

**Харківський національний університет Повітряних Сил  
ім. Івана Кожедуба**

**Основні напрямки фундаментальних  
наукових досліджень**

**The main fundamental research areas of Kharkiv  
National Ivan Kozhedub Air Force University**



# ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА НАУКОВОЇ ТА НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

## OVERALL PERFORMANCE OF SCIENTIFIC AND SCIENTIFIC TECHNICAL ACTIVITY

▲ Наукова і науково-технічна діяльність Харківського національного університету Повітряних Сил є складовою інтегрованою системою військової освіти і науки. Ця діяльність здійснюється керівним складом університету, науковими працівниками Наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил, науково-педагогічними працівниками кафедр університету, навчально-наукового центру мовної підготовки, докторантами, ад'юнктами, слухачами, курсантами та студентами



▲ Scientific and technical work of Kharkiv National Ivan Kozhedub Air Force University is a part of the integrated system of military education and science. All the activities in this sphere are carried out by the University authorities, scientific personnel of the Air Force Scientific Center of Kharkiv National Ivan Kozhedub Air Force University, academic staff of university departments, educational and scientific center of language training, doctoral students, postgraduates, audience, cadets and students

▲ Велику увагу в університеті приділяють якості підготовки науково-педагогічних і наукових кадрів, які готуються в докторантурі, ад'юнктурі та як здобувачі наукового ступеня шляхом самостійної роботи над дисертаціями. Для захисту докторських та кандидатських дисертацій за 6 науковими спеціальностями в галузях військових та технічних наук в університеті працюють 3 спеціалізовані вчені ради.

▲ Much attention is paid to the quality of training scientific and academic personnel who study at postgraduate and doctoral courses or seek scientific degrees working on dissertation thesis independently. At the university there are three specialized scientific councils which consider and let applicants go through the official procedure required for obtaining Candidate and Doctor degrees in 6 scientific specialties of military and technical sciences.







Харківський національний університет Повітряних Сил є постійним організатором наукових конференцій, семінарів та конкурсів наукових праць всеукраїнського та міжнародного рівнів

- ▲ Kharkiv National Ivan Kozhedub Air Force University organizes scientific conferences, seminars and contests of scientific works of All-Ukrainian and international levels



Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба:

- ▲ дозволяє фахівцям самостійно проводити фундаментальні, прикладні та пошукові дослідження в інтересах Збройних Сил України,
- ▲ забезпечує підготовку наукових (науково-педагогічних) кадрів вищої кваліфікації, а також підготовку військових фахівців (слухачів, курсантів і студентів).



Research, experimental and laboratory facilities of Kharkiv National Ivan Kozhedub Air Force University enable:

- ▲ carrying out fundamental, applied and exploratory research for the Armed Forces of Ukraine ;
- ▲ providing training for highly qualified scientific, research and teaching professionals;
- ▲ training military personnel (audience, students and cadets).

2

- ▲ В університеті розробляються монографії, керівні, методичні та довідкові документи. Постійно видається чотири наукових видання, що входять до переліків наукових фахових видань, в яких можуть публікуватися наукові результати, та міжнародні наукометричні бази
- ▲ Активно проводиться патентно-ліцензійна та винахідницька робота. Винахідники університету у складі авторських колективів подають до Держпатенту України заявки на корисну модель та отримано щорічно близько ста деклараційних патентів України на корисні моделі. Авторські колективи винахідників університету є постійними учасниками та призерами щорічного всеромійського конкурсу «Кращий винахід року».



▲ - експериментальна та лабораторна база



- ▲ Monographs, methodological and reference documents as well as guidelines are developed at the university. Four scientific publications which are included in the list of scientific professional publications are issued on continuing basis where the results of scientific research and international metric scientific foundation can be published.
- ▲ Patent, licensing and researching activities are conducted. The university inventors, being composite authors, submit utility model applications to the State Patent Office of Ukraine, about seventy declarative patents for utility models being received annually. Composite authors of the university are regular participants and winners of army annual contest "Best Invention of the Year".

## Контактні данні Contact information

Україна, 61023, м.  
Харків, вул. Сумська,  
77/79, тел. (+38057)  
704-96-01  
Факс: (+38057) 704-96-43

E-mail: info@hups.mil.gov.ua

Ukraine, 61023, Kharkiv  
77/79, Sumska Street  
tel. (+38057) 704-96-01  
Fax: (+38057) 704-96-43  
E-mail: info@hups.mil.gov.ua

# Теоретичне обґрунтування, методологічне та технічне забезпечення процесу створення високоточних систем озброєння

## Theoretical rationale, methodological and technical support for the process of creating high-precision weapon systems

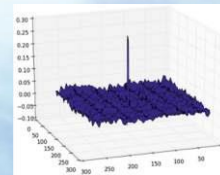
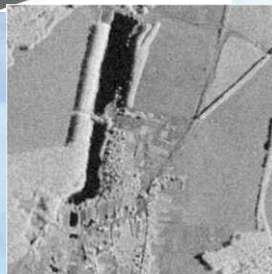
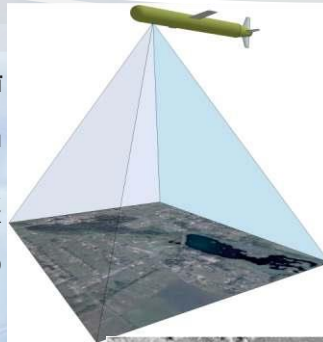
### Опис (зміст) наукових досліджень

