

# Актуальні питання розвитку Збройних Сил

УДК 004.8

DOI: 10.30748/zhups.2019.59.02

Д.А. Гриб, Б.О. Демідов, Ю.Ф. Кучеренко, О.Г. Матющенко, О.О. Хмелєвська

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

## МОНІТОРИНГ СТАНІВ ОПЕРАЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА БАГАТОСТРУКТУРНИХ СИСТЕМ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ПРИ УПРАВЛІННІ ЇХ ФУНКЦІОНУВАННЯМ ТА СТРУКТУРНОЮ ДИНАМІКОЮ

*У статті представлені основні аспекти моніторингу станів складних багатоструктурних систем (СБСС) військового призначення і зовнішнього середовища, в котрій реалізуються процеси управління функціонуванням і структурною динамікою (СД) таких систем в оперативно-тактичній обстановці (ОТО), що динамічно змінюється у районі ведення операцій (бойових дій). У якості перспективного виділяється інтегрований комплекс моніторингу зовнішнього простору, що застосовує комплексне використання інформаційних датчиків різної фізичної природи, розміщених на різних платформах базування і у різних областях фізичного простору, а саме – космічні, повітряні наземні і надводні. Для забезпечення достатньо повного задоволення інформаційних потреб пропонується здійснювати моніторинг у єдиному інформаційному просторі з використанням різних засобів технічної розвідки (перш за все, радіолокаційної і оптико-електронної). Комплексність ведення моніторингу і технічної розвідки має забезпечуватись за рахунок охоплення моніторинговими і розвідувальними діями всього району ведення операцій (бойових дій) і всіх тих об'єктів, які знаходяться в ньому і інформація о яких необхідна для прийняття управлінських рішень в обстановці, що динамічно змінюється на полі бою (театрі війни). Моніторинговий контроль стану зовнішнього середовища ведення бойових дій має охоплювати, перш за все, ключеві зони огляду театру збройної боротьби з урахуванням пріоритетності отримання і надання поточної інформації про зміни ОТО в цих зонах військам (силам), що задіяні в операції. При проведенні моніторингу виділяються обмеження, а також характерні особливості його проведення. Вказується, що в якості сукупності моніторингових показників слід вибирати такі показники, які забезпечували би цілісне представлення о ході реалізації інформаційного забезпечення процесів управління функціонуванням і СД систем в динаміці зміни ОТО. До важливіших характеристик моніторингу управління віднесена можливість оперативного проведення моніторингу в реальному масштабі часу синхронно із змінами ОТО в районі ведення операцій (бойових дій).*

**Ключові слова:** моніторинг стану, структурна динаміка, оперативно-тактична обстановка, інформаційні датчики, технічна розвідка.

### Вступ

**Постановка проблеми.** У сучасних умовах вдосконалення концепцій (моделей), форм, методів, способів і засобів ведення операцій (бойових дій) вельми актуальною проблемою у військовій справі стає проблема розробки елементів теорії і практики управління структурною динамікою складних багатоструктурних систем військового призначення (систем, що мають змінну за часом управляему структуру і мають багато структур підсистем). Вирішення цієї проблеми може дозволити з єдиних системних позицій підійти до комплексного дослідження проблеми ефективного управління функціонуванням таких систем в цілому і взаємоузгодженій (функціонально сумісній) взаємодії їх підсистем у обстановці, що динамічно змінюється у районі ведення бойових дій.

Ці системи можуть бути системами загальнодержавного масштабу та системами з меншим масштабом призначення. Системами загальнодержавного масштабу є системи забезпечення воєнної безпеки і оборони держави у цілому і відносяться до систем забезпечення національної безпеки. Менші системи є відомчі, міжвідомчі, наприклад, системи військового призначення, що входять до складу видів збройних сил, родів військ, тощо і є відповідними підкласами системи забезпечення воєнної безпеки і оборони держави в цілому.

В роботі під управлінням структурною динамікою складних багатоструктурних систем військового призначення розуміється процес формування і реалізації цілеспрямованих взаємоузгоджених управлінських впливів на неї, що забезпечують переведення системи з поточного (вихідного) у зада-

ний (що потрібний) багатоструктурний макростан з дотриманням принципу пріоритетності функцій системи по відношенню до її структури (підпорядкування структури функціям системи) при оптимальному (об'єктивно - раціональному) розподілі (перерозподілі) функцій (задач управління) між ієрархічними (стратегічними, оперативними та тактичними) рівнями системи (її компонентами) в циклі (програмі) управління з використанням резервів ресурсів, а також з врахуванням існуючих обмежень та динаміки, оперативно - тактичної обстановки в районі бойових дій.

Структурна динаміка складних багатоструктурних систем (організаційних, організаційно – технічних, технічних) військового призначення представляється як процес зміни їх структур під впливом тих, або інших факторів і як керований процес, що зумовлений необхідністю активізації деяких (вводу в дію додаткових) структурно функціональних компонентів системи, що стали наслідком виникнення і розвитку негативних ситуацій, посиленням прояву факторів ризику в процесі протидії противника проведенню операцій (бойових дій), в тому числі необхідністю адекватного узгодження структури системи з змінами їх функцій (задач), що викликані тими або іншими обставинами, об'єктивного та суб'єктивного характеру, а також з випереджуючою противника необхідною оперативністю (швидкістю) щодо структурно-функціональної адаптації власних військ (сил) до змін оперативно-тактичної обстанов-

ки в районі бойових дій. Для інформаційного забезпечення управління СД СБСС необхідний моніторинг станів самої системи як об'єкту управління і стану середовища в якому вона функціонує і здійснює вплив на систему.

В загальному сучасному розумінні термін “моніторинг” охоплює процеси спостереження, оцінювання і прогнозування стану зовнішнього середовища для потреб різних напрямків і областей діяльності.

Для систем дистанційного моніторингу характерні три функції, що вони виконують:

- дистанційне спостереження;
- вимірювання значень будь яких параметрів об'єктів спостереження за допомогою датчиків і передачі цих даних на відстань, чи отримання інформації об'єктів за допомогою віддалених датчиків;
- дистанційне управління.

В цих системах маються загальні елементи і зв'язки, як показано на рис. 1, яким притаманна наявність:

- віддаленість об'єктів контролю (спостереження) від центрів аналізу інформації і управління;
- розгалуженої мережі датчиків або пристроїв спостереження;
- системи передачі інформації від датчиків;
- системи прийому інформації;
- системи аналізу інформації;
- елементів управління.

