

*Андрій Вікторович Тристан* (канд. техн. наук, с.н.с.)<sup>1</sup>  
*Сергій Валерійович Осієвський* (канд. техн. наук, доцент)<sup>1</sup>  
*Валерій Григорович Паталаха* (канд. військ. наук)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, Україна*

<sup>2</sup>*Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, Київ, Україна*

## ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО АНАЛІЗУ ПРОЦЕСІВ ДЕГРАДАЦІЇ ТА ВІДНОВЛЕННЯ СКЛАДНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Висока динаміка збройної боротьби у повітрі потребує підвищення оперативності прийняття рішень. Розвиток інформаційних технологій, який значно полегшив збір, обробку, передачу даних, вплинув і на процеси управління та застосування Збройних Сил. Сучасні інформаційні технології стирають просторові межі між об'єктами взаємодії, з одного боку спрощуючи комунікаційні процеси, а з іншого – ускладнюючи їх організаційну і функціональну структуру. Розвиток систем підтримки прийняття рішень як у складі перспективних автоматизованих систем управління, так і у вигляді окремих програмних модулів є перспективним науковим дослідженням сучасності, пов'язаним зі створенням інтелектуальних інформаційних технологій.

Інформаційна технологія автоматизованого аналізу процесів деградації та відновлення складних організаційно-технічних систем розглядається як сукупність моделей, методів, алгоритмів збору, обробки та передачі інформації про стан своєї й протидіючої системи, критичних точок впливу та формування управляючих впливів, спрямованих на досягнення інформаційної переваги, реалізації принципів рефлексивного управління та програмування дії противника. Інформаційна технологія є складовою інформаційного забезпечення перспективної системи підтримки прийняття рішень. Розроблені інформаційні методи обробки інформації ведуть до зміни структури складових систем управління та автоматизації Повітряних Сил, що знижує кількість критичних точок та реалізує принципи мережецентризму в управлінні.

**Ключові слова:** база даних (знань); інтелектуальний аналіз даних; інформаційна технологія; система підтримки прийняття рішень; складна організаційно – технічна система; системний аналіз; структурна модель; функціональна модель.

### Вступ

Незважаючи на прагнення світової спільноти до миру та сталого, гармонійного розвитку країн, світ у XXI столітті не став безпечніше та стикається з новими викликами, формами та способами ведення боротьби. Суперництво між країнами еволюціонувало від прагнення захопити ресурси та території до формування визначеного світогляду людей, що спостерігається останні 4 роки в нашій країні. Стрімкий розвиток інформаційних технологій, який значно полегшив спілкування та збір, обробку, передачу даних, вплинув і на процеси управління та застосування Збройних Сил. Розвиток засобів зв'язку, інформаційних технологій стирає просторові межі між об'єктами взаємодії, з одного боку спрощуючи комунікаційні процеси, а з іншого – ускладнюючи їх організаційну і функціональну структуру. Інтеграція технічної та організаційної структури призводить до появи складних організаційно-технічних систем, ефективність функціонування яких, синтез і деградація залежить як від технічної компоненти, так і від організації системи.

Розвиток сучасних концепцій ведення збройної боротьби, в тому числі і “гібридної війни” проти України свідчить, що перемогу здобуде не сторона, яка зможе забезпечити максимальний потенціал на фронті, а та сторона, яка здатна буде оперативно знайти “критичні точки” противника та спланувати ураження (вплив) саме їх у відповідній динаміці боротьби. В даному випадку сторона конфлікту повинна розглядатися як складна організаційно-технічна система (СОТС), що має мету функціонування, та складну внутрішню структуру.

**Постановка проблеми.** Послідовний пошук критичних точок противника в динаміці часу та вплив на них [1, 2, 3] дозволить реалізувати принципи рефлексивного управління та рефлексивного програмування [4], коли СОТС через множину впливів противника буде діяти за планом першої сторони. В такому протистоянні на перший план виходить не просто потенціал угруповання, а здатність оперативно приймати рішення та здійснювати вплив на ті елементи системи противника, які призведуть до втрати мети її функціонування.