### Description of research

Дослідження спрямовані на розроблення наукової продукції за напрямками створення:

1. Кореляційно-екстремальних систем навігації безпілотних літальних апаратів та систем самонаведення високоточних засобів ураження повітряного та наземного базування. Створення:

- ▲ макетних зразків кореляторів, що базуються на використанні завадостійких кореляційно-екстремальних алгоритмів;
- ▲ програмно-апаратних комплексів системи інформаційного забезпечення високоточної зброї.



2. Автоматизованих систем бойового управління та зв'язку (АСБУЗ), що включають до свого складу:

- ▲ обґрунтування принципів створення та необхідного програмно-апаратного складу АСБУЗ з визначенням характеристик її складових частин;
- ▲ розробку системних вимог до апаратури запобігання несанкціонованому застосуванню засобів ураження;
- ▲ експериментальну перевірку основних положень на макетах ланок управління АСБУЗ.



3

### Галузі використання методів

- ▲ Високоточні системи озброєння повітряного та наземного базування. Науково-технічне, методологічне та програмно-алгоритмічне забезпечення процесу створення, випробувань та експлуатації зразків (систем).

### Fields of use of methods

- ▲ High-precision air- and land-based weapon systems. Scientific and technical, methodological, software and algorithmic support of the process of developing, testing and operating products (systems).

Research is aimed at developing scientific production in the following areas:

1. Correlation-extreme navigation systems of unmanned aerial vehicles (UAV) and air- and land-based high-precision weapon homing systems.

Creation of prototypes:

- ▲ prototypes of the correlators based on the use of correlation-extreme interference-resistant algorithms;
- ▲ hardware and software packages of the high-precision weapon information support system.

2. Automated combat control and communications systems (ACCCS), which includes:

- ▲ provision of the rationale for the principles of development and of the necessary software and hardware composition of an ACCCS, as well as the definition of the characteristics of its components;
- ▲ development of the system requirements for the equipment that prevents unauthorized employment of weapons;
- ▲ experimental verification of the main provisions on ACCCS control link models.



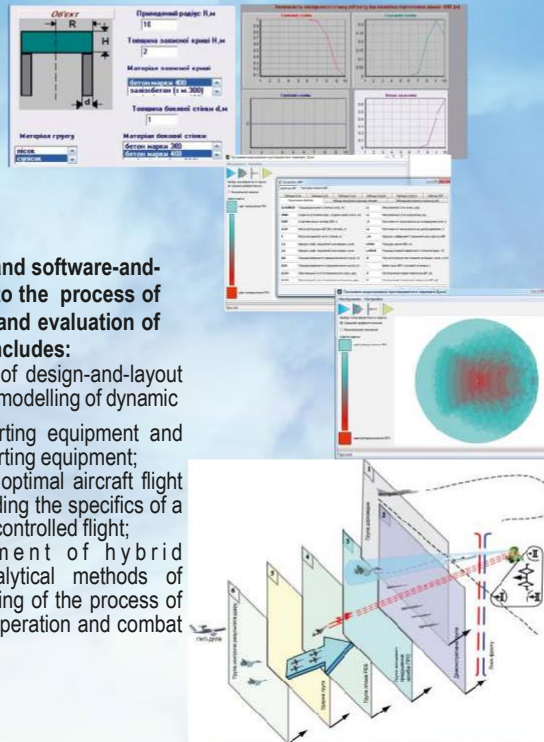
## Приклади практичних результатів

## Examples of practical results

## Головні публікації Main publications

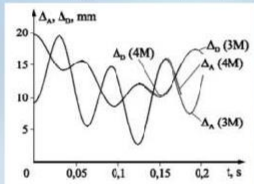
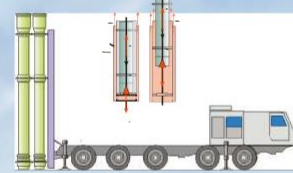
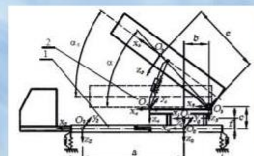
### 3. Методичного та програмно-алгоритмічного забезпечення процесу створення, випробувань та оцінки ефективності зразків озброєння, що включає в свій склад:

- розробка конструктивно-компонувальних схем і моделювання динамічних процесів пускового та підйомно-транспортного обладнання;
- моделювання оптимальних траєкторій руху літального апарату, в тому числі з урахуванням особливостей польоту керованого об'єкту, що обертається;
- розробку гібридних численно-аналітичних методів імітаційного моделювання процесу експлуатації та бойового застосування систем озброєння.



### 3. Methodological and software-and-algorithm support to the process of the creation, tests and evaluation of armament, which includes:

- the development of design-and-layout schemes and the modelling of dynamic processes of starting equipment and lifting and transporting equipment;
- the simulation of optimal aircraft flight trajectories, including the specifics of a rotating object in controlled flight;
- the development of hybrid computational-analytical methods of simulation modelling of the process of weapon system operation and combat employment.