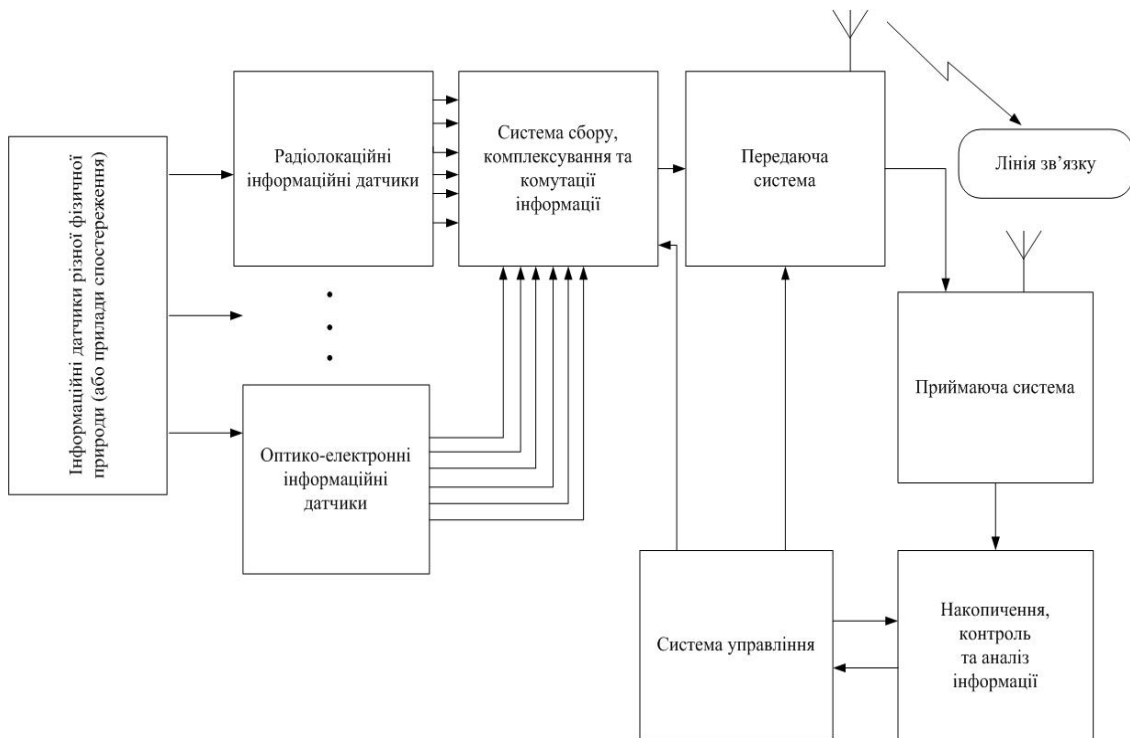


Рис. 1. Типова структура системи моніторингу

За масштабом охоплення системи моніторингу можуть бути локальними та глобальними.

Як за правило, глобальні системи моніторингу використовують космічні системи зв'язку, визначення координат (GPS) або інші елементи, що розміщені в космосі (супутники спостережень) [1–8].

Стосовно до оборонної сфери виділяються чотири сегмента моніторингу: космічний, повітряний (авіаційний), наземний і морський. Великі можливості для вирішення різноманітних задач оборонного призначення надає радіолокаційно-аерокосмічний моніторинг, що володіє рядом переваг перед іншими системами моніторингу.

Важливу роль в інформатизації процесів управління функціонуванням СБСС військового призначення і їх СД можуть відігравати геоінформаційні технології, під котрими розуміється сукупність засобів, способів і методів створення й обробки даних, що мають просторовий аспект і забезпечують представлення інформації в потрібному вигляді, з урахуванням реальних просторово-розподілених параметрів середовища функціонування, зовнішніх і внутрішніх впливів [5–8].

Моніторинг стану передбачає отримання у явному вигляді узагальнених значень оцінок параметрів процесу функціонування об'єкту спостереження з урахуванням умов його застосування за призначенням.

Основним компонентом системи моніторингу є функціональний компонент цієї системи, що вирішує задачу щодо збору, обробці, аналізу і інтеграції усіх видів інформації, що здобувається.

В процесі спостереження за об'єктом моніторингу мають бути проведені вимірювання значень параметрів його стану із заданою точністю на певному часовому інтервалі, котрі передаються в систему оцінювання і прогнозування стану об'єкту.

З функціонального призначення процесу моніторингу стану на основі аналізу вимірювальної інформації мають бути сформовані вимоги до засобів і програм моніторингу.

Управління СД СБСС військового призначення може бути зведене до вирішення сукупності наступних взаємопов'язаних часткових задач: аналізу СД системи; спостереження і оцінювання параметрів структурних станів і СД системи; задача формування і реалізації технології управління СД в різних умовах обстановки; формування технології моніторингу станів системи її основних компонентів і зовнішнього середовища.

Результативність цього управління у значному ступені залежить від якості моніторингу станів системи і зовнішнього середовища, що обумовлює необхідність створення і використання системи моніторингу (відповідних засобів і технологій), які адекватні

технології управління в обстановці, що динамічно змінюється у конкретній ОТО.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В наведеній літературі [1–4] розглядаються питання щодо: взаємодії різнорідних сил і засобів при веденні як сумісних так і самостійних операцій (бойових дій) на стратегічному, оперативному та тактичному рівні управління; моніторингу навколишнього середовища; систем дистанційного зондування Земної кулі; тенденції розвитку систем радіолокаційного спостереження; використання глобальних мережецентричних систем; концепції використання мережецентричних технологій; методологічних основ створення та розвитку автоматизованих систем військового призначення, але розгляду питань щодо тенденції розвитку та принципів формування перспективних інтегрованих комплексів військового та подвійного призначення для моніторингу навколишнього простору з використанням взаємодоповнюючих інформаційних датчиків різноманітної фізичної природи для інтеграції даних при вирішенні задач моніторингу земної поверхні в них з системних позицій уваги не приділялось.

**Мета статті:** представити у системній єдності інформаційно-забезпечуючі аспекти моніторингу станів СБСС військового призначення і зовнішнього середовища, в яких реалізуються процеси управління функціонуванням і СД цих систем.

## Виклад основного матеріалу

Моніторинг станів систем військового призначення, що приймають участь в операції (бойових діях), і зовнішнього середовища (ОТО) в районі ведення бойових дій (в зоні відповідальності) з точки зору системного підходу має розглядатись як процес, що реалізується системою моніторингу з використанням відповідних засобів і технологій [8].

Під терміном система моніторингу розуміється сукупність її елементів, взаємодія котрих забезпечує здійснення моніторингових процедур. До таких елементів, що складають структуру системи моніторингу, можуть бути віднесені:

- суб'єкти моніторингу;
- інструментарій моніторингової діяльності;
- моніторингова діяльність;
- комплекс моніторингових показників.

Суб'єктами в організаційно-технічній системі моніторингу виступають відповідні управлінські і інші структури, що забезпечують і підтримують моніторингову діяльність в інтересах підготовки і прийняття управлінських рішень при плануванні і веденні операцій (бойових дій) угрупованням військ (сил).

До інструментів моніторингової діяльності відносяться сучасні інформаційні технології, різноманітні комплекси технічних і програмних засобів, що

використовують суб'єкти моніторингу у своїй діяльності [10–12; 14].

Моніторингова діяльність є сукупністю моніторингових процедур, наприклад таких як здобування, збирання, зберігання, обробка і представлення інформації, що необхідна для вирішення управлінських задач, що потребують наявності відповідного рівня інформаційних процесів автоматизованого управління, достатнього для ефективної їх реалізації.

В якості комплексу моніторингових показників мають обиратися такі показники, які забезпечують цілісне представлення про реалізації інформаційного забезпечення процесу управління функціонуванням і СД змін ОТО, про якісні і кількісні зміни, що відбуваються у системі.

