

О.В. Турінський, Б.О. Демідов, Д.А. Гриб, Ю.Ф. Кучеренко

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

## СИСТЕМНО-КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОСНОВИ І ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ СТРУКТУРНОЮ ДИНАМІКОЮ ЄДИНОЇ СИСТЕМИ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ ПЕРСПЕКТИВНОГО ОБРИСУ

*У статті розглядаються проблемні аспекти управління структурною динамікою і функціонуванням єдиної системи протиповітряної оборони держави і її збройних сил перспективного обриса в умовах динамічної зміни повітряної обстановки у районі ведення бойових дій. Система протиповітряної оборони представлена як складна багатоструктурна й територіально (просторово) розподілена система військового призначення, що складається з рухомих і стаціонарних її компонентів. Визначено, що склад задіяних на відбиття нападу повітряного противника її структурно-функціональних компонентів має узгоджуватись з динамікою зміни обстановки у повітряному просторі.*

*Вибір способу управління функціонуванням єдиною системою протиповітряної оборони та її структурною динамікою має зводитись до пошуку компромісного варіанту управлінського рішення з використанням декількох часткових показників якості або узагальненого показника ефективності управління, якщо його можливо бути обґрунтовано визначити (сформувати) при наявних об'єктивних даних про основні умови функціонування системи протиповітряної оборони.*

**Ключові слова:** *єдина система протиповітряної оборони, перспективний обрис системи протиповітряної оборони, структурна динаміка системи протиповітряної оборони, мережева структура системи протиповітряної оборони.*

### Вступ

Утворення принципово нового різновиду задачі управління складними багатоструктурними системами (СБСС) військового призначення (наприклад, задача управління єдиною системою протиповітряної оборони) – задачі управління їх структурною динамікою при проведенні операцій (бойових дій) в умовах динамічної зміни оперативно-стратегічної (оперативно-тактичної) обстановки на театрі ведення збройної боротьби (у районі бойових дій) обумовило необхідність розробки і застосування специфічних методів їх вирішення в умовах невизначеності інформації про стан обстановки у районі антагоністичного протистояння конфліктуючих сторін, коли є суттєві ускладнення у формалізації процедур виконання управлінських й інших задач і функцій системи [1–2].

Характерною особливістю функціонування таких організаційно-технічних систем військового призначення є зміни їх загальної структури за часом під впливом як випадкових факторів (наприклад факторів, що обумовлені активною бойовою протидією противника, і можливим порушенням режиму нормального функціонування систем при бойовому пошкодженні окремих її компонентів), так і цілеспрямованих управлінських факторів, що сприяють структурно-функціональній адаптації своїх систем до змін обстановки у районі проведення бойових дій і підвищення стійкості управління станом системи у цілому та їх структурних підсистем.

При цьому відомості про основні фактори і умови, що негативно впливають на успішність вирішення задач автоматизованого управління поточним станом СБСС, можуть мати різну ступінь достовірності, повноти і визначеності у залежності від якості (об'єктивності і своєчасності видачі споживачам) отриманих розвідданих про противника і зміни значень факторів, що характеризують стан зовнішнього середовища і взаємодіючих з іншими системами під час проведення операцій об'єднаними (міжвидовими) угрупованнями збройних сил.

У роботі за терміном структурна динаміка (СД) СБСС військового призначення розуміється процес зміни їх структури у часі під впливом факторів різного характеру, який цілеспрямовано управляється і обумовлюється необхідністю активізації (введення в дію додаткових) структурно-функціональних компонентів при виникненні і розвиненні негативних ситуацій, підсилення прояву факторів ризику у процесі ведення операцій (бойових дій) угрупованнями збройних сил з метою адекватного узгодження організаційно-функціональної структури системи з динамікою і спрямованістю змін обстановки у районі бойових дій.

Управління СД представляється як процес формування і реалізації цілеспрямованих управлінських впливів на власну систему, що забезпечує її переведення у потрібний багатоструктурний макростан з дотриманням системного принципу підпорядкованості структури функціям системи, що виконуються у відповідності з її призначенням.

Для формування та реалізації управлінських рішень необхідна відповідна автоматизована інформаційна система підтримки прийняття цих рішень.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В останній період часу сили і засоби повітряно-космічного нападу і системи їх інформаційного забезпечення в провідних країнах світу отримують подальший комплексний розвиток. Важливою особливістю сучасних засобів повітряного нападу (ЗПН) становить заміна пілотованих бойових літаків безпілотними авіаційними системами, що використовуються для багаторазової доставки боєприпасів до цілей. Авіація у цілому набуває нової якості, перш за все, здатності широкого застосування високоточної зброї для нанесення ударів у будь-який час доби, використовуючи автоматизовані (роботизовані) системи бойового управління і космічної розвідки [3–6].

Інтенсивний розвиток ЗПН і тактики їх застосування обумовили необхідність перегляду принципів побудови протиповітряної оборони (ППО) держави і її збройних сил до об'єднання її у єдину систему ППО з перспективним її обрисом [6–16]. Виникла необхідність проведення комплексних досліджень проблем побудови угруповань ППО та автоматизованого управління силами і засобами ППО в межах об'єднаних (міжвидових) угруповань збройних сил.

Складність відпрацювання способів оборони від повітряного противника обумовлена їх залежністю від великої кількості керованих і некерованих факторів, а також вихідною невизначеністю та значною кількістю цільових установок для здійснення ППО. Керовані фактори визначають зміст способу оборони, а некеровані визначають вплив зовнішнього середовища і способів дій противника. Останні фактори мають стохастичний (з деякою імовірністю відомих окремих характеристик) або повністю невизначений характер. Виникає необхідність вдосконалення теорії і практики управління системою ППО її структурними компонентами при обмежених ресурсах існуючих угруповань ППО з розробкою принципово нових (інноваційних) підходів до управління СД системи ППО.

Проблеми інформаційного забезпечення командних пунктів управління (КП) ППО у процесі реалізації органами управління ППО своїх функцій, в умовах інформаційного протиборства, мають займати одне з центральних місць у загальній структурі проблематики управління вогневими засобами та ефективного використання системи радіолокаційної розвідки, як основного джерела радіолокаційної інформації про повітряного противника.