4

## Головні переваги методів

## The main advantages of the method

- Застосування розроблених алгоритмів кореляційної обробки дозволяє підвищити завадостійкість навігаційних систем літальних апаратів та систем самонаведення високоточної зброї.
- Розроблені методики підготовки еталонів дозволяють підвищити оперативність підготовки польотних завдань, спростити обмеження до умов бойового застосування високоточної зброї та значно знизити фінансові витрати на інформаційне забезпечення високоточної зброї.
- Застосування розробленого методу імітаційного моделювання процесів експлуатації та бойового застосування дозволяє скоротити витрати часу на відпрацювання комплексу, провести оцінку ефективності та уточнити рекомендації до тактики його застосування.
- Розробка АСБУЗ основана на використанні сигналів спеціального виду, що максимально знижує демаскуючі ознаки, підвищує оперативність управління та захищеність каналів зв'язку від кібератак, дозволяють забезпечити динамічне резервування пунктів управління в умовах випадкової реструктуризації та санкціоноване застосування засобів ураження.

- The application of the developed correlation processing algorithms allows to increase the interference resistance of aircraft navigation systems and high-precision weapon homing systems.
- The developed techniques of preparation of standards allow to improve the efficiency of flight tasks, simplify the restrictions for the conditions of combat employment of high-precision weapons, and significantly reduce the financial expenditures for the information support of such weapons.
- The application of the developed method of the simulation modelling of operation and combat employment processes allows to reduce the time spent on working the complex, as well as to assess the effectiveness of and refine recommendations to the tactics of its employment.
- The development of automated combat control and communications systems is based on special signals, which reduces the give-away factor to the greatest possible extent, improves the efficiency of control and the protection of communication channels from cyberattacks, ensures the dynamic redundancy of control centres in conditions of random restructuring and authorized employment of weapons.

Agafonov Yu. Potential accuracy in measuring object coordinates / Antufeev V., Bykov V. Grichanyuk O. // Telecommunications and Radio Engineering, 1998. - V. 52. - № 8. - p. 18-21.

Агафонов Ю. Н. Метод попадающей траектории в задачах проектирования движения боевого оснащения и их полетных характеристик / Ю.Н. Агафонов, С.В. Орлов, В.Я. Турченко // Системы обработки информации. – 2002. - Вып. 5(43). – С. 202-205.

Агафонов Ю. Н. Методика обоснования требуемой маневренности аэробаллистического аппарата по семействам заданных аэробаллистических траекторий / Ю.Н. Агафонов, А.А.Журавлев, А.В.Аксененко // Космическая техника. Ракетное вооружение - 2007. – С. 21 – 27.

Агафонов Ю. М. Постановка задачи визначення комбінації елементів об'єкту, що поразяється / Ю.М.Агафонов, Н.П.Ізюмський, С.М. Звиглянич // Системи озброєння і військова техніка. – 2008. - Вып. 2(14). - С.57-60.

Антофеев В.И. Радиометрические корреляционно-экстремальные системы навигации летательных аппаратов Быков В.Н., А.М.Гричанок, В.А.Краюшкин. - X.: ХНУ им. В.Н. Каразина. 2008. - 35бс.

Агафонов Ю. Н. Информационная модель автоматизированной системы управления войсками / Ю. Н. Агафонов, С. Н. Звиглянич, Н. П. Изюмский // Системы обраб. информации. - 2010. - Вып. 6. - С. 187-190.

Агафонов Ю. М. Постановка завдання цілерозподілу для підрозділів ракетних військ з пусковими установками пакетного заряджання / Ю. М. Агафонов, С. М. Звиглянич, М. П. Изюмский // Системи озброєння і військ. техніка. - 2010. - Вып. 2. - С. 28-34.

Агафонов Ю. Н. Оценка возможностей компенсации навигационных ошибок движения летательных аппаратов, оснащенных оптическими системами самонаведения / Ю. Н. Агафонов, Ю. М. Осипов, Ю. А. Ткаченко // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних сил. - 2011. - Вып. 1. - С. 28-34.

Агафонов Ю. Н. Многоцелевые ударные комплексы на базе унифицированных аэробаллистических ракет нового поколения / Ю.Н.Агафонов, А.В.Аксененко, А.А.Журавлев, Ю.М.Осипов, Ю.А.Ткаченко. - Збірник наукових праць Академії ВМС імені П.С.Нахімова. 2012. – Вып. 1(9). - С. 40 – 44.

Агафонов Ю. Н. Метод определения балансировочных углов поворота рулевых органов в расчетах траекторий и параметров движения летательных аппаратов / Ю. Н. Агафонов, Ю. М. Осипов, Ю. А. Ткаченко // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних сил. - 2013. - Вып. 1. - С. 44-47.

Агафонов Ю. М. Моделі оцінки дії ударних безпілотних літальних апаратів / Ю. М. Агафонов, С. М. Звиглянич, М. П. Изюмський // Системи озброєння і військ. техніