефіцієнт врахування впливу варіанту організації взаємодії;
$K_{зв l}$	–	коефіцієнт, який враховує умови зв'язку (передачі інформації) на l -й ланці зв'язку;
$K_{інф h}$	–	коефіцієнт, який враховує інформованість про обстановку посадових осіб h -ї ланки управління;
$K_{вдн h}$	–	коефіцієнт, який враховує спосіб визначення державної належності;
$K_{підг h}$	–	коефіцієнт, який враховує підготовку особового складу ланки управління (обслуги).

Зважаючи на оголошені раніше обмеження, що умови зв'язку, інформованості, порядку визначення державної належності, а також підготовки особового складу не змінюються, принаймні за час прийняття рішення ОПР на взаємодію та виконання відповідних завдань, суттєвим чином на імовірність дружнього вогню буде впливати обраний варіант організації взаємодії, що викликає необхідність обґрунтувати значення показника $K_{вар}$.

З виразу (1) видно, що імовірність ураження своїх ЛА буде тим нижче, чим нижче буде $K_{др i}$. Виходячи з виразу (2), виконання цієї умови можливе при $\max(K_{вар})$.

Таким чином, при наявних сформульованих варіантах організації взаємодії необхідно розставити між ними пріоритети таким чином, щоб найбільш безпечний варіант мав найвищий пріоритет, а при необхідності розрахунку імовірності знищення своїх ЛА міг легко бути трансформований у відповідний коефіцієнт $K_{вар} = (0,1)$.

Для розстановки пріоритетів між варіантами можливо скористатися теорією прийняття рішень [5, 6], зокрема наведеними вище методами експертних оцінок, проте в умовах швидких змін як наземної так і повітряної обстановки це майже неможливо по причині відсутності відповідної кількості експертів та часу.

Тому виникає необхідність в експрес-оцінюванні варіантів для розстановки пріоритетів між ними. Для вирішення цього завдання доцільно використати окремі складові експертних методів, зокрема: елементи методу аналізу ієрархій [9-11], а також методом агрегації показників [12-14] з подальшим сумуванням елементів за рядками та їх нормалізацією [15].

При використанні методу аналізу ієрархій для кожного варіанту організації взаємодії (альтернативи) обираються показники, які будуть характеризувати такий варіант. Для кожного показника визначається його оцінка за шкалою

ступеня значимості Т.Сааті. Але на відміну від запропонованих п'яти (дев'яти) ступенів для оцінювання впливу кожного показника на реалізацію певного варіанту організації взаємодії запропоновано використовувати тільки три, із відповідним визначенням кількості балів від 1 до 3, де

1 бал – дотримання вказаного показника (вимоги) в заданих умовах неможливо або воно призведе до несприятливих умов обстановки (підвищення ризику “дружнього вогню”);

2 бали – середнє значення;

3 бали – дотримання вказаного показника можливе і це покращить передбачуваність обстановки.

В цілому, вказаних ступенів оцінювання достатньо для експрес-оцінювання однією особою, але за можливості залучити додаткових експертів краще перейти до методу парних порівнянь варіантів дій (альтернатив) за визначеними показниками. В такому випадку краще встановити 5 або навіть 9 ступенів переваги однієї альтернативи (варіанту дій) над іншою, і в подальшому діяти за класичним методом аналізу ієрархій.

Але при експрес-оцінюванні після призначення кожному варіанту балів за визначеними показниками отримані за кожний варіант бали доцільно скласти, що в принципі надасть ОПР достатню інформацію про переваги чи недоліки певного варіанту та його придатність в цілому.

При необхідності визначити більш точно ступінь ризику доцільно скористатися наведеними вище виразами (1,2), що потребує отримання конкретного значення $K_{вар}$. Для цього суму отриманих балів за кожним варіантом (альтернативою) потрібно пронормувати [15], щоб отримати значення коефіцієнту впливу варіанту організації взаємодії від 0 до 1. В найпростішому випадку можна скористатися виразом:

$$K_{вар j} = \frac{w_j}{\sum_{j=1}^J w_j}, \quad (3)$$

де J	–	кількість варіантів;
w_j	–	сума балів показників за j -й варіант.

Для наочності доцільно розібрати порядок експрес-оцінювання варіантів організації взаємодії наземних засобів ППО з літальними апаратами за простором та часом.

При взаємодії за часом, засобам ППО та літальним апаратам призначається певні часові межі. Після закінчення дій одних засобів починають діяти інші. Така зміна може відбуватися одноразово або по чергово.

При взаємодії за простором, дії засобів ППО будуть обмежуватись простором, в якому діють літальні апарати. Для прикладу можна взяти такі варіанти організації взаємодії за простором: за районами дій, за секторами, призначення коридору дій, призначення висоти дій.

При оцінюванні безпеки певного варіанту, визначними показниками можуть бути:

конкретизація завдань, яка означає чіткі межі зони або часу дій кожного вогневого засобу;

можливості засобів ППО виконати поставлені завдання, не виходячи за призначені просторові та часові межі, тобто вчасно виключитись або переспрямувати вогонь;

можливість засобів ППО виконати заходи взаємодії самостійно або у складі підрозділу.

При конкретизації завдань доцільно розглядати три градації:

можливо встановити чіткі межі виконання завдань для кожного засобу (як наземного так і повітряного (оптимальний варіант, 3 бали);

можливо встановити чіткі межі тільки для окремих засобів (менш оптимально, оскільки імовірно невірне тлумачення командирами окремих засобів меж дій, 2 бали);

межі виконання завдань інтуїтивні, допускають суб'єктивне трактування або взагалі неможливо встановити чіткі межі (1 бал).

Можливість засобів ППО або літальних апаратів виконати завдання, не виходячи за призначені межі визначає імовірність знаходження літальних апаратів в зоні вогню активних засобів ППО, яку умовно можна поділити на три ступеня:

висока (1 бал);

середня (2 бали);

низька (3 бали).

Можливість засобів ППО або літальних апаратів виконати завдання самостійно або у складі підрозділів визначатиметься в залежності від складності реалізації поставлених завдань щодо обмежень в просторі (часі) дій та матиме наступні градації:

можливо для кожного засобу (3 бали);

можливо для значної частини вогневих одиниць (2 бали);

неможливо або можливо лише для окремих вогневих одиниць (1 бал).

На підставі визначення градацій впливу кожного показника на реалізацію варіанту дій можна скласти наступну таблицю (табл. 1).

Як видно з таблиці, ОПР може шляхом нескладних дій оцінити кожний варіант організації взаємодії за сумою балів за показниками, яка буде визначати безпеку цього варіанту (чим більше балів, тим безпечніше).

Для наведеного прикладу варіанти за ступенем безпеки розподіляються наступним чином (від найбільш до найменш безпечного):

за часом з одноразовою зміною дій засобів ППО та літальних апаратів;

за часом з почерговою зміною дій засобів ППО та літальних апаратів;

за районами дій;

призначення літальним апаратам коридору дій (рівнозначний з попереднім);

за секторами;

призначення діапазону висот для дій засобів ППО та літальних апаратів.

Таблиця 1

Визначення значень коефіцієнту врахування впливу варіанту організації взаємодії на імовірність знищення своїх літальних апаратів

Варіант організації взаємодії	Показник	Конкретизація завдань	Можливість невиходу за призначені межі	Можливість виконання завдань окремими засобами	Сума балів	$K_{вар}$
за часом з одноразовою зміною дій	w_1	3	3	3	9	1
за часом з почерговою зміною дій засобів	w_2	3	2	3	8	0,89
за районами дій	w_3	2	2	3	7	0,78
за секторами	w_4	2	2	2	6	0,67
призначення коридору дій	w_5	2	2	3	7	0,78
призначення висоти дій	w_6	2	2	1	5	0,56

За потреби можливо отримати значення коефіцієнту $K_{вар}$, який може бути застосовано в подальших розрахунках для визначення більш імовірність знищення своїх літальних апаратів, на підставі якої можливо більш конкретно оцінити ризики обраного варіанту.

При виборі варіанту організації взаємодії слід враховувати, що не всі вони за поточних умов обстановки можуть бути застосовані, або замінені на інший. Тому вибір робиться з переліку доступних для застосування варіантів.

Обговорення

Використання запропонованого методу експрес-оцінювання із застосуванням агрегації показників доцільно застосовувати при прийнятті рішень у сфері ППО, зокрема при управлінні спільними діями засобів ППО та літальних апаратів. Процес управління різномірним угрупованням військ (сил) потребує не тільки якісного управління, але й чіткої координації та взаємодії складових цього угруповання для запобігання конфлікту інтересів між ними. Зокрема це відноситься до взаємодії засобів ППО з

літальними апаратами. Для управління різномірними засобами ОНР необхідно заздалегідь визначити варіанти організації їх взаємодії, а також передбачити можливі ризики. З цією метою доцільно скласти перелік показників, які впливають на збільшення чи зменшення ризику та оцінити кожний варіант за такими показниками. Сума оцінок за показники може бути підставою для прийняття рішення на застосування певного варіанту. А за потреби можливо отримати числові показники ризиків. На відміну від поширених експертних методів, запропонований порядок дозволяє особі, яка приймає рішення, визначити доцільний варіант дій самостійно або у складі невеликої групи.

Для застосування запропонованої методики в автоматизованих системах управління або спеціальному програмному забезпеченні доцільно визначити мету та основні завдання взаємодії, конкретний перелік варіантів організації взаємодії різномірних засобів, а виходячи з цього – обґрунтувати показники для кожного варіанту та ступінь їх впливу на виконання завдань.

Висновки

Отже, в статті на підставі аналізу досвіду управління різномірними угрупованнями військ та існуючого науково-методичного апарату запропоновано порядок експрес-оцінювання варіантів організації взаємодії засобів ППО з літальними апаратами. Для цього обґрунтовано порядок визначення імовірності знищення своїх літальних апаратів, а також порядок визначення одного з ключових показників – коефіцієнту врахування впливу варіанту організації взаємодії. Для обґрунтування цього показника застосовані елементи експертних методів, зокрема методу аналізу ієрархій, а також агрегації показників.

Запропонований порядок експрес-оцінювання може бути застосовано ОНР при прийнятті рішення не тільки на взаємодію засобів ППО з літальними апаратами, але й між іншими засобами. Також можливе застосування вказаного порядку в спеціалізованому програмному забезпеченні та автоматизованих системах управління.

Список використаних джерел

- Rieznik D., Levchenko M., Patalakha V., Kitik S., Shkurat B., Globa O. Using A Model Of Coordinated Interaction For Estimation Of Troops Joint Missions Effectiveness. ISIT 2021 : Short Paper Proceedings of the 2nd International Conference on Intellectual Systems and Information Technologies, Odesa, Ukraine, September 13-19. Odesa, 2021. P. 233–237.
- Rieznik D., Levchenko M., Melnichenko V., Patalakha V., Kitik S., Shkurat B. Method of the Effort Coordination Chart Creation. International journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering. 2020. Vol. 9, No.5. P. 7610–7617. DOI: <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/100952020>.
- Шкурят Б. Ж., Резнік Д. В., Мельниченко В. С. Математична модель взаємодії наземних та повітряних вогневих засобів під час протидії загрозам з повітря.