Система моніторингу має забезпечувати в першу чергу органи і засоби управління необхідною, достовірною і своєчасною інформацією для підтримки можливості формування ефективних стратегічних, оперативних і тактичних рішень по управлінню, а також рішень, що відносяться до контролю функціонування, працездатності, прогнозуванню поведінки об'єкту управління, до прогнозування розвитку небезпечних ситуацій з метою їх попередження і недопущення і інші. В цілому система моніторингу має бути перш за все націлена на підвищення обґрунтованості і ефективності управлінських рішень, що приймаються.

Основною особливістю об'єктів моніторингу військового призначення є, перш за все, їх динамічність [13–14].

До важливих характеристик системи моніторингу слід відносити можливість виконувати свої функції в реальному масштабі часу.

Крім того, необхідно виділяти ще одну особливість, що розповсюджується на найбільш складні види моніторингу – можливість побудови прогнозу розвитку системи (що досліджуються) в цілому і її підсистем, а також оперативного виявлення зародження і розвитку неприйнятної ситуації для своїх сил і засобів в умовах антагоністичного протиборства конфліктуючих сторін [14]. Це надає моніторингу особливу цінність і значущість для своєчасного відпрацювання випереджувальних заходів по нейтралізації негативних наслідків і володінню ініціативою по забезпеченню переваги над стороною протиборства.

Однією з основних властивостей, котрим має володіти ефективна система моніторингу є властивість адекватності результатів оцінювання стану об'єкта моніторингу по інформації, що поступає від нього.

До складу складних багатоструктурних організаційно-технічних систем військового призначення входять різноманітні складні технічні об'єкти, які можуть бути як стаціонарними так і активними ру-

хомими об'єктами (навігаційні орбітальні космічні апарати і наземні комплекси управління, наземні, повітряні, надводні або підводні бойові засоби і засоби обслуговування, комплекси засобів автоматизації, засоби технічної розвідки і тощо).

Зміст моніторингу станів технічних об'єктів є в отриманні інформації про їх технічний стан, з використанням якої визначаються узагальнені оцінки значень сукупності параметрів технічного стану. На основі цих оцінок можуть визначатись або ступень працездатності об'єкту, що розглядається, або вид і місце виникнення на об'єкті моніторингу несправності, або здійснюватися прогнозування поведінки цього об'єкту та інше. При цьому множина параметрів, що вимірюються (телеметруються) відноситься до основного носія інформації про технічний стан об'єктів моніторингу, яка використовується при прийнятті рішення про його технічний стан.

Інформація, що вимірюється і використовуються в явному вигляді, об'єктивна і безпосередньо представляє собою значення параметрів, що вимірюються. За цією інформацією, з використанням різноманітних алгоритмів можуть також безпосередньо обчислювати значення параметрів технічного стану, що не спостерігаються.

В цілому при оцінюванні технічного стану об'єкта моніторингу використовуються як безпосередні вимірювання, так і розраховані по вимірній інформації значень параметрів стану. Останні залежать від стану (якості) процесу обчислення.

На сучасному етапі розвитку, суттєвого ускладнення і підвищення значущості технічних об'єктів військового призначення, важливим стає формування і реалізація нових принципів їх контролю функціонування і діагностування в динаміці управління об'єктами, суть яких є в організації своєчасного випереджального виявлення і усунення причин можливого переходу з працездатного стану в непрацездатний стан на основі системного аналізу багатфакторних ризиків, що виникають у нештатних ситуаціях, оцінювання припустимого ризику різних режимів функціонування складних технічних об'єктів і прогнозування значень основних показників їх живучості на протязі заданого періоду часу застосування за призначенням.

Активні рухомі об'єкти (АРО) управління розглядаються в роботі як штучно створені матеріальні об'єкти, що переміщуються у просторі і здійснюють взаємодію (інформаційну, речовинну і енергетичну) з об'єктами обслуговування (ОБО) і іншими активними рухомими об'єктами.

Мета функціонування АРО має реалізовуватись у ході виконання ними операцій, що пов'язані з інформаційним, речовинним і енергетичним обміном з ОБО, іншими АРО.

Операція обміну виконує роль основного системоутворюючого фактору, що об'єднує (інтегрує) різні види дій АРО: рух, роботу апаратури, витрати ресурсу тощо. (рис. 2).

Активні рухомі об'єкти можливо розділити на два класи:

- активні рухомі об'єкти, що виконують цільові задачі, що стають перед складною системою, до якої вони входять;
- активні рухомі об'єкти, що забезпечують функціонування системи і утворюють підсистему обслуговування.

Для АРО важливим є постійний контроль і моніторинг їх траєкторій руху, що б було можливим зіставити реальну ситуацію з потрібною (запланованою) у реальному масштабі часу і прийняти необхідні випереджувальні заходи.

Практика показує, що в теперішній час складні цільові задачі можуть бути вирішені тільки в тому випадку коли мається не один, а ціла система активних рухомих об'єктів військового призначення, так як кожний такий об'єкт окрема володіє обмеженими можливостями. У зв'язку з цим, необхідно розглядати подвійну задачу:

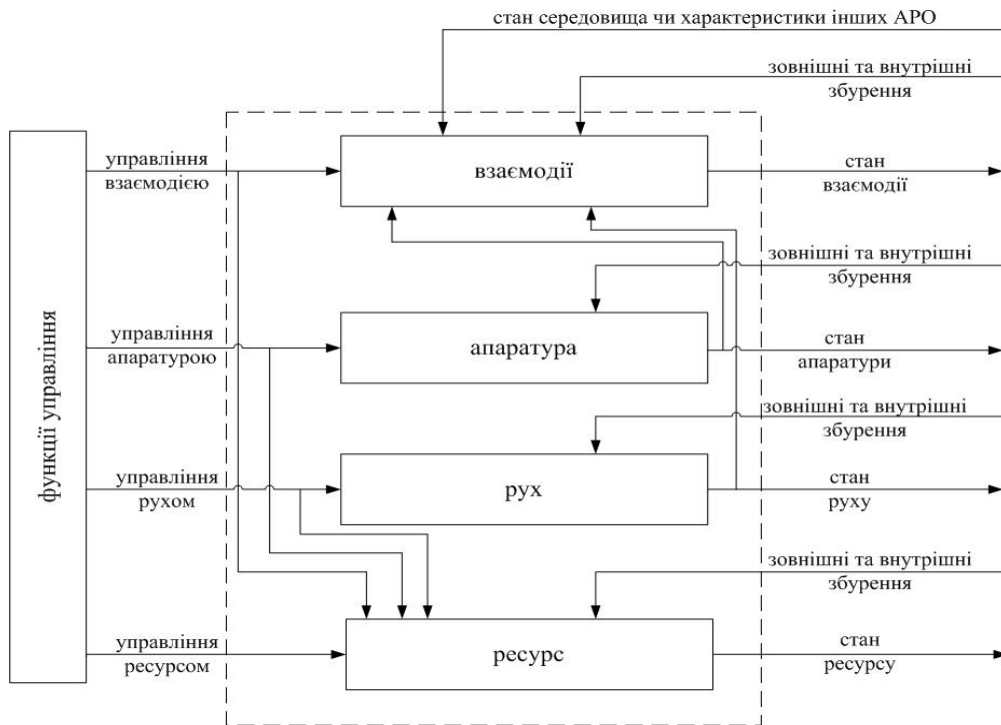


Рис. 2. Узагальнена структурно-функціональна схема активного рухомого об'єкта (АРО)

– створення в заданих областях фізичного простору таких умов (інформаційних полів), при яких кожний АРО, пункт управління, пункт обслуговування, що знаходяться у вказаних областях можуть визначати своє місцезнаходження, здійснювати обмін інформацією з іншими об'єктами, а також визначати і оцінювати стан об'єкта обслуговування;

– створення і підтримання у просторі такої структури АРО, яка позвала би за заданий час здійснювати безпосередню енергетичну взаємодію з об'єктами обслуговування, в ході якого буде виконуватись цільова задача, яку виконує система АРО.