Особливості ППО з прикриття важливих об'єктів держави і її інфраструктури, важливих об'єктів інфраструктури збройних сил (наприклад, таких як

арсенали, бази, склади боєприпасів і тощо), прикриття угруповань військ (військової ППО) в районі ведення операцій (на полі бою) висувають різні вимоги до систем озброєння та тактика ведення ППО.

Методології обґрунтування обрису перспективної системи озброєння ППО і в цілому самої системи ППО стала відводитись одна з провідних ролей у загальній методології формування ППО. Все це та інше має займати одне з центральних місць у ППО перспективного обрису [17].

Приведені (та деякі інші) напрямки розвитку системи ППО вже почали втілюватися у практику військового будівництва ряду зарубіжних держав.

**Мета статті** – у систематизованому вигляді представити проблемні аспекти управління СД єдиної системи ППО держави і її збройних сил перспективного обрису як аспекти принципово нової управлінської задачі, що виникає в СБСС військового призначення й обумовленою необхідністю зміни складу активно використовуваних структурних компонентів у відповідності із динамікою обстановки в районі бойових дій.

## **Виклад основного матеріалу**

Типовим прикладом СБСС військового призначення може бути сучасна система ППО держави і її збройних сил, що активно розвивається і набуває перспективного обрису, зорієнтована на прикриття (захист) від ударів ЗПН (вогневого і функціонального ураження) об'єктів інфраструктури держави і структурних компонентів збройних сил (та інших сил і засобів), що ведуть збройну боротьбу з повітряним противником [6].

Така система ППО має мати наступні властивості:

– керовану у відповідності з динамікою і спрямованістю змін повітряної обстановки у районі ведення операцій (бойових дій) організаційно-функціональну структуру;

– багатопозиційність бойових елементів, елементів забезпечення та пунктів управління, що територіально розподілені у зоні прикриття, яка може охоплювати (у залежності від масштабності збройної боротьби) як усю територію держави у цілому, так і окремі локальні її області (зони) з розміщеними в них стаціонарними або рухомими (мобільними) об'єктами, що охороняються, зосереджених (точкових) або розподілених (площадних) об'єктів прикриття, а також діючими підрозділами угруповань збройних сил.

Система ППО з просторово (територіально) розподіленими її функціонально-бойовими рухомими або стаціонарними компонентами має мати багатов'язну дискретну мережеву структуру з активними бойовими компонентами і компонентами забезпечення, котрі знаходяться в стані боєготовності (бо-

йового чергування), можуть оперативного (швидко) активізуватися управлінськими діями (приводитись у бойовий стан і не зволікаючи бути задіяними в операціях) у залежності від динаміки і спрямованості змін повітряної обстановки в районі ведення бойових дій і негайного забезпечення прикриття від ударів ЗПН тих або інших важливих (актуальних) об'єктів інфраструктури держави і її збройних сил, підрозділів військ (сил), що задіяні в операціях (що приймають участь у бойових діях).

У даному випадку склад елементів системи ППО, що задіяні при веденні бойових дій, не буде залишатися постійним під час виконання бойових завдань підрозділами ППО, а буде змінюватись у залежності від повітряної обстановки, тобто буде мати місце керування СД системи ППО.

Система управління СД СБСС вогневих засобів ППО, що складається з авіаційних компонентів (винищувачів) і компонентів зенітних ракетних військ (зенітних комплексів і систем, зенітних ракетно-артилерійських комплексів і тощо), може бути представлена двома основними взаємодіючими підсистемами управління: авіаційною підсистемою управління і підсистемою управління вогнем зенітних ракетних та зенітних ракетно-артилерійських зразків озброєння ППО. При цьому процес управління має підтримуватись відповідним інформаційним забезпеченням (розвідувально-інформаційними засобами розвідки і контролю повітряного простору та попередження про повітряний напад, засобами радіолокаційної розвідки, авіаційними і космічними засобами розвідки).

Складною й актуальною проблемою подальшого вдосконалення системи ППО постає проблема забезпечення стійкого об'єднання її структурних компонентів. Організація єдиної системи сил і засобів ППО може бути віднесена до одного з основних напрямків підвищення ефективності боротьби з повітряним противником. Основою високої активності такої системи ППО при веденні бойових дій має стати стійка і безперервна робота засобів радіолокаційної розвідки повітряного простору (що є першочерговими об'єктами знищення і функціонуючими практично безперервно з демаскуючими ознаками випромінювання).

Складною проблемою у функціонуванні єдиної системи ППО залишається управління об'єднаними угрупованнями різних видів й родів військ збройних сил. Існують обмеження, що накладаються розбіжностями завдань прикриття важливих об'єктів інфраструктури держави і завдань прикриття угруповань військ на полі бою, а також розбіжностями в управлінні виконанням цих завдань і наявністю складнощів у забезпеченні інформаційної сумісності управлінських задач різнорідних структурних компонентів.

Існують й інші проблемні аспекти у створенні і управлінні єдиною системою ППО, наприклад, такі як уніфікація зразків озброєння і військової техніки ППО, модульність побудови системи, міжвидова і внутрішня уніфікація управлінських технологій і тощо.

У цілому структурно єдина система ППО може бути представлена такими основними її підсистемами, як [6]:

- підсистема ураження і придушення ЗПН противника та їх систем забезпечення;
- розвідувально-інформаційна підсистема;
- підсистема управління і зв'язку;
- підсистема забезпечення.

Усі вони мають щільно (узгоджено) взаємодіяти між собою і організаційно інтегруватися у межах єдиної системи ППО.

Матеріально-технічною основою, що забезпечує ведення угрупованнями ППО боротьби з повітряним противником, є система озброєння ППО, що складається з наукоємних, високотехнологічних, а тому і найбільш витратних для держави, новітніх вогневих засобів, засобів технічної розвідки, бойового управління і забезпечення.