Слід зазначити, що поєднання системного підходу у формалізації процесів збройної

боротьби із застосуванням сучасних інформаційних технологій дозволяє підвищити оперативність прийняття рішень та стійкість організаційно-технічних систем.

Розвиток системного підходу для опису умов та порядку взаємодії складних систем в реальному світі, теорії катастроф, динамічного хаосу вимагає нових підходів до формалізації даних процесів для автоматизованої обробки з застосуванням сучасних інформаційних технологій.

Загальні системні концепції дозволяють перейти до нових наукових досліджень на стику кібернетики, штучного інтелекту, інформаційних технологій, математичного моделювання, оптимального управління.

### **Аналіз остатніх досліджень і публікацій.**

Стаття є продовженням робіт з дослідження процесів деградації та відновлення складних організаційно-технічних систем [1 – 3, 5]. Методологічною основою розробки вимог та архітектури інформаційної технології є роботи [6], вимоги до побудови систем підтримки прийняття рішень розкриті в роботах [4, 7].

**Метою статті** є розроблення вимог та архітектури інформаційної технології автоматизованого аналізу процесів деградації та відновлення складних організаційно-технічних систем.

### **Виклад основного матеріалу дослідження**

Інформаційна технологія є складовою частиною системи підтримки прийняття рішень (СППР) та дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо планування впливу на критичні точки протиборчої СОТС та захисту критичних точок власної СОТС, а також вироблення адекватних моделей відновлення СОТС після впливу противника.

Архітектурою інформаційної технології є комплекс взаємопов'язаних рішень на базі основних принципів вибору стандартів і технологій для створення взаємодіючих програм в СППР, а також для формування вимог до необхідного для розробки й функціонування цих програм технологічним, технічним і телекомунікаційним засобам і іншим видам забезпечення. Схема застосування інформаційної технології автоматизації процесів деградації та відновлення СОТС при підготовці до ведення бойових дій, що ґрунтується на реалізації принципів рефлексивного управління, наведена на рис. 1, а у ході ведення бойових дій на рис. 2.

Розділення алгоритмів збору обробки та передачі інформації на етапи ведення бойових дій пов'язано з тим, що на першому етапі виконуються функції прогнозу та моделювання. Крім того органи управління СОТС не обмежений в часі на прийняття рішення. На

етапі ведення бойових дій застосування даної інформаційної технології полягає в ітераційному її застосуванні в динаміці оновлення інформації. Оскільки противник також буде здійснювати управління та змінюватися в процесі ведення бойових дій, зміні будуть підлягати і критичні точки. Іншими словами, критичні точки на початкових фазах удару повітряного противника можуть бути змінені на інших фазах.

Завдання інформаційної технології на етапі ведення бойових дій:

- надавати органам управління актуальну інформацію про необхідні впливи на елементи СОТС противника для реалізації принципів рефлексивного програмування (примусення противника до дій, які завідомо йому не вигідні) [8];

- надавати органам управління актуальну інформацію про стан підсистем власної СОТС для проведення процедур відновлення (адаптації).

Проведемо аналіз вимог, що висуваються до програмно-апаратних комплексів, визначимо функції, які повинна виконувати інформаційна технологія у складі системи підтримки прийняття рішення та порядок її взаємодії з користувачами. Обґрунтуємо вибір концепції створення системи й необхідні для її функціонування засоби.

Система підтримки прийняття рішень призначена для вироблення обґрунтованих рішень та доведення їх до органів управління СОТС для досягнення мети її функціонування.

Головною особливістю інформаційної технології підтримки прийняття рішень є метод організації взаємодії обчислювальної системи та людини, що приймає рішення.

Вироблення рішення, що є основною метою такої взаємодії, здійснюється в результаті ітераційного процесу, в якому приймають участь:

- а) система підтримки прийняття рішень у ролі обчислювального комплексу;

- б) органи управління СОТС як управляючий орган, що задає вхідні дані та оцінює отриманий від програмно-апаратного комплексу результат.