- Повітряна міць України : наук.-практ. журнал. 2021. № 1 (1). С. 59–66.
4. Шкурат Б. Ж. Методика динамічного розподілу ресурсів при спільних діях наземних та повітряних засобів протиповітряної оборони. Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. 2023. № 2 (47). С. 148–154.
5. Теорія прийняття рішень : підручник / М. П. Бутко, І. М. Бутко, В. П. Машенко та ін. ; за заг. ред. Бутка М. П. Київ : Центр учбової літератури, 2015. 360 с.
6. Методи та засоби прийняття рішень : навч. посіб. / М. В. Новожилова, О. І. Чуб ; Харків. нац. ун-т міськ. гос-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. – 115 с.
7. Барановська Л. В. Теорія ігор. Курс лекцій : навч. посіб. Київ : КПІ, 2022. 245 с.
8. Ярош С. П., Єрмошин М. О., Дробаха Г. А.. Моделювання бойових дій зенітного ракетного підрозділу : підручник. Харків : ХУПС, 2014. 380 с.
9. Saaty, T.L. (2000) Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process (Analytic Hierarchy Process Series, Vol. 6). RWS Publications, Pittsburgh.
10. Xiaoyu Gan, Ignacio C. Fernandez, Jie Guo, Maxwell Wilson, Yuanyuan Zhao, Bingbing Zhou, Jianguo Wu. When to use what: Methods for weighting and aggregating sustainability indicators, Ecological Indicators, Vol. 81, 2017, PP. 491-502. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.05.068>
11. William Ho, Xiaowei Xu, Prasanta K. Dey, Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review, European Journal of Operational Research, Volume 202, Issue 1, 2010, PP. 16-24, <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.05.009>.
12. Özdemir E. D., Härdtlein M., Jenssen T., Zech D., Eltrop L. A confusion of tongues or the art of aggregating indicators – Reflections on four projective methodologies on sustainability measurement, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 15, Issue 5, 2011, PP. 2385-2396, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.02.021>.
13. Циганок В.В. Визначення ефективності методів агрегації експертних оцінок при використанні парних порівнянь. Реєстрація, зберігання і обробка даних. 2009. №2, Т.11. С. 83-39.
14. Saaty T.L. Relative Measurement and Its Generalization in Decision Making. Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors. The Analytic Hierarchy. Network Process. Statistics and Operations Research. Vol. 102 (2), 2008. PP. 251-318.
15. Mariya A. Sodenkamp, Madjid Tavana, Debora Di Caprio. An aggregation method for solving group multi-criteria decision-making problems with single-valued neutrosophic sets. Applied Soft Computing, Vol. 71, 2018, PP. 715-727, <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2018.07.020>.

Bohdan Shkurat (PhD)

<https://orcid.org/0000-0002-3654-0506>

Dmytro Rieznik (Candidate of Military Sciences, Associate Professor)

<https://orcid.org/0000-0003-3980-923X>

The National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

EXPRESS EVALUATION OF OPTIONS FOR ORGANIZING THE INTERACTION OF AIR DEFENSE MEANS WITH AIR VESSELS

Modern warfare shows a growing need for coordination of different types of troops, in particular air defense units and aircraft, joint actions of which can lead to conflict situations and the risk of destroying their aircraft. The purpose of the article is to develop a procedure for an express evaluation for decision-making about options for the organization of interaction of air defense units with aircraft. In the paper, the procedure for determining the probability of the destruction of friendly aircraft is justified, as well as the procedure for determining one its key indicators - the coefficient of consideration the interaction option. To substantiate this indicator, elements of expert methods are used, in particular, the method of hierarchy analysis, as well as the indicators aggregation. The proposed express evaluation procedure can be applied when making a decision not only for the interaction of air defense units with aircraft, but also between other components of troops formations. The procedure can be also applied in special software and automated control systems.

Keywords: air defence, interaction, risk, actions safety, friendly fire.

References

1. Rieznik D., Levchenko M., Patalakha V., Kitik S., Shkurat B., Globa O. Using A Model Of Coordinated Interaction For Estimation Of Troops Joint Missions Effectiveness. ISIT 2021 : Short Paper Proceedings of the 2nd International Conference on Intellectual Systems and Information Technologies, Odesa, Ukraine, September 13-19. Odesa, 2021. P. 233–237.
2. Rieznik D., Levchenko M., Melnichenko V., Patalakha V., Kitik S., Shkurat B. Method of the Effort Coordination Chart Creation. International journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering. 2020. Vol. 9, No.5. P. 7610–7617. DOI: <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/100952020>.
3. Shkurat B. Zh., Rieznik D. V., Melnychenko V. S. Matematychna model vzaiemodii nazemnykh ta povitrianykh vohnevnykh zasobiv pid chas protydiv zahrozam z povitria. Povitriana mits Ukrainy : nauk.-prakt. zhurnal. 2021. № 1 (1). С. 59–66.
4. Shkurat B. Zh. Metodyka dynamichnoho rozpodilu resursiv pry spilnykh diiakh nazemnykh ta povitrianykh zasobiv protypovitrianoi oborony. Suchasni informatsiini tekhnologii u sferi bezpeky ta oborony. 2023. № 2 (47). С. 148–154.
5. Teoriia pryiniattia rishen : pidruchnyk / М. П. Бутко, І. М. Бутко, В. П. Машенко та ін. ; за заг. ред.

- Butka M. P. Kyiv : Tsentr uchbovoi literatury, 2015. 360 s.
6. Metody ta zasoby pryiniattia rishen : navch. posib. / M. V. Novozhylova, O. I. Chub ; Kharkiv. nats. un-t misk. hos-va im. O. M. Beketova. – Kharkiv : KhNUMH im. O. M. Beketova, 2024. – 115 s.
7. Baranovska L. V. Teoriia ihor. Kurs leksii : navch. posib. Kyiv : KPI, 2022. 245 s.
8. Yarosh S. P., Yermoshyn M. O., Drobakha H. A.. Modeliuvannia boiovykh dii zenitnoho raketnoho pidrozdilu : pidruchnyk. Kharkiv : KhUPS, 2014. 380 s.
9. Saaty, T.L. (2000) Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process (Analytic Hierarchy Process Series, Vol. 6). RWS Publications, Pittsburgh.
10. Xiaoyu Gan, Ignacio C. Fernandez, Jie Guo, Maxwell Wilson, Yuanyuan Zhao, Bingbing Zhou, Jianguo Wu. When to use what: Methods for weighting and aggregating sustainability indicators, Ecological Indicators, Vol. 81, 2017, PP. 491-502. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.05.068>
11. William Ho, Xiaowei Xu, Prasanta K. Dey, Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review, European Journal of Operational Research, Volume 202, Issue 1, 2010, PP. 16-24, <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.05.009>.
12. Özdemir E. D., Härdtlein M., Jenssen T., Zech D., Eltrop L. A confusion of tongues or the art of aggregating indicators – Reflections on four projective methodologies on sustainability measurement, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 15, Issue 5, 2011, PP. 2385-2396, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.02.021>.
13. Tsyhanok V.V. Vyznachennia efektyvnosti metodiv ahrehatsii ekspertnykh otsinok pry vykorystanni parnykh porivnian. Reiestratsiia, zberihannia i obrobka danykh. 2009. №2, T.11. S. 83-39.
14. Saaty T.L. Relative Measurement and Its Generalization in Decision Making. Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors. The Analytic Hierarchy. Network Process. Statistics and Operations Research. Vol. 102 (2), 2008. PP. 251-318.
15. Mariya A. Sodenkamp, Madjid Tavana, Debora Di Caprio. An aggregation method for solving group multi-criteria decision-making problems with single-valued neutrosophic sets. Applied Soft Computing, Vol. 71, 2018, PP. 715-727, <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2018.07.020>.