Система озброєння ППО має бути раціонально збалансованою за складом і типажом засобів, що входять до неї бойових і забезпечуючих засобів, що дозволяють створювати на її основі стійкі і боєздатні угруповання ППО і забезпечувати ешелоноване просторово (територіально) розподілене прикриття військ і об'єктів від ударів повітряного противника на усю глибину їх оперативної побудови і території держави, ефективно функціонувати в умовах активної вогневої і радіоелектронної протидії противника, а також в межах жорстких часових обмежень, володіти високими показниками маневреності і живучості в умовах застосування противником високоточних і інших нетрадиційних засобів ураження і придушення [17; 6].

Маневрова ППО використовує стратегію активного пошуку і знищення повітряного противника завжди і усюди, де він базується, і виконує свої завдання, що дозволяє одним і тим складом військ (сил), за рахунок маневру цілеспрямованого на забезпечення узгодженої взаємодії і управління СД системи ППО обороняти більшу кількість об'єктів і більш раціонально активізувати і використовувати сили і засоби ППО. Крім того, маневрова ППО з керованою СД буде сприйматися для противника як свого роду нова (оновлена) система ППО (як новий її варіант), що буде викликати ускладнення для нього з придушення засобів ППО і подолання ППО.

Для власної системи ППО одночасно будуть більш раціонально використовуватись і ефективніше перерозподілятись по актуальним об'єктам прикриття свої мобільні сили і засоби ППО.

Основою єдиної системи ППО слід вважати сукупність інформаційно-керуваних, вогневих засобів і засобів радіоелектронного придушення, що забезпечують комплексне ураження (придушення) ЗПН. Базою цієї системи має бути єдиний інформаційний простір, що побудований на мережецентричних принципах.

Слід зазначити, що у сучасних умовах і у близькій перспективі для створення єдиного інформаційного простору (радіолокаційного поля і зон інших технічних розвідок), що гарантовано забезпечить пункти управління і вогневі засоби ППО актуальною, своєчасною і достовірною інформатизацією про повітряного противника, необхідно створення більш досконалих засобів оперативної розвідки повітряного противника, розробки новітніх зразків, що побудовані на інших принципах виявлення повітряних цілей.

Єдиний інформаційний простір потребує якісно нового рівня оперативної, тактичної і технічної сумісності систем (засобів) розвідки, бойового управління і засобів ураження у межах єдиної інформаційно-керуючої інфраструктури. Його створення має забезпечувати комплексування розвідувальних даних, що отримуються з різномірних джерел, автоматизацією процесів обробки інформації, що поступає, і формування загальної бази розвідданих з розподіленим доступом до неї. З цього виходить необхідність уніфікації усіх наземних засобів передачі, збору і обробки інформації, у результаті узагальнення якої збільшується її повнота і достовірність та виключається небажана збитковість.

Тому усі засоби розвідки, що утворюють інформаційний простір, мають бути об'єднані між собою у відповідності з принципами інформаційно-логічного і технічного спряження.

Реалізація комплексного використання засобів розвідки можлива лише при розвинутій автоматизованій системі управління розвідкою, яка має бути структурним елементом єдиної системи управління ППО (угрупованнями ППО).

Вирішення завдань створення повномасштабного єдиного інформаційно-комунікаційного простору у межах задач ППО держави є складною і вельми витратною проблемою. Прийнятним може бути варіант формування секторального інформаційно-комунікаційного простору з елементів, які можливо мобільно переміщувати для створення єдиного інформаційно-комунікаційного простору в різних секторах.

У структурі перспективної системи ППО основним джерелом інформації про повітряного противника має бути система радіолокаційної розвідки, що будується на принципах багатопозиційної радіолокації і мультирадарної обробки радіолокаційної інформації у єдиному центрі. Засоби радіолокацій-

ної розвідки, що входять до складу багатопозиційної радіолокаційної системи, об'єднані в єдину мережу, управляються з єдиного центру, чим забезпечується їх синхронне випромінювання, прийом і обробка радіолокаційних сигналів у пасивному і активному режимах. Радіолокаційна інформація обробляється спільно у єдиному інформаційно підтриманому контурі управління, а режими роботи і огляду простору обираються автоматично для забезпечення найбільш ефективного виконання завдання розвідки повітряного противника у поточний час, з урахуванням розвідданих, що отримуються від усіх засобів розвідки і спостереження за повітряним простором.

Виходячи з основних тенденцій ускладнення радіолокаційної обстановки, що впливає на виявлення окремих літальних апаратів (ЛА) і розпізнавання варіантів застосування ЗПН (покращення льотних характеристик літальних апаратів, збільшення їх швидкості і розширення маневрових можливостей, нарощування потужності і "інтелектуальності" радіоперешкод прикриття груп ЗПН в ударі і вдосконалення радіоперешкод самоприкриття ЛА, зниження радіолокаційної помітності ЗПН, застосування високоточної протирадіолокаційної зброї і тощо), можливо виділити наступні актуальні напрями вдосконалення засобів радіолокації (ЗРЛ):

- реалізація принципів багатопозиційної радіолокації і мультирадарної обробки радіолокаційної інформації ЗРЛ різних діапазонів хвиль, у тому числі з втіленням методів пасивної радіолокації;

- інтеграція систем обробки радіолокаційної інформації з іншими системами здобування і обробки інформації про повітряний простір і ЗПН;

- виважене використання енергетичного потенціалу ЗРЛ у залежності від призначення, забезпечення адаптивного розподілу енергії випромінювання для формування зони виявлення окремого ЗРЛ і їх угруповання у цілому;

- створення нових ЗРЛ, що забезпечують виявлення ЛА у складках місцевості (пойми річок, каньйони, впадини тощо);

- збільшення (забезпечення) інформаційних можливостей ЗРЛ з обробки первинних і вторинних радіолокаційних сигналів та даних (кількості цілей, що обробляються та інформації про кожну з цілей) про ЛА, що знаходяться у зоні виявлення до потреб, що можуть перевищувати можливості застосування ЗПН;

- вдосконалення методів і технічних засобів адаптації режимів огляду простору і обробки сигналів ЗРЛ до швидкоплинної перешкодової обстановки;

- підвищення безпеки застосування і живучості ЗРЛ, у тому числі, втілення засобів їх захисту від високоточної самонавідної зброї;

- зменшення кількості персоналу окремого ЗРЛ;

– підвищення мобільності ЗРЛ за рахунок зменшення їх масо-габаритних розмірів шляхом компоновки прийнятно-передавальних систем і систем обробки радіолокаційної інформації в окремі пристрої і забезпечення їх транспортування більш зручними способами.

Одним з основних шляхів підвищення ефективності функціонування радіолокаційної системи розвідки повітряного противника слід визнати об'єднання окремих ЗРЛ в мультирадарну систему з єдиним центром керування ЗРЛ і обробки радіолокаційної інформації.

Багатопозиційна система радіолокаційної розвідки (БП СРЛР) має забезпечувати:

– локацію ЛА в межах усього району ведення ППО у потрібних межах повітряного простору;

– виявлення і супроводження потрібної (заданої) кількості ЛА, а також визначення максимально можливої кількості компонентів вектору координат і характеристик ЛА;

– своєчасне забезпечення споживачів радіолокаційною інформацією в умовах швидкоплинної і складної обстановки радіоперешкод;

– підвищення живучості і прихованості функціонування окремих ЗРЛ і БП СРЛР у цілому;

– економію витрачання ресурсів на формування РЛП потрібної конфігурації.

При цьому мають бути покращені: перешкодоустійкість, точність зав'язки і супроводження траєкторій ЛА, інформаційність і живучість БП СРЛР.

Взагалі для сучасних СБСС військового призначення характерною ознакою стає просторове (територіальне) рознесення їх структурних елементів (багатопозиційність), організаційно-структурні компоненти (підсистеми) яких можуть бути територіально віддаленими на значні відстані, а окремі локальні їх компоненти можуть бути структурно компактними в певних просторових межах. В теперішній час відомі різні види багатопозиційних систем повітряного, наземного і повітряно-наземного базування, які у загальному випадку складаються з:

– багатопозиційної системи інформаційного забезпечення;

– центру збору, обробки інформації і управління елементами системи;

– системи багатоканальних засобів ураження;

– системи зв'язку і синхронізації роботи системи.

Застосування багатопозиційних систем наведення зброї (БПСНЗ) дозволяє у комплексі вирішувати ряд проблем підвищення живучості, перешкодозахисності і точності наведення, маневрування інформаційними ресурсами і засобами ураження.

Однак, володіючи великими перевагами БПСНЗ потребує суттєвого ускладнення алгоритмів обробки інформації і управління. Ключовими є ал-

горитми формування просторово-інформаційних характеристик окремих елементів і системи у цілому, цілеспрямованого управління їх параметрами і інформаційними потоками між елементами системи, цілерозподіл і вибір просторово рознесених засобів ураження для їх застосування. Все це (та інше) обумовлює появу нових проблемних аспектів управління функціонуванням (застосуванням за призначенням) подібних систем в автоматизації управління ними, у тому числі в управлінні їх СД при зміні оперативно-стратегічної (оперативно-тактичної) обстановки в районі бойових дій.

Вказане у повній мірі може бути віднесене до єдиної системи ППО перспективного обрису.

У цілому до основних напрямків розвитку системи ППО і формування перспективного обрису можуть бути віднесені:

– об'єднання в єдину систему засобів розвідки, активних вогневих засобів і засобів управління ними, що виконують завдання ППО, на основі комплексування їх бойових і функціональних можливостей;

– реалізація комплексного підходу до створення системи ППО як якісно нової системи, що призначена не тільки для боротьби з окремими ЗПН і угрупованнями ЗПН, а також для руйнування всієї системи нападу повітряно-космічних сил і засобів противника, і має за мету знищення (руйнування) у взаємодії з силами і засобами інших видів і родів військ збройних сил важливих елементів і центрів управління (повітряного і наземного базування) повітряно-космічними операціями противника (як передбачено у доктрині застосування ВПС США);

– створення єдиної інформаційної системи управління ППО з модульною побудовою, стандартизацією і уніфікацією апаратно-програмних засобів;

– реалізація концепції розподіленого управління на основі мережеских принципів побудови комплексів засобів автоматизації з гнучкою структурою системи управління і здібністю до адаптації до зовнішніх і внутрішніх умов й покращення власних характеристик (без значних фінансових витрат) шляхом доробки спеціального математичного і програмного забезпечення;

– інтелектуалізація комплексів засобів автоматизації управління ППО за рахунок розробки і втілення відповідного інформаційно-модельного середовища розпізнавання ситуацій і підтримки прийняття рішень;

– проведення комплексних науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, що зорієнтовані на створення системи озброєння ППО як сукупності систем зенітного ракетного озброєння, розвідки повітряного противника (радіолокаційної, радіо і радіотехнічної, оптичної), автоматизованих засобів

управління, засобів радіоелектронного придушення (впливу), захисту від вогневого ураження і радіоелектронного придушення, що забезпечують комплексний вплив на ЗПН і функціонування в єдиній системі управління та інформаційного забезпечення;

– системне (збалансоване і планове) проведення комплексу робіт, що спрямовані на реалізацію вимог до єдиної системи ППО;

– втілення загальносистемних принципів побудови єдиної системи ППО, таких як: модульність побудови; висока живучість; багатофункціональність; міжвидова і внутрішньосистемна уніфікація із скороченням номенклатури озброєння і військової техніки ППО; комплексність; адаптивність; раціоналізація типуажу вогневих, інформаційних засобів, автоматизованих засобів управління єдиної системи ППО, що володіють можливостями міжвидового застосування;

– вдосконалення засобів і методів автоматичного виявлення й цілерозподілу цілей при багатопозиційному наведенні засобів ураження в умовах інтенсивних радіоперешкод;

– реалізація засобів і методів автоматичного супроводження декількох групових різнотипних цілей;

– розвиток системи управління і наведення високоточного озброєння наземного базування (для ураження сучасних і перспективних літаків, стратегічних крилатих ракет, тактичних і оперативно-тактичних балістичних ракет й інших ЗПН) в умовах інтенсивних перешкод, що інтенсивно маневрують, малорозмірні і низьколетящі включно;

– створення міжвидового уніфікованого комплексу ППО для оснащення усіх видів збройних сил;

– створення системи раннього попередження про напад повітряного противника на основі спеціального літака оперативно-стратегічного призначення;

– розробка концепції побудови об'єднаної системи ППО, що забезпечує захист об'єктів держави, угруповань її збройних сил від ударів з повітря з урахуванням виду і характеру існуючих і перспективних повітряних і повітряно-космічних загроз, у тому числі маловідомих і важко передбачуваних;

– розвиток концептуальних положень побудови об'єднаної системи ППО, що базується на принципах об'єднання архітектур і забезпечення оперативної й технічної сумісності усіх складових її систем;

– розробка і забезпечення пропозицій із забезпечення стійкості функціонування і живучості системи ППО у цілому і її компонентів.

Система ППО перспективного обриса має забезпечити виявлення і знищення літаків, крилатих ракет, тактичних балістичних ракет, елементів високоточного озброєння, безпілотних літальних апаратів і тощо.

Радіолокаційні засоби системи ППО мають дозволяти виявляти цілі з ефективною поверхнею розсіяння від 0,02...0,05 м<sup>2</sup>, що рухаються з швидкостями від 0 до 4500 м/с. Перспективна система ППО має бути здатною уражати цілі на відстанях до 400...600 км, що летять на висотах від 0...20 м до 100 км.

Приведені потенційно можливі напрямки розвитку системи ППО, що створюють основу для формування її перспективного обриса, мають достатньо загальний перелік, що визначається потребами мати суттєво оновлений її обрис у ближчій і віддаленій перспективі. Відбір з нього конкретних напрямків розвитку і практично можливої їх реалізації будуть визначатися, перш за все, рівнем оперативно-стратегічних, оперативно-тактичних і системно-технічних вимог, що впливають з необхідності мати систему ППО з тим або іншим варіантом її перспективного обриса, а також можливостями держави, науково-технічного, виробничо-технологічного і фінансово-економічного характеру.

Відбір цих напрямків має бути всебічно обґрунтований з урахуванням можливого науково-технічного, виробничо-технологічного, фінансово-економічного і інших факторів ризику.

Виділена множина можливих напрямків розвитку єдиної системи ППО і її елементів з перспективними обрисами дозволяє у першому наближенні визначитись з граничними прогностичними напрямками розвитку і відібрати деякі проміжні, доцільні і забезпечені для реалізації варіанти, що враховують суттєві і очікувані у ближній і віддаленій перспективі ресурсні та інші обмеження. При цьому структура єдиної системи ППО для кожного варіанту буде своя і управління її СД буде різним у залежності від реалізованого варіанту.

При обраному обрисі перспективна єдина система ППО має у певних умовах функціонування залишатися дієздатною на протязі встановленого (програмного) періоду часу, бути відкритою і придатною для подальшого свого вдосконалення (розширення своїх можливостей).

В умовах динамічної зміни повітряної і сигнально-перешкодової обстановки у районі активного протистояння конфліктуючих сторін адекватною моделлю (технологією) управління функціонуванням перспективної єдиної системи ППО може бути визнана мережецентрична модель (технологія) управління. Управління при цьому має охоплювати ті процеси управління СД системи ППО, які будуть необхідними для обслуговування задіяних противником ЗПН при реалізації ними прориву ППО у конкретних бойових діях. Решта компонентів системи має знаходитись у стані готовності до негайного застосування за необхідністю.

Все це разом потребує проведення комплексних наукових досліджень в межах широкої проблематики управління СД єдиної системи ППО з перспективним її обрисом. Потрібні нові методичні засоби, що враховують неповноту, невизначеність, неоднозначність, неточність і суперечність вихідних даних, які використовуються при плануванні дій і прийнятті управлінських рішень на відбиття повітряного нападу.

Вихідним наближенням при визначенні подальшого розвитку теорії і методів управління силами і засобами перспективної системи ППО можливо обрати використання функціонально-структурного підходу і тих науково-методичних засобів, які отримані у класичній теорії управління, в області дослідження операцій, штучного інтелекту, в теорії систем і загального системного аналізу та інших.

У цілому теорія управління СД єдиної системи ППО має формуватися в межах міждисциплінарної галузі наукових знань з проведенням фундаментальних і прикладних досліджень.

Поява принципово нової задачі управління, що пов'язана з динамічною зміною режимів функціонування складної єдиної системи ППО в умовах швидкої зміни повітряної обстановки й існування невизначеності у знаннях конкретних способів застосування противником ЗПН в конкретних реалізованих операціях, що складно піддається формалізації тих або інших задач управління, обумовлює розвиток специфічних методів із застосуванням моделей і методів технології штучного інтелекту. Практичне втілення інтелектуальних технологій управління СД систем ППО має орієнтуватись на вибіркового використання тих або інших технологій обробки знань у залежності від специфіки задач ППО, особливості управління засобами ППО і їх функціонального призначення. Однією з центральних проблем є проблема набуття, формування, представлення і вилучення знань про об'єкти управління і середовище.

Базовою основою такого підходу до управління СД складних систем ППО в умовах невизначеності з використанням інтелектуальних технологій може бути концепція ситуаційного управління. Виходячи з ключових положень, кожному класу ситуацій, виникнення яких вважається припустимим у процесі функціонування системи, мають бути поставлені у відповідність деякі рішення по управлінню (впливи управління, програмно-алгоритмічна процедура і тощо). Тоді ситуація, що складається, і визначається поточним станом як самого об'єкта управління, так і його зовнішнього середовища, може бути віднесена до деякого класу, для якого потрібне управління вже вважається відомим.

Практична реалізація концепції ситуаційного управління на основі сучасних інтелектуальних технологій потребує наявності розгорнутої бази

знань про принципи побудови і цілі функціонування системи, специфіку використання різних алгоритмів, особливості управління об'єкту.

У загальному випадку об'єкт управління буде мати достатньо складну структуру, що включає у своєму складі ряд функціонально-підпорядкованих підсистем.

При цьому структура інтелектуальної системи управління складними динамічними об'єктами має відповідати ієрархічному принципу побудови і включати стратегічний і тактичний рівні управління. Використовувані методи і технології штучного інтелекту мають виконувати роль основних засобів боротьби з невизначеністю зовнішнього середовища. Багаторівнева організація системи управління може забезпечити інтелектуальні можливості з аналізу і розпізнавання обстановки, формування стратегії доцільної поведінки, планування послідовності дій і тощо.

## Висновки

Увага, яка приділяється розвитку ЗПН у провідних країнах світу, а також досвід їх бойового застосування свідчить про те, що повітряний простір є і буде залишатись важливою сферою військових дій. Удари з повітря по важливим об'єктам держави і угрупованням військ противника стають найбільш дієвими формами досягнення мети і впливу не тільки на хід, але і на результати війни в цілому. Однією з основних умов панування у повітрі є повне придушення ППО противника.

У цілому для забезпечення ефективного управління функціонуванням і СД єдиної системи ППО перспективного обриса необхідні високий рівень його автоматизації і відповідна інформаційна підтримка формування і реалізації управлінських рішень при широкому засвоєнні сучасних, як традиційних, так і інтелектуальних управлінських інформаційних технологій. Автоматизації і інформатизації цього управління має відводитись ключова роль.

Вибір способу управління функціонуванням єдиної системи ППО та її СД має зводитись до пошуку компромісного варіанту управлінського рішення з використанням деяких часткових показників якості або узагальненого показника ефективності управління, якщо його можливо бути обґрунтовано сформувати при наявних об'єктивних даних про основні умови функціонування системи ППО.

Система ППО з просторово (територіально) розподіленими її функціонально-бойовими рухомими і стаціонарними компонентами має мати багатозв'язну дискретну структуру мережевого типу з активними бойовими і забезпечуваними компонентами, які мають оперативно активізуватися і приводитися у бойовий стан й бути задіяними в операціях при відбитті повітряного противника, адаптува-

тися до динаміки змін обстановки. Її система озброєння має бути раціонально збалансованою по складу і типу зразків засобів ППО і забезпечити формування стійких і боєздатних угруповань сил і засобів.

Основою управління СД системи ППО в умовах невизначеності можуть бути концепції ситуаційного управління.

### Список літератури

1. Управління структурною динамікою складних систем військового призначення у оперативно-тактичній обстановці, що динамічно змінюється / Д.А. Гриб, Б.О. Демідов, О.В. Довбня, Ю.Ф. Кучеренко, А.М. Ткачов // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2019. – № 2(35). – С. 16-26. <https://doi.org/10.30748/nitps.2019.35.02>.
2. Інформатизація управління структурною динамікою складних багатоструктурних систем військового призначення при динамічній зміні обстановки в районі ведення бойових дій / Д.А. Гриб, Б.О. Демідов, М.В. Борисенко, М.Ю. Кузнєцова // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – 2019. – № 2(60). – С. 7-15. <https://doi.org/10.30748/zhups.2019.60.01>.
3. Суперистребители. Новое поколение боевых самолётов: Иллюстрированная энциклопедия / М. Ульямс и др. – М.: Омега, 2006. – 144 с.
4. Харчук А.И. Боевая авиация XXI века / А.И. Харчук. – М.: Яуза, Эксмо, 2011. – 304 с.
5. Справочник офицера воздушно-космической обороны / Под общ. ред. С.К. Бурмистрова. – Тверь: ВА ВКО, 2005. – 564 с.
6. Системно-концептуальные основы методологии военно-научных исследований и решения прикладных военно-технических проблем: монография. Книга 1 / Б.А. Демидов, С.Н. Остапенко, М.И. Луханин, А.Ф. Величко и др.; под ред. Б.А. Демидова. – Тверь: ЗНП АО, Отделение ПВЭ и Ф, 2014. – 676 с.
7. Горевич Б.Н. Выработка способа противовоздушной обороны объекта на основе комплексного использования разнотипных математических моделей боевых действий / Б.Н. Горевич // Военная мысль. – 2008. – № 9. – С. 60-66.
8. Грудинин И.В. О проблеме информационного обеспечения управления огнём группировок войск ПВО СВ / И.В. Грудинин, П.М. Шанкин // Военная мысль. – 2007. – № 6. – С. 29-33.
9. Диалектика технологий воздушно-космической обороны: Научное издание / Под ред. В.Н. Минаева. – М.: ИД “Столичная энциклопедия”, 2011. – 356 с.
10. Архангельский И.И. Проектирование зенитных управляемых ракет / И.И. Архангельский, П.П. Афанасьев, Е.Г. Болотов. – М.: Изд-во МАИ, 2001. – 732 с.
11. Ерохин И.В. Воздушно-космическая сфера и вооруженная борьба в ней / И.В. Ерохин. – Тверь, 2008. – 240 с.
12. Козин В.П. Эволюция противовоздушной обороны США и позиция России / В.П. Козин. – М.: РИСИ, 2013. – 384 с.
13. Лященко В.П. Воздушно-космическая оборона государства: современные этапы и перспективы развития / В.П. Лященко. – М.: Экономика, 2015. – 366 с.
14. Авиация ПВО России и научно-технический прогресс: боевые комплексы и системы вчера, сегодня, завтра: монография / Под ред. Е.А. Федосова. – М.: Дрофа, 2005. – 815 с.
15. Щит России: система противоракетной обороны. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 504 с.
16. Завалий Н.Г. Рубежи обороны в космосе и на земле / Н.Г. Завалий. – М.: Вече, 2003. – 752 с.
17. Системно-концептуальні положення й організаційно-методичні основи обґрунтування, вибору і реалізації обрису перспективної системи озброєння протиповітряної оборони держави та її збройних сил / О.В. Туринський, Б.О. Демідов, Д.А. Гриб, О.О. Хмелевська // Системи озброєння і військова техніка. – 2019. – № 2(58). – С. 55-69. <https://doi.org/10.30748/soivt.2019.58.08>.
18. Зайцев Д.В. Многопозиционные радиолокационные системы. Методы и алгоритмы обработки информации в условиях помех / Д.В. Зайцев. – М.: Радиотехника, 2007. – 96 с.
19. Кучеренко Ю. Ф. Деякі аспекти щодо створення автоматизованої системи управління протиповітряною обороною України / Ю.Ф. Кучеренко, Б.О. Демідов, Є.В. Шубін // Системи озброєння і військова техніка. – 2019. – № 1(57). – С. 90-97. <https://doi.org/10.30748/soivt.2019.57.13>.
20. Демидов Б.А. Концептуальные аспекты информатизации и автоматизации управления в вооруженных силах государства / Б.А. Демидов, Д.А. Гриб, О.А. Хмелевская // Збірник наукових праць ХНУПС. – 2017. – № 5(54). – С. 38-47.
21. Зенитное ракетное оружие мира: Справочник / Составитель А.Г. Соколов; Под ред. Н.Н. Новичкова. – М.: Информатгентство АРМС – ТАСС, 2006. – 288 с.

### References

1. Grib, D.A., Demidov, B.O., Dovbnia, O.V., Kucherenko, Yu.F. and Tkachov, A.M. (2019), “Upravlinnia strukturnoiu dynamikoiu skladnykh system viiskovoho pryznachennia u operatyvno-taktychnii obstanovtsi, shcho dynamichno zminiuietsia” [Management of structural dynamics of complex systems of military purpose in a dynamically changing operational tactical situation], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 2(35), pp. 16-26. <https://doi.org/10.30748/nitps.2019.35.02>.
2. Grib, D.A., Demidov, B.O., Borysenko, M.V. and Kuznietsova, M.Yu. (2019), “Informatyzatsiia upravlinnia strukturnoiu dynamikoiu skladnykh bahatostрукturnykh system viiskovoho pryznachennia pry dynamichnii zmini obstanovky v raioni vedennia boiovykh dii” [Informatization management of structural dynamics of complex multi-structural systems military appointment at the dynamic change of the situation in the area of combat operations], *Scientific Works of Kharkiv National Air Force University*, Vol. 2(60), pp. 7-15. <https://doi.org/10.30748/zhups.2019.60.01>.
3. Williams, M. (2006), “Superistrebiteki. Novoye pokoleniye boyevykh samolotov: Illyustrirovanaya entsiklopediya” [Superstrabite. A new generation of combat aircraft: Illustrated Encyclopedia], Omega, Moscow, 144 p.



4. Kharchuk, A.Y. (2011), "Boevaya aviatsiya XXI veka" [21st Century Combat Aviation], Jauza, Moscow, 304 p.
5. Burmistrov, S.K. (2005), "Spravochnik ofitsera vozdušno-kosmicheskoy oborony" [Aerospace Defense Officer Handbook], Tver, 564 p.
6. Demidov, B.A., Ostapenko, S.N., Luhanin, M.I. and Velichko, A.F. (2014), "Sistemno-kontseptual'nyye osnovy metodologii voyenno-nauchnykh issledovaniy i resheniya prikladnykh voyenno-tekhnicheskikh problem" [System-conceptual foundations of the methodology of military scientific research and the solution of applied military-technical problems], Tver, 676 p.
7. Gorevich, B.N. (2008), "Vyrobotka sposoba protivovozdušnoy oborony ob'yekta na osnove kompleksnogo ispol'zovaniya raznotipnykh matematicheskikh modeley boyevykh deystviy" [Development of a method of air defense of an object based on the integrated use of different types of mathematical models of military operations], *Military thought*, No. 9, pp. 60-66.
8. Grudin, I.V. and Shankin, P.M. (2007), "O probleme informatsionnogo obespecheniya upravleniya ognom gruppirovok voysk PVO SV" [About the problem of information support for fire control of air defense forces of the Air Defense Forces], *Military thought*, No. 6, pp. 29-33.
9. Minaev, V.N. (2011), "Dialektika tekhnologii vozdušno-kosmicheskoy oborony: Nauchnoye izdaniye" [The Dialectics of Aerospace Defense Technologies: Scientific Edition], Stolychnaja encyklopediya, Moscow, 356 p.
10. Arkhangel'skiy, I.I., Afanas'yev, P.P. and Bolotov, Ye.G. (2001), "Proyektirovaniye zenitnykh upravlyayemykh raket" [Designing anti-aircraft guided missiles], Moscow, 732 p.
11. Yerokhin, I.V. (2008), "Vozdušno-kosmicheskaya sfera i vooruzhennaya bor'ba v ney" [The aerospace sphere and the armed struggle in it], Tver, 240 p.
12. Kozyn, V.P. (2013), "Evolutsiya protivovozdušnoy oborony SSHA i pozitsiya Rossii" [US Air Defense Evolution and Russia's Position], Moscow, 284 p.
13. Lyashchenko, V.P. (2015), "Vozdušno-kosmicheskaya oborona gosudarstva: sovremennyye etapy i perspektivi razvitiya" [Aerospace defense of the state: current stages and development prospects], *Ekonomyka*, Moscow, 366 p.
14. Fedosov, Ye.A. (2005), "Aviatsiya PVO Rossii i nauchno-tekhnicheskii progress: boyevyye komplekxy i sistemy vchera, segodnya, zavtra: monografiya" [Russian air defense and scientific and technological progress: military systems and systems yesterday, today, tomorrow: monograph], Drofa, Moscow, 815 p.
15. Bauman Moscow State Technical University (2009), "Shhyt Rossyy: sistema protyvoraketnoy oborony" [Russian shield: missile defense system], Moscow, 504 p.
16. Zavaliy, N.G. (2003), "Rubezhi oborony v kosmose i na zemle" [Frontiers of defense in space and on earth], Veche, Moscow, 752 p.
17. Turinskyi, O.V., Demidov, B.O., Grib, D.A. and Khmelevska, O.O. (2019), "Systemno-kontseptualni polozhennia y organizatsiino-metodychni osnovy obruntuvannia, vyboru i realizatsii obrysu perspektyvnoi systemy ozbroiennia protyopovitrianoi oborony derzhavy ta yii zbroinykh syl" [Systematic conceptual position and organizational and methodological basis of justification, selection and implementation of advanced air defense weapons system of the state and its armed forces], *Systems of Arms and Military Equipment*, No. 2(58), pp. 55-69. <https://doi.org/10.30748/soivt.2019.58.08>.
18. Zaytsev, D.V. (2007), "Mnogopozitsionnyye radiolokatsionnyye sistemy. Metody i algoritmy obrabotki informatsii v usloviyakh pomekh" [Multiposition radar systems. Methods and algorithms for processing information in interference], *Radyo-tekhnika*, Moscow, 96 p.
19. Kucherenko, Yu.F., Demidov, B.O. and Shubin, Ye.V. (2019), "Deiaki aspekty shchodo stvorennia avtomatyzovanoi systemy upravlinnia protyopovitrianoi oboronoii Ukrainy" [Some aspects on the establishment of automated system of control of contingency defense of Ukraine], *Systems of Arms and Military Equipment*, No. 1(57), pp. 90-97. <https://doi.org/10.30748/soivt.2019.57.13>.
20. Demydov, B.A., Grib, D.A. and Khmelevskaia, O.A. (2017), "Kontseptualnye aspekty ynfomatyzatsyy y avtomatyzatsyy upravleniya v vooruzhennykh sylakh hosudarstva" [Conceptual aspects of information and automation management in the Armed Forces of the state], *Scientific Works of Kharkiv National Air Force University*, No. 5(54), pp. 38-47.
21. Sokolov, A.G. and Novichkov, N.N. (2006), "Zenitnoye raketnoye oruzhiye mira: Spravochnik" [World Anti-aircraft Missile Weapons: A Guide], Moscow, 288 p.