Центральними вимогами до СППР є достовірність отриманих результатів, оперативність розрахунків (актуальність проведених розрахунків в динаміці бою) та контрольованість впливів (СППР лише рекомендує, а людина приймає рішення та повністю за нього відповідає).

Закінчення цього процесу проходить за рішенням людини при прогнозованому досягненні заданих критеріїв ефективності функціонування СОТС або за відсутністю часу (часовий критерій прийняття рішення) за умови вибору раціонального варіанту вибору траєкторії управління.

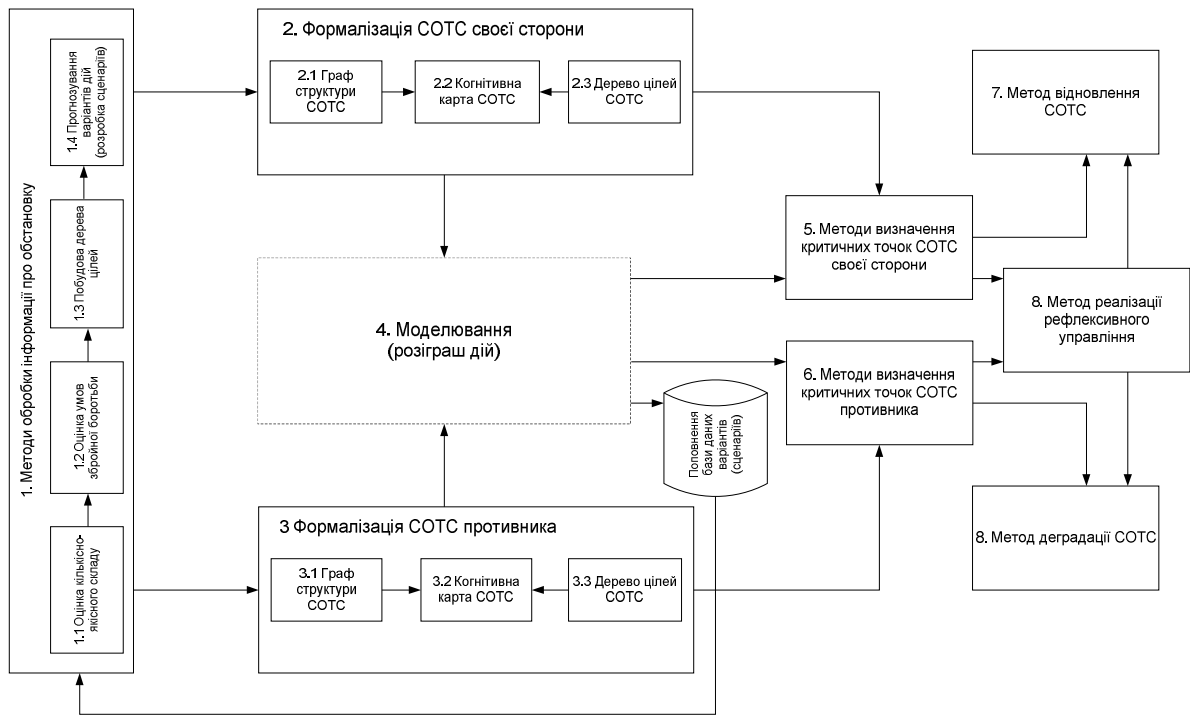


Рис.1. Схема застосування інформаційної технології аналізу процесів деградації та відновлення COTS (етап підготовки до ведення бойових дій)

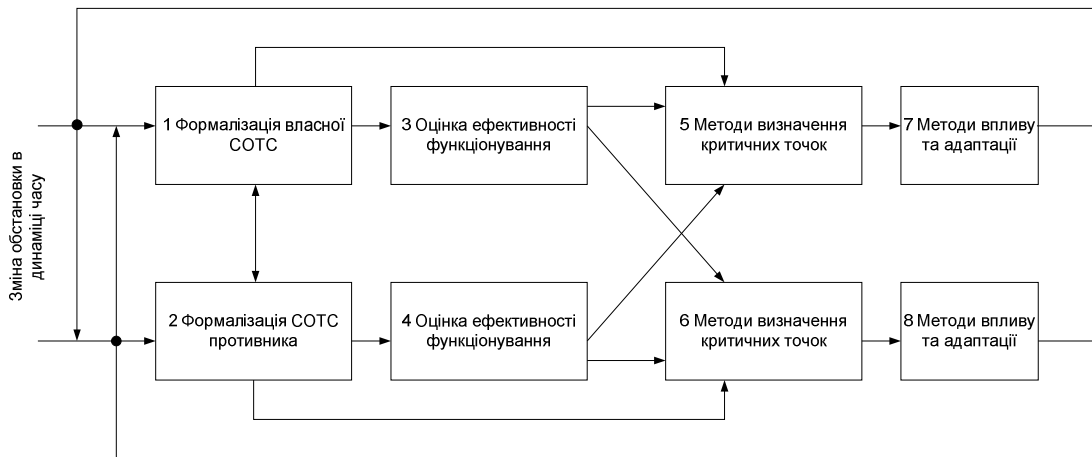


Рис.2. Схема застосування інформаційної технології аналізу процесів деградації та відновлення COTS (етап ведення бойових дій)

Визначимо особливості функціонування інформаційної технології СППР аналізу процесів деградації та відновлення COTS:

- 1) орієнтація на рішення погано структурованих (формалізованих) задач, використання в алгоритмах СППР методів нечітких множин, нечітких мір, інтелектуального аналізу даних;
- 2) використання у складі алгоритмічного (математичного) забезпечення методів прийняття рішень в умовах невизначеності;
- 3) сполучення традиційних методів доступу та обробки даних з можливостями математичних моделей та методами рішення задач на їх основі;
- 4) урахування системи переваг органу управління COTS;
- 5) висока адаптивність, що забезпечує

можливість пристосовуватися до особливостей технічного та програмного забезпечення, а також до вимог користувача;

- 6) реалізація принципів рефлексивного управління.

СППР може використовуватися на будь-якому рівні управління, що характерно для ієрархічної та мережецентричної структури побудови системи управління, тобто, рішення (пропозиції до рішення, замисел), що приймаються на різних рівнях системи управління повинні бути координовані.

При взаємодії людини, яка приймає рішення (ЛПР) з СППР відносно аналізу процесів деградації та відновлення COTS прецедентами роботи є:

- 1) формалізація COTS за допомогою

теоретико-графової моделі та моделі когнітивної карти;

2) побудова дерева цілей для СОТС (як власної, так і протилежної);

3) застосування методу оцінки стійкості системи та вироблення рекомендацій відносно зміни структури СОТС;

4) застосування методів деградації СОТС;

5) застосування методів відновлення СОТС.

Програмна реалізація даних методів у складі інформаційної технології (ІТ) аналізу процесів деградації та відновлення СОТС дозволяє сформулювати рекомендації щодо реалізації принципів рефлексивного управління СОТС в процесі їх протидіювання.

Для рішення поставлених завдань ІТ повинна бути інтегрована до СППР перспективної автоматизованої системи управління з єдиною БД (базою знань (БЗ), сховищем даних (СД)), методами інтелектуального аналізу даних та прогнозу.

Реляційні бази даних становляться не придатними для вирішення завдань аналізу процесів деградації та відновлення СОТС, які вирішуються відповідною ІТ в СППР з наступних причин:

– існує фізична відмінність між об'єктами, на які направлена операційна активність, і об'єктами, необхідними для аналізу, планування і прийняття рішень;

– існуючі технології забезпечення обробки реляційних баз даних фундаментально відрізняються від технологій підтримки прийняття рішень;

– неможливість перетворення різнорідних даних в єдину інформацію для ЛПР.