Задача створення вищевказаних умов може ставитись як для всього простору (глобально), так і для будь-якої його частини (локально) на всьому заданому інтервалі часу (безперервно), або в якихось дискретних моментах часу, інтервалу часу (дискретно). При цьому може додатково задаватися

набір якісних параметрів, що характеризують умови (інформаційні поля).

Вирішення цільових завдань можуть бути реалізовані різними способами.

Для забезпечення ефективного і надійного функціонування АРО і СБСС в цілому мають створюватися відповідні системи їх обслуговування і моніторингу стану зовнішнього середовища. В якості прикладу систем обслуговування і моніторингу можуть бути приведені різні класи автоматизованих інформаційних систем, в тому числі й автоматизовані системи управління АРО (АСУ АРО) і іншими технічними об'єктами, що входять до складу СБСС військового призначення.

Всі елементи, що характерні для системи спостереження і моніторингу взагалі, мають космічні системи моніторингу, які втілюють у собі самі передові електронні інформаційні технології, отримують значний розвиток і широке розповсюдження як сис-

теми дистанційного спостереження, моніторингу і контролю зовнішнього простору.

Сучасний стан і тенденції розвитку інформаційних датчиків різної фізичної природи і алгоритмічного (програмного) забезпечення об'єднання інформаційних потоків, що циркулюють між різними, просторово рознесеними об'єктами, що дозволяють створювати інтегровані комплекси моніторингу зовнішнього простору (повітряно-космічної, наземної і надводної областей), котрі можуть забезпечити в перспективі ефективне управління процесами функціонування і структурною динамікою СБСС військового призначення.

Під терміном інтегровані комплекси моніторингу (ІКМ) зовнішнього простору будемо розуміти сукупність функціонуючих просторово розподілених інформаційних датчиків різної фізичної природи і різного базування, засобів зв'язку, телекомунікації, обчислювальних і програмних засобів, засобів управління і індикації, призначених для отримання інформації про різного роду об'єкти спостереження і стан геофізичних полів зовнішнього середовища, об'єднання даних, що поступають від різнорідних датчиків і відображення підсумкової інформації, для послідовного її використання при вирішенні оборонних задач, у тому числі і задачі з подвійним призначенням [9].

Кінцевою метою функціонування ІКМ щодо оборонної сфери має бути формування загального уявлення про навколишній простір (навколоземному космічному, повітряному, наземному, морському, в тому числі і підводному), під поверхневому земному просторі, або будь-якої сукупності, що охоплює в інтегрованому вигляді прийнятну обмежену географічну (просторову) зону відповідальності і простору, що використовується для забезпечення вирішення оборонних задач, ведення операцій (бойових дій) в єдиному інформаційно-комунікаційному просторі (ЄІКП) [9–11].

Під терміном ЄІКП зазвичай розуміють сукупність інформаційних засобів, упорядкованих за єдиними принципами і правилами формування, формалізації, зберігання, розподілу, технологій їх ведення і використання, інформаційно-телекомунікаційних систем і мереж, що функціонують на основі єдиних принципів і за загальними правилами, щодо задоволення інформаційної потреби і забезпечення інформаційної взаємодії органів управління між собою і з підлеглими структурами.

Призначення ЄІКП є в найбільш повному задоволенні інформаційних потреб посадових осіб органів військового управління і виконавчих структур, що діють в масштабі реального часу, шляхом концентрації і інтеграції інтелектуальної, достовірної, повної і сформованій за певними правилами інформації, а також забезпечення сучасного її представ-

лення у відповідності з встановленим порядком доступу користувачів. ЄІКП створює багатозв'язану мережу телекомунікаційного простору, організовану у інформаційно-технологічному середовищі, в якій реалізуються процеси управління військами (силами) і зброєю і яка забезпечує оперативність, безперервність, скритність і стійкість управління за рахунок надання інформаційних ресурсів, необхідних і достатніх для вирішення усіх основних управлінських завдань органами військового управління, з урахуванням їх пріоритетності.

Основний комплекс заходів, що виконується у збройних силах в рамках формування ЄІКП, має бути націлений на створення єдиної інформаційної інфраструктури, що об'єднує збройні сили. Для забезпечення своєчасного функціонування інформаційного розвідувальних систем, засобів різного функціонального призначення і різної видової належності необхідні розробка і втілення загальних стандартів (нормативної бази) представлення, передачі, обробки даних і уніфікованих служб інформаційного забезпечення.

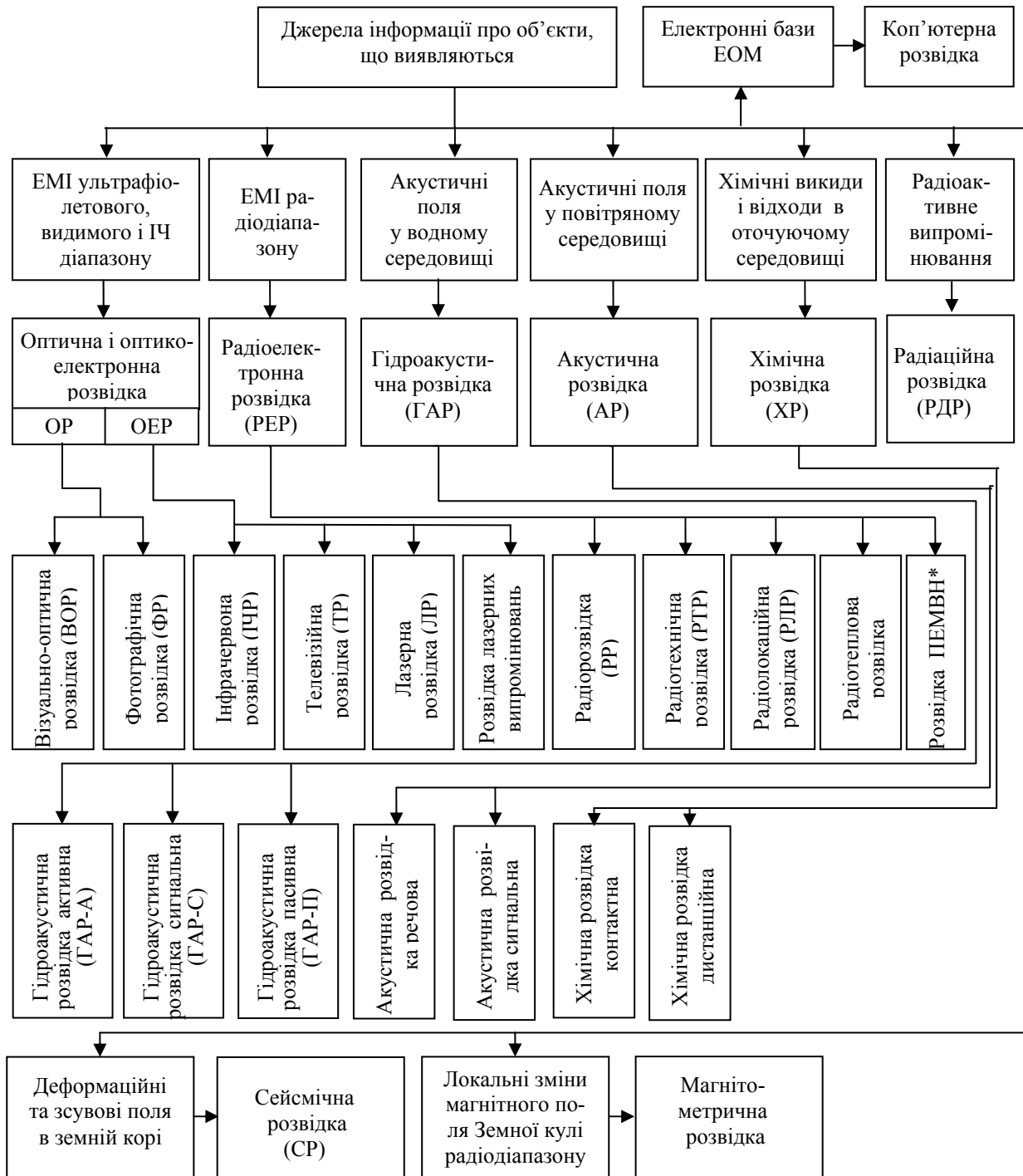
Сучасні інформаційні технології мають служити основою реалізації функції автоматизованого управління у збройних силах і вирішення задачі інформаційного протистояння у збройних конфліктах і війнах, досягнення інформаційної переваги, в тому числі і переваги в кіберпросторі, над стороною протистояння, за рахунок випередження і більш ефективного ведення моніторингових, інформаційно-розвідувальних дій і операцій в кіберпросторі [14].

Створення географічно глобального ЄІКП є вельми складною і затратною, практично не розв'язуваною у національному масштабі (у близькій перспективі) проблемою для держав з суттєво обмеженими ресурсними можливостями. Реальним може бути визнано формування географічно обмеженого, з часом поширюваного, за необхідності зонального (секторного) ЄІКП на основі інтегрованого комплексу моніторингу зовнішнього середовища з використанням комплексу інформаційних датчиків різної фізичної природи на платформі повітряно-космічного, наземного і морського базування у поєднанні з мережеієрархічною системою управління (з мережецентричною інформаційно-управляючою системою). При цьому має бути передбачена можливість нарощування сукупності вже використовуваних датчиків новими датчиками за мірою їх створення. Контроль стану просторово-географічного середовища ведення збройної боротьби має охоплювати перш за все ключові зони огляду театру військових дій з урахуванням пріоритетності отримання і надання поточної інформації про зміни ОТО в цих зонах військам (силам), що задіяні в операції.

У загальному комплексі заходів проведення моніторингових дій одна з головних ролей має від-

водитися технічній розвідці, яка є основним засобом отримання розвідувальної інформації, що орієнтується на здобування, збір і узагальнення розвідувальних даних ОТО в районі ведення бойових дій

(в зоні відповідальності) та про оперативну-стратегічну обстановку в цілому на театрі ведення збройної боротьби (рис. 3) [16–17].



\*ПЕМВН – побічні електромагнітні випромінювання та наводки

Рис. 3. Класифікація технічної розвідки за інформаційними фізичними полями

До важливих принципів ведення технічної розвідки можуть бути віднесені такі загальні принципи, як комплексність, оперативність, динамічність, безперервність, глобальність, плановість, скритність і деякі інші принципи, специфічні для тих або інших

областей діяльності, у тому числі і для задач управління СД СБСС військового призначення. Комплексність ведення технічної розвідки передбачає охоплення розвідувальними діями всього фізичного середовища оточення і об'єктів, що знаходяться в ньо-

му, інформація о яких необхідна для отримання об'єктивних і повних даних про оперативно-стратегічну і оперативно-тактичну обстановку в районі ведення бойових дій. Це може бути забезпечено за рахунок інформаційного, функціонального, програмного і конструктивно - технологічного об'єднання в єдине ціле інформаційних датчиків різної фізичної природи, що розміщуються на платформах повітряно-космічного, наземного і морського базування [9].

Інтегрована спільна обробка інформації, що отримується від декількох датчиків, дозволяє сформувати спільні дані про навколишнє середовище і прогноз змін значень його параметрів.

Найбільш широке застосування при моніторингу простору оточення знаходять оптикоелектронні та радіолокаційні датчики [7; 9; 18].

Застосування у складі інтегрованих комплексів моніторингу цих датчиків значно підвищує перешкодозахищеність цих комплексів, надійність і точності вимірювання координат та параметрів руху

повітряних, наземних і надводних об'єктів, що спостерігаються.

У перспективі одними з основних засобів отримання інформації про ОТО в районі ведення бойових дій і в цілому на театрі війни, перед за все, можуть стати інформаційно і технологічно об'єднані новітні засоби радіолокаційного і оптико-електронного спостереження і розвідки наземного, морського, повітряного і космічного базування, а також скомплектовані засоби технічної розвідки, які використовують інформаційні датчики іншої фізичної природи.

Властивість до швидкої структурно-функціональної адаптації складних систем із керованою структурною динамікою при зміні оперативно-тактичної обстановки визначається, в першу чергу, оперативністю, що проявляється у своєчасному реагуванні при зміні умов зовнішнього середовища та адаптивністю, що проявляється в зміні організаційної та функціональної структури системи (рис. 4).

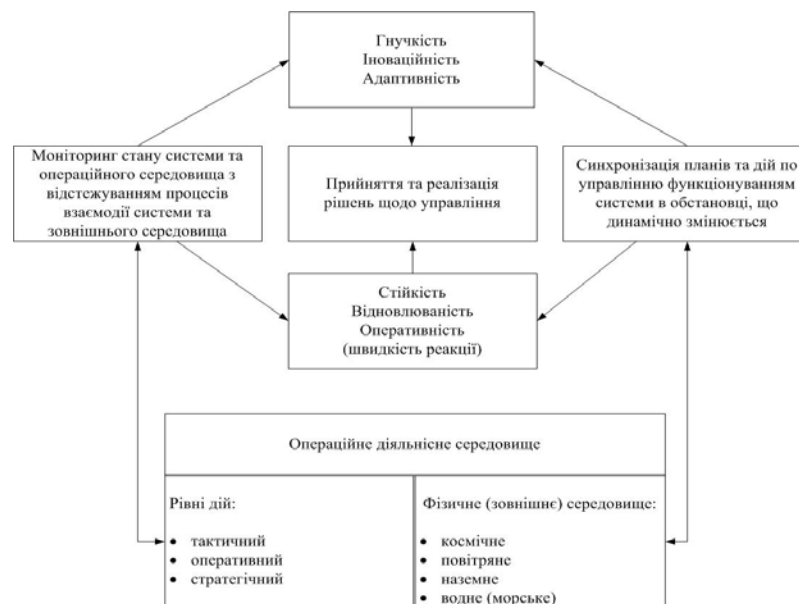


Рис. 4. Параметри зовнішнього середовища та властивості складних систем з керованою структурною динамікою, що контролюються та відстежуються системою моніторингу

При цьому моніторинг станів системи та зовнішнього середовища в масштабі реального часу (або приближеному до нього) проявляється, в першу чергу, як необхідність оцінювати, контролювати, відстежувати зміни значень параметрів, що характеризують оперативність та адаптивність, спрямовані впливати на значення цих параметрів.

Поряд з оперативністю та адаптивністю до важливих властивостей відносять такі властивості як стійкість, відновлюваність, інноваційність та деякі інші властивості, що мають безпосереднє відношення до ефективності ведення та повного забезпечення

бойових дій (рис.4) угруповань збройних сил в динамічній оперативно-тактичній обстановці.

Стійкість виявляється у властивості підтримувати ефективне функціонування системи в широкому колі задач, ситуацій та умов.

Відновлюваність характеризується властивістю щодо відновлення або пристосування до негативного зовнішнього впливу, а також до дестабілізуючого впливу зовнішнього фізичного середовища.

Гнучкість виявляється у можливості застосування різноманітних способів досягнення цілі, а також можливостями щодо їх використання в комбі-



нації. Інноваційність полягає, в першу чергу, із можливості використання нових способів управління та досягнення остаточних цілей, застосуванні нових інформаційних засобів та технологій, включаючи й інтелектуальні, нові способи створення для противника умов високої невизначеності, що змушує його діяти незбалансовано, не погоджено та ін.

Синергетичне різноманітне поєднання та комплексне врахування перерахованих основоположних властивостей складних систем та зовнішнього для них середовища в значущій степені може розширити можливості моніторингу стану систем та середовища, тим самим підвищити ймовірність успішного виконання задач операцій (бойових дій) за рахунок найбільш ефективного управління структурною динамікою систем військового призначення, подолати проблеми, обумовлені швидкими змінами оперативної-тактичної обстановки в районі бойових дій.

Збалансованість процесів моніторингу та управління структурною динамікою систем буде сприяти досягненню функціональної сумісності, злагодженій координації управління та усуненню анахронізму в діях різнорідних сил та засобів при їх спільному застосуванні в складі об'єднаних (міжвидових) угруповань Збройних Сил.

Це посилює тенденцію розвитку можливостей щодо ведення об'єднаних операцій при тісній та збалансованій взаємодії видів Збройних Сил в операціях на всіх рівнях (включаючи тактичний) за рахунок нових способів організації бойових дій, що використовують автоматизоване управління структурною динамікою складних багатоструктурних систем при динамічній взаємодії здатній до погодженого та своєчасного застосування відповідних сил та засобів. Результативність випереджаючої активізації тих чи інших структурно-функціональних компонентів угруповань військ (сил) та розподілення їх дій на об'єкти противника в зоні відповідальності буде визначатись в більшій мірі якістю прогнозуючих оцінок динаміки розвитку оперативної-тактичної обстановки в районі бойових дій. Нарощування переваг у розвідці, орієнтоване на розширення можливостей контролю за зовнішнім середовищем, збором, систематизацією, уніфікованому представленню та оперативному розподіленню між споживачем отримуваної інформації різного роду дасть переваги перед протиборчим угрупованням у швидкості випереджаючого прийняття управлінських рішень і їх якості, а також і у ефективності бойових дій в складній оперативної-тактичної обстановці. У цілому різноманітні і комплексно проведені моніторингові і розвідувальні дії мають стати невід'ємним компонентом супроводження процесу застосування єдиної автоматизованої системи управління силами і засобами збройної боротьби, який забезпечує ефективне управління СД СБСС систем військо-

вого призначення в обстановці що динамічно змінюється в районі ведення бойових дій об'єднаними (міжвидовими) угрупованнями збройних сил.

## Висновок

Ефективне управління процесами функціонування СБСС військового призначення і їх СД в оперативної-тактичній (оперативної-стратегічній) обстановці, що динамічно змінюється в районі ведення бойових дій (на театрі війни в цілому), можливо тільки при наявності відповідної системи моніторингу і розвідки з використанням комплексних методів і засобів дистанційного зондування і технічної розвідки, у поєднанні з розподіленими системами здобування, збору і обробки інформаційних даних обміну розвіданими, що отримуються, між управлінськими структурами у телекомунікаційних мережах системи зв'язку. До найбільш результативних відносяться космічні, авіаційні, наземні сегменти моніторингу, що поєднують використання інформаційних датчиків різної фізичної природи. В теперішній час і в найближчій перспективі одним з основних засобів отримання інформації про ОТО будуть залишатися об'єднані новітні системи (засоби) радіолокаційного і оптико-електронного спостереження і технічної розвідки космічного, повітряного, наземного і морського базування (при різному їх комплектуванні), що здатні забезпечити вирішення управлінських задач в широкому діапазоні змін зовнішніх умов. В системах моніторингу (управління) найважливішою є характеристика, що відображує можливості оперативного проведення моніторингу синхронно із змінами ОТО в районі ведення операцій (бойових дій), при цьому до числа важливіших задач слід відносити наступні:

- відео і радіолокаційного спостереження за зонами, що охороняються і контролюються;
- радіолокаційна розвідка повітряного, наземного і морського простору;
- контроль і дистанційне управління роботою обчислювальних мереж і мереж обміну даними;
- задачі захисту інформації і підтримання стійкої роботи телекомунікаційних мереж;
- радіолокаційного і оптико-електронного спостереження поверхні землі з літаків (безпілотних літальних апаратах) і космічних апаратів;
- видової воєнної розвідки тощо.

Інтерфейс системи моніторингу має забезпечувати оперативне отримання інформації у зручній для використання формі. Споживач інформації має мати можливість отримувати прогноз сценаріїв розвитку несприятливих ситуацій. Формати, в яких виділяється інформація, має дозволяти імпортувати дані в стандартні системи, за допомогою котрих забезпечується послідовне зберігання, обробка і використання інформації.

## Список літератури

1. Верба В.С. Радиолокационные системы авиационно-космического мониторинга земной поверхности и воздушного пространства / В.С. Верба, Б.Г. Татарский. – М.: Радиотехника, 2014. – 576 с.
2. Кондратенков Г.С. Авиационные системы радионавещения / Г.С. Кондратенков. – М.: Радиотехника, 2015. – 648 с.
3. Радиолокационные системы землеобзора космического базирования / В.С. Верба, Л.Б. Неронский, И.Г. Осипов, В.Э. Турук. – М.: Радиотехника, 2010. – 680 с.
4. Верба В.С. Авиационные комплексы радиолокационного дозора и наведения. Принципы построения, проблемы разработки и особенности функционирования / В.С. Верба. – М.: Радиотехника, 2014. – 528 с.
5. Рис У.Г. Основы дистанционного зондирования / У.Г. Рис. – М.: Техносфера, 2006. – 336 с.
6. Канашенков А.И. Аэрокосмический радиолокационный мониторинг Земли / А.И. Канашенков. – М.: Радиотехника, 2006. – 240 с.
7. Верба В.С. Обнаружение наземных объектов. Радиолокационные системы обнаружения и наведения воздушного базирования / В.С. Верба. – М.: Радиотехника, 2007. – 360 с.
8. Чандра А.М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / А.М. Чандра, С.К. Гош. – М.: Техносфера, 2008. – 312 с.
9. Демідов Б.О. Принципи, методи та підходи до отримання узагальнених даних про навколишній простір при його моніторингу з використанням інтегрованих багатодатчикових комплексів військового та подвійного призначення / Б.О. Демідов, Ю.Ф. Кучеренко, А.М. Носик // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2017. – № 3(28). – С. 14-31. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.28.02>.
10. Федоров И.Б. Информационные технологии в радиотехнических системах / И.Б. Федоров. – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2011. – 846 с.
11. Кучеренко Ю.Ф. Створення єдиного інформаційного простору міжвидового угруповання, основний фактор його інформаційного опанування над противником / Ю.Ф. Кучеренко // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2009. – № 2(10). – С. 109-111.
12. Демідов Б.О. Концептуальные аспекты информатизации и автоматизации управления в вооруженных силах государства / Б.О. Демидов, Д.А. Гриб, О.А. Хмелевская // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – 2017. – № 5(54). – С. 38-47.
13. Автоматическое обнаружение и сопровождение динамических объектов на изображениях, формируемых оптико-электронными приборами в условиях априорной неопределенности. Методы и алгоритмы / О.Б. Гузенко, А.Н. Катулев, А.А. Храмычев, С.В. Ягольников. – М.: Радиотехника, 2015. – 280 с.
14. Принципи, методи і технології ведення збройної боротьби, управління силами і засобами в умовах активного інформаційного протистояння конфліктуючих сторін / Д.А. Гриб, Б.О. Демідов, Ю.Ф. Кучеренко, А.М. Ткачов, Т.В. Кулешова // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2019. – № 1(34). – С. 12-22. <https://doi.org/10.30748/nitps.2019.34.02>.
15. Принципи, методи і технології моделювання і дослідження процесів функціонування складних багатоструктурних систем багатоструктурних систем військового призначення і управління їх структурною динамікою / Д.А. Гриб, Б.О. Демідов, Ю.Ф. Кучеренко, А.М. Ткачов, Є.В. Шубін // Системи обробки інформації. – № 1(156). – 2019. – С. 64-73. <https://doi.org/10.30748/soi.2019.156.09>.
16. Меньшаков Ю.К. Теоретические основы технических разведок / Ю.К. Меньшаков. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 536 с.
17. Меньшаков Ю.К. Виды и средства иностранных технических разведок / Ю.К. Меньшаков. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 656 с.
18. Бакланов А.И. Системы наблюдения и мониторинга / А.И. Бакланов. – М.: БИНОМ, 2009. – 234 с.

## References

1. Verba, V.S. and Tatarskiy, B.G. (2014), “*Radiolokatsionnyye sistemy aviatsionno-kosmicheskogo monitoringa zemnoy poverkhnosti i vozdushnogo prostranstva*” [Radar systems for aerospace monitoring of the earth’s surface and airspace], Radio engineering, Moscow, 576 p.
2. Kondratenkov, G.S. (2015), “*Aviatsionnyye sistemy radionavedeniya*” [Aircraft radio navigation systems], Radio engineering, Moscow, 648 p.
3. Verba, V.S., Neronsky, L.B., Osipov, I.G. and Turuk, V.E. (2010), “*Radiolokacionnyye sistemy zemleobzora kosmicheskogo bazirovaniya*” [Space-based ground observation radar systems], Radio engineering, Moscow, 680 p.
4. Verba, V.S. (2014), “*Aviatsionnyye komplekсы radiolokatsionnogo dozora i navedeniya. Printsipy postroyeniya, problemy razrabotki i osobennosti funktsionirovaniya*” [Aviation complexes of radar and guidance. Principles of construction, problems of development and features of functioning], Radio engineering, Moscow, 528 p.
5. Ris, U.G. (2006), “*Osnovy distantsionnogo zondirovaniya*” [Basics of Remote Sensing], Technosfera, Moscow, 336 p.
6. Kanashchenkov, A.I. (2016), “*Aerokosmicheskiiy radiolokatsionnyy monitoring Zemli*” [Aerospace radar monitoring of the Earth], Radio engineering, Moscow, 240 p.
7. Verba, V.S. (2007), “*Obnaruzheniye nazemnykh obyektov. Radiolokatsionnyye sistemy obnaruzheniya i navedeniya vozdushnogo bazirovaniya*” [Detection of ground objects. Airborne radar detection and guidance systems], Radio engineering, Moscow, 360 p.

8. Chandra, A.M. and Gosh, S.K. (2008), “*Distantionnoye zondirovaniye i geograficheskiye informatsionnyye sistemy*” [*Remote sensing and geographic information systems*], Technosfera, Moscow, 312 p.
9. Demidov, B.O., Kucherenko, Yu.F. and Nosyk, A.M. (2017), “Pryntsypy, metody ta pidkhody do otrymannia uzahalnenykh danykh pro navkolyshnii prostir pry yoho monitorynhy z vykorystanniam intehrovanykh bahatodatchkovykh kompleksiv viiskovoho ta podviinoho pryznachennia” [Principles, methods and approaches to receiving unified data on environment while monitoring with the use of integrated multisensor complexes of military and dual purposes], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 3(28), pp. 14-31. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.29.02>.
10. Fedorov, I.B. (2011), “*Informatsionnyye tekhnologii v radiotekhnicheskikh sistemakh*” [*Information technology in radio systems*], MSTU named after N.E. Bauman, Moscow, 846p.
11. Kucherenko, Yu.F. (2009), “Stvorenniya yedynoho informatsiynoho prostoru mizhvydovoho uhrupovannya osnovnyy faktor yoho informatsiynoho opanuvannya nad protyvytkom” [Creation of a single informational space of interspecific grouping is the main factor of its information capture over the enemy], *Control, Navigation and Communication Systems*, No. 2(10), pp. 109-111.
12. Demidov, B.O., Grib, D.A. and Khmelevskaia, O.A. (2017), “Kontseptualnye aspekty informatizatsii i avtomatizatsii upravleniia v vooruzhennykh silakh gosudarstva” [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.
13. Guzenko, O.B., Katulev, A.N., Khramichev, A.A. and Yagol'nikov, S.V. (2015), “*Avtomaticheskoye obnaruzheniye i soprovozhdeniye dinamicheskikh ob'ektov na izobrazheniyakh, formiruyemykh optiko-elektronnyimi priborami v usloviyakh apriornoj neopredelonnosti. Metody i algoritmy*” [*Automatic detection and tracking of dynamic objects in images formed by optical-electronic devices under conditions of a priori uncertainty. Methods and Algorithms*], Radio engineering, Moscow, 280 p.
14. Grib, D.A., Demidov, B.O., Kucherenko, Yu.F., Tkachov, A.M. and Kulieshova, T.V. (2019), “Pryntsypy, metody i tekhnologii vedennia zbroinoi borotby, upravlinnia sylamy i zasobamy v umovakh aktyvnoho informatsiynoho protyborstva konfliktuiuchykh storin” [Principles, methods and technologies for armed breakdown, formation and force management in conditions of active informational conflict of the conflicting parties], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 1(34), pp. 12-22. <https://doi.org/10.30748/nitps.2019.34.02>.
15. Grib, D.A., Demidov, B.O., Kucherenko, Yu.F., Tkachev, A.M. and Shubin, Ye.V. (2019), “Pryntsypy, metody i tekhnolohiyi modelyuvannya ta doslidzhen protsesiv funktsionuvannya ta upravlinnya yikh strukturnoyu dynamikoyu” [Principles, methods and technologies of modeling and research of processes of functioning and management of their structural dynamics], *Information Processing Systems*, No. 1, pp. 64-73. <https://doi.org/10.30748/soi.2019.156.09>.
16. Men'shakov, Yu.K. (2008), “*Teoreticheskiye osnovy tekhnicheskikh razvedok*” [*Theoretical Foundations of Technical Intelligence*], MSTU named after N.E. Bauman, Moscow, 536 p.
17. Men'shakov, Yu.K. (2009), “*Vidy i sredstva inostrannykh tekhnicheskikh razvedok*” [*Types and means of foreign technical intelligence*], MSTU named after N.E. Bauman, Moscow, 656 p.
18. Baklanov, A.I. (2009), “*Sistemy nablyudeniya i monitoringa*” [*Surveillance and monitoring systems*], VINOM, Moscow, 234p.

Надійшла до редколегії 20.11.2018

Схвалена до друку 12.12.2019

#### **Відомості про авторів:**

##### **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>

##### **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>

##### **Кучеренко Юрій Федорович**

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

#### **Information about the authors:**

##### **Dmitry Grib**

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

##### **Boris Demidov**

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

##### **Yurii Kucherenko**

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

**Матющенко Ольга Геннадіївна**

ад'юнкт Харківського національного університету  
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0003-4843-8258>

**Хмелевська Ольга Олександрівна**

кандидат технічних наук  
старший науковий співробітник  
провідний науковий співробітник Харківського  
національного університету  
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,  
Харків, Україна  
<https://orcid.org/0000-0001-9018-5552>

**Olga Matiushchenko**

Doctoral Student of Ivan Kozhedub  
Kharkiv National Air Force University,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0003-4843-8258>

**Olga Khmelevcka**

Candidate of Technical Sciences  
Senior Research  
Lead Researcher of Ivan Kozhedub  
Kharkiv National Air Force University,  
Kharkiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0001-9018-5552>

## МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЙ ОПЕРАЦИОННОЙ СРЕДЫ И МНОГОСТРУКТУРНЫХ СИСТЕМ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ИХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕМ И СТРУКТУРНОЙ ДИНАМИКОЙ

Д.А. Гриб, Б.А. Демидов, Ю.Ф. Кучеренко, О.Г. Матющенко, О.А. Хмелевская

*В статье представлены основные аспекты мониторинга состояний сложных многоструктурных систем (СМСС) военного назначения и внешней среды, в которой реализуются процессы управления функционированием и структурной динамикой (СД) таких систем в динамично изменяющейся оперативно-тактической обстановке (ОТО), характерной для районов ведения операций (боевых действий). В качестве перспективного выделяется интегрированный комплекс мониторинга окружающего пространства, использующий комплексирование информационных датчиков различной физической природы, размещаемых на различных платформах базирования и в различных областях физического пространства, а именно в космической, воздушной, наземной и надводной областях. Для обеспечения достаточно полного удовлетворения информационных потребностей предлагается осуществлять мониторинг в едином информационно-коммуникационном пространстве с использованием различных средств технической разведки (прежде всего, радиолокационной и оптико-электронной). Комплексность введение мониторинга и технической разведки должна обеспечиваться за счет охвата мониторинговыми и разведывательными действиями всего района ведения операций (боевых действий) и всех тех объектов, которые находятся в нем и информация о которых необходима для принятия управленческих решений в динамично изменяющейся обстановке на поле боя (театре войны). Мониторинговый контроль состояния среды ведения боевых действий должен захватывать, прежде всего, ключевые зоны обзора театра вооруженной борьбы с учетом приоритетности получения и предоставления текущей информации об изменениях ОТО в этих зонах войскам (силам), задействованными в операции. При проведении мониторинга выделяются ограничения, а также характерные особенности его проведения. Указывается, что в качестве совокупности мониторинговых показателей следует выбирать такие показатели, которые обеспечивали бы целостное представление о ходе реализации информационного обеспечения процессов управления функционированием и СД систем в динамике ОТО. К важным характеристикам мониторинга управления отнесена возможность оперативного проведения мониторинга в реальном масштабе времени синхронно с изменениями ОТО в районе ведения операций (боевых действий).*

**Ключевые слова:** мониторинг состояния, структурная динамика, оперативно-тактическая обстановка, информационные датчики, техническая разведка.

## MONITORING THE STATES OF OPERATING ENVIRONMENT AND MULTI-STRUCTURAL SYSTEMS OF MILITARY ASSIGNMENT IN THE MANAGEMENT OF THEIR FUNCTIONING AND STRUCTURAL DYNAMICS

D. Grib, B. Demidov, Yu. Kucherenko, O. Matiushchenko, O. Khmelevcka

*The article presents the main aspects of monitoring the state of complex multi-structural systems (CMSS) for military use and the external environment, in which the operation management processes and the structural dynamics (SD) of such systems are implemented in the operational-tactical situation (OTS), which dynamically change in the area of operations (fighting). Integrated monitoring systems for external space stand out as promising, which uses the integrated application of information sensors of various physical nature, located on various home-based platforms and in various areas of physical space, namely, space, air, ground and surface. To ensure sufficient satisfaction of information needs, it is proposed to carry out monitoring in a single information space using various means of technical intelligence (primarily radar and optical electronic). Comprehensive introduction of monitoring and technical intelligence should be ensured by covering monitoring and intelligence activities of the entire area of operations (hostilities) and all those objects that are in it and information about which is necessary for management decisions, which are dynamically changing battlefield (theater of war). Monitoring of the state of the environment of the conduct of hostilities must, above all, capture key areas of military theater review, taking into account the priority of receiving and providing current information on OTS changes in these zones to forces involved in the operation. During the monitoring, limitations are highlighted, as well as the characteristic features of its implementation. It is shown that as a set of monitoring indicators such indicators should be chosen that would provide a holistic view during the implementation of information support of the operation management processes and the SD of systems in the dynamics OTS of general relativity. Among the important characteristics of monitoring control is the ability to quickly conduct monitoring in real time synchronously with changes OTS in the general relativity in the area of operations (combat operations).*

**Keywords:** condition monitoring, structural dynamics, operational-tactical situation, information sensors, technical intelligence.