Надійшла до редколегії 3.09.2019

Схвалена до друку 15.10.2019

**Відомості про авторів:****Туринський Олександр Васильович**

кандидат технічних наук  
начальник Харківського національного університету  
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0001-6888-6045>

**Демідов Борис Олексійович**

доктор технічних наук професор  
провідний науковий співробітник  
Харківського національного університету  
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0003-1728-6925>

**Information about the authors:****Oleksandr Turinskyi**

Candidate of Technical Sciences  
Chief of Ivan Kozhedub Kharkiv  
National Air Force University,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0001-6888-6045>

**Boris Demidov**

Doctor of Technical Sciences Professor  
Lead Research  
of Ivan Kozhedub  
Kharkiv National Air Force University,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0003-1728-6925>

**Гриб Дмитро Анатолійович**

кандидат військових наук доцент  
головний науковий співробітник  
Харківського національного університету  
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0001-8478-978X>

**Dmitrii Grib**

Candidate of Military Sciences Associate Professor  
Chief Research  
of Ivan Kozhedub Kharkiv National  
Air Force University,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0001-8478-978X>

**Кучеренко Юрій Федорович**

кандидат технічних наук  
провідний науковий співробітник  
Харківського національного університету Повітряних  
Сил ім. І. Кожедуба,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0001-9937-371X>

**Yurii Kucherenko**

Candidate of Technical Sciences  
Lead Research of Ivan Kozhedub  
Kharkiv National  
Air Force University,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0001-9937-371X>

**СИСТЕМО-КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ И ПРОБЛЕМНЫЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ СТРУКТУРНОЙ ДИНАМИКОЙ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ ПРОТИВОВОЗДУШНОЙ ОБОРОНЫ ПЕРСПЕКТИВНОГО ОБЛИКА**

А.В. Туринский, Б.А. Демидов, Д.А. Гриб, Ю.Ф. Кучеренко

*В статье рассматриваются проблемные аспекты управления структурной динамикой и функционированием единой системы противовоздушной обороны страны и ее вооруженных сил перспективного облика в условиях динамического изменения воздушной обстановки в районе ведения боевых действий. Основное внимание сосредоточено на системно-концептуальных основах такого управления и необходимости создания единого информационно-коммуникационного пространства в зоне ответственности противовоздушной обороны национального масштаба. Система противовоздушной обороны представлена как сложная многоструктурная система, территориально (пространственно) распределенная система военного назначения, которая состоит из подвижных и стационарных ее компонентов. Представлены некоторые направления развития средств радиолокационной разведки воздушного пространства как основных источников информации о воздушном противнике.*

*Выделена базовая основа подхода к управлению структурной динамикой системы противовоздушной обороны, которая использует концепцию ситуационного управления.*

*Выбор способа управления функционированием единой системы противовоздушной обороны и ее структурной динамикой может сводиться к поиску компромиссного варианта управленческого решения с использованием нескольких частных показателей качества или обобщенного показателя эффективности управления, если их можно будет обобщенно определить (сформировать) при существующих объективных данных об основных условиях функционирования системы противовоздушной обороны.*

**Ключевые слова:** *единая система противовоздушной обороны, перспективный облик системы противовоздушной обороны, структурная динамика системы противовоздушной обороны, сетевая структура системы противовоздушной обороны.*

**SYSTEM-CONCEPTUAL BASES AND PROBLEM ASPECTS OF MANAGING THE STRUCTURAL DYNAMICS OF A UNIFIED SYSTEM OF ANTI-AIR DEFENSE OF A PERSPECTIVE**

O. Turinskyi, B. Demidov, D. Grib, Yu. Kucherenko

*The article discusses the problematic aspects of managing the structural dynamics and functioning of a unified air defense system of the country and its armed forces with a promising appearance in the face of dynamic changes in the air situation in the area of warfare. The main attention is focused on the systemic and conceptual foundations of such management and the need to create a single information and communication space in the area of responsibility of national air defense. The air defense system is presented as a complex multi-structure system, a territorially (spatially) distributed military system, which consists of its mobile and stationary components. The main factors that determine the promising appearance of a unified air defense system are identified. It was determined that the composition of its structural and functional components involved in repelling an attack by an air adversary should be consistent with the dynamics of changes in the airspace. The necessary properties of the air defense system, such as high maneuverability, resistance to the effects of enemy means, adaptability to the conditions of changing the radar situation in the combat area, are highlighted. Some directions of the development of means of radar reconnaissance of airspace as the main sources of information about the air enemy are presented. The basic basis of the approach to managing the structural dynamics of an air defense system that uses the concept of situational management is highlighted.*

*It is noted that for the effective management of the structural dynamics of a unified air defense system and its functioning, high levels of automation and information are required.*

*The choice of a way to control the functioning of a single air defense system and its structural dynamics can be reduced to finding a compromise version of a managerial decision using several private quality indicators or a generalized indicator of management effectiveness if they can be reasonably determined (formed) under existing objective data on the basic conditions of the system's functioning air defense.*

**Keywords:** *unified air defense system, promising air defense system appearance, structural dynamics of the air defense system, network structure of the air defense system.*