Шляхом вирішення даної проблеми є інтеграція раніше роз'єднаних деталізованих даних в єдиному сховищі даних (СД), їх узгодження і агрегація: даних про попередні сценарії розвитку подій, даних за результатами аналізу процесів деградації та відновлення СОТС, даних із зовнішніх джерел. Призначення СД СППР постачання необхідної інформації ЛПР. Основними рисами проєктуемого СД є:

– предметна орієнтованість, що сприяє спрощенню аналізу і підвищенню швидкості виконання аналітичних запитів;

– інтегрованість базами даних СППР та перспективної АСУ для обробки різнорідної інформації та її агрегацію;

– прив'язка до часу та можливість аналізувати динаміку зміну станів СОТС методами інтелектуальної обробки даних.

Програмно-технологічна архітектура СД враховує, що СППР повинна надавати ЛПР можливість деталізування інформації, тобто операцію Drill down.

Ключовою технологією СД для СППР є OLAP (On - line Analytical Processing) система, яка забезпечує високу швидкість формування

аналітичних звітів, що представляють собою багатомірні куби.

Дана технологія дозволяє обробляти масиви даних, однак не дає нової інформації про об'єкт дослідження (СОТС). Таку інформацію дають засоби інтелектуального аналізу даних до яких відноситься і ІТ аналізу процесів деградації та відновлення СОТС.

Таким висновок робимо на підставі:

по-перше, ІТ породжує знання про структуру, критичні точки та методи відновлення системи з безпосередньо даних про систему;

по-друге, ІТ дозволяє отримати нові знання про СОТС на основі збережених сценаріїв ситуацій та варіантів їх розвитку [5]

Таким чином, просто аналіз даних, так само, як і їх обробка, не спричиняє збільшення інформації про СОТС, а може лише обробляти наявну інформацію на базі відомих формальних процедур. ІАД, що реалізується ІТ аналізу процесів деградації та відновлення СОТС пов'язаний з додаванням до СД інформації про об'єкт, моделі і методи, з привнесенням гіпотез, ідей, моделей, сценаріїв, висновків (рекомендацій).

### Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином, запропонована інформаційна технологія автоматизованого аналізу процесів деградації та відновлення складних організаційно-технічних систем, як технології інтелектуального аналізу даних, що ґрунтується на об'єктно-орієнтованому методі проєктування, складається з сукупності моделей, методів та алгоритмів збору, обробки та передачі інформації системи підтримки прийняття рішень. Застосування технологій дозволяє досягти інформаційну перевагу та реалізувати принципи рефлексивного управління й програмування дій противника.

Особливостями функціонування ІТ аналізу процесів деградації та відновлення СОТС є:

орієнтація на рішення погано структурованих (формалізованих) задач, використання в алгоритмах СППР методів нечітких множин, нечітких мір, інтелектуального аналізу даних;

використання у складі алгоритмічного (математичного) забезпечення методів прийняття рішень в умовах невизначеності;

сполучення традиційних методів доступу та обробки даних з можливостями математичних моделей та методами рішення задач на їх основі;

урахування системи переваг органу управління СОТС;

висока адаптивність, що забезпечує можливість пристосовуватися до особливостей технічного та програмного забезпечення, а також до вимог користувача.

реалізація принципів рефлексивного управління.

*Література*

1. **Тристан А. В.** Методика структурного аналізу та оцінки руйнування складних систем / А. В. Тристан, О. А. Заболотний, В. В. Грідина, В. Г. Паталаха // Республіка Казахстан, г. Уральськ. Уральський научний вестник – 2015. - № 5 (136). С. 77-81. 2. **Тристан А. В.** Комплексна модель руйнування складних організаційно-технічних систем / А. В. Тристан, Т. М. Курцева, В. Г. Паталаха // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. - 2016. - № 4. - С. 100-104. 3. **Тристан А. В.** Застосування аналізу когнітивних моделей складних систем в комплексі задач планування вогневого ураження системи підтримки прийняття рішення / А. В. Тристан, С. В. Немченко // Системи обробки інформації. - 2012. - № 5. - С. 53-56. 4. **Тристан А. В.** Методика розпізнавання замислу дій повітряного противника командиром частини (підрозділу) ППО СВ із застосуванням системи підтримки прийняття рішення / А. В. Тристан, І. М. Тихонов // Системи озброєння і військова техніка. - 2011. - № 2. - С. 101-105. 5. **Тристан А. В.** Полієдральний аналіз у дослідженні структурно складних систем для

рішення задачі вибору об'єктів вогневого ураження / А. В. Тристан, В. В. Грідина, О. М. Козак, С. Л. Городецький // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. - 2014. - № 4. - С. 15-19. 6. **Буч Г.** Язык UML. Руководство пользователя: пер. с англ. (Серия "Для программистов") / Буч Г., Рамбо Д., Джекобсон А. – М.: ДМК, 2000. – 432 с. 7. **Тристан А. В.** Вимоги до системи підтримки прийняття рішення командира частини (підрозділу) військ протиповітряної оборони Сухопутних військ / А. В. Тристан, С. М. Піскунов, І. М. Тихонов // Системи озброєння і військова техніка. - 2011. - № 1. - С. 214-217. 8. **Іонов М. Д.** On Reflexive Control of Enemy in Combat / М. D. Ionov // Military thought (English edition) No. 1 (January 1995), P. 46-47. 9. **Миркин Б. Г.** Методы кластер-анализа для поддержки принятия решений. – М.: изд. дом ВШЭ, 2011 – 711 с. 10. **Теорія прийняття рішень органами військового управління:** монографія / В. І. Ткаченко, Г. А. Дробаха, Є. Б. Смірнов, А. В. Тристан, та ін. / За ред. В. І. Ткаченка, Є. Б. Смірнова // Міністерство оборони України. – Х.: ХУ ПС. – 2008. – 545 с.

**ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АНАЛИЗА ПРОЦЕССОВ ДЕГРАДАЦИИ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ СЛОЖНЫХ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

*Андрей Викторович Тристан (канд. техн. наук, с.н.с.)<sup>1</sup>  
Сергей Валерьевич Осиевский (канд. техн. наук, доцент)<sup>1</sup>  
Валерий Григорьевич Паталаха (канд. воен. наук)<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Харковский национальный университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, Харьков, Украина*

<sup>2</sup>*Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина*

Высокая динамика вооруженной борьбы в воздухе нуждается в повышении оперативности принятия решений. Развитие информационных технологий (ИТ), что значительно облегчило сбор, обработку, передачу данных, повлияло и на процессы управления и применения Вооруженных Сил. Современные информационные технологии стирают пространственные границы между объектами взаимодействия, с одной стороны упрощая коммуникационные процессы, а с другой - усложняя их организационную и функциональную структуру. Развитие систем поддержки принятия решений (СППР) как в составе перспективных автоматизированных систем управления, так и в виде отдельных программных модулей является перспективным научным исследованием современности, связанным с созданием интеллектуальных информационных технологий.

Информационная технология автоматизированного анализа процессов деградации и восстановления сложных организационно-технических систем рассматривается как совокупность моделей, методов, алгоритмов сбора, обработки и передачи информации о состоянии своей и противодействующей системы, критических точек воздействия и формирования управляющих воздействий, направленных на достижение информационного превосходства, реализации принципов рефлексивного управления и программирования действий противника. Информационная технология является составляющей информационного обеспечения перспективной системы поддержки принятия решений. Предложенные информационные методы обработки информации ведут к изменению структуры составляющих систем управления и автоматизации Воздушных Сил, что снижает количество критических точек и реализует принципы сетецентризма в управлении.

**Ключевые слова:** база данных (знаний); интеллектуальный анализ данных; информационная технология; система поддержки принятия решений; сложная организационно - техническая система (СОТС); системный анализ; структурная модель; функциональная модель.

**INFORMATION TECHNOLOGY FOR AUTOMATED ANALYSIS OF DEGRADATION AND RESTORATION PROCESSES OF COMPLEX ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL SYSTEMS**

<sup>1</sup>*Andrey V. Tristan (Candidate of Technical Sciences, Senior Research Fellow)*

<sup>1</sup>*Sergey V. Osiyevskiy (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor)*

<sup>2</sup>*Valery G. Patalaha (Candidate of Military Sciences)*

<sup>1</sup>*Kharkov National Air Force University named after Ivan Kozhedub, Kharkov, Ukraine*  
<sup>2</sup>*National Defense University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine*

*The high dynamics of the armed fight in mid air needs increase of operationability of making decision. Growth of information technologies (IT), that facilitated collection, treatment, communication of data considerably, influenced and on the processes of management and employment of the Armed Forces. Modern information technologies wear away spatial borders between the objects of cooperation, from one side simplifying of communication processes, and from other - complicating their organizational and functional structure. Employment of the decision support systems (DSS) both in composition perspective control and combat systems and as separate programmatic modules is the long-range scientific research of contemporaneity, related to creation of intellectual information technologies.*

*Information technology of the automated analysis of processes of degradation and renewal of the difficult organizationally-technical systems is examined as totality of models, methods, algorithms of collection, treatment and transfer information about state of own and counteractive system, critical points of influence and forming of the managing influences sent to the achievement of informative superiority, realization of principles of reflection control and programming of opponent actions. Information technology is the constituent of dataware of the perspective decision support system. Offered informative methods of information treatment conduce to the change of structure of constituents in control and automation system of Air Forces, that reduces the amount of critical points and will realize principles of network-centric in a control.*

**Key words:** *database (knowledge); intellectual data analysis; information technology; decision support system; complex organizational and technical system; system analysis; structural model; functional model*

### References

**1. Tristan A. V.** A method of structural analysis and evaluation of the destruction of complex systems / A. V. Tristan, O. A. Zabolotny, V. V. Gridina, V. G. Patalakha // Republic of Kazakhstan, Uralsk. Ural Scientific Bulletin - 2015. - No. 5 (136). Pp. 77-81.  
**2. Tristan A. V.** Complex model of destruction of complex organizational and technical systems / A. V. Tristan, T. M. Kurtseva, V. G. Patalakha // Collection of scientific works of Kharkiv National University of Air Forces. - 2016. - No. 4. - P. 100-104.  
**3. Tristan A. V.** Application of the analysis of cognitive models of complex systems in the complex of tasks of planning of fire damage of the system of decision support support / A. V. Tristan, S. V. Nemchenko // Systems of information processing. - 2012. - No. 5. - P. 53-56.  
**4. Tristan A. V.** A method of recognition of the design of action of an air enemy by the commander of a part (unit) of air defense by using a decision support system / A. V. Tristan, I. M. Tikhonov // Systems of armament and military equipment. - 2011. - No. 2. - P. 101-105.  
**5. Tristan A. V.** The field analysis in the study of structurally complex systems for solving the problem of the choice of

objects of fire damage / A. V. Tristan, V. V. Gridina, O. M. Kozak, S. L. Gorodetsky // Science and equipment of the Air Forces of the Armed Forces of Ukraine. - 2014. - No. 4. - P. 15-19.  
**6. Buch G.** The UML Language. User's Guide: Per. from english (Series for programmers) / Buch G., Rambo D., Jacobson A. - M.: DMK, 2000. - 432 p.  
**7. Tristan A. V.** Requirements to the system of support for decision-making of the commander of the subdivision of the Air Defense Forces of the Land Forces / A. V. Tristan, S. M. Piskunov, I. M. Tikhonov // Systems of Armament and Military Equipment. - 2011. - No. 1. - P. 214-217.  
**8. Ionov M. D.** On Reflexive Control of Enemy in Combat / M. D. Ionov // Military thought (English edition) No. 1 (January 1995), P. 46-47.  
**9. Mirkin B.G.** Methods of cluster analysis to support decision making. - M.: Izd. HSE House, 2011 - 711 p.  
**10. The theory of decision-making by military authorities:** monograph / V.I Tkachenko, G.A. Drobakh, Ye.B. Smirnov, A.V Tristan, and others. / Ed. V.I Tkachenko, Ye.B. Smirnov // Ministry of Defense of Ukraine. - X.: XU PS. - 2008 - 545 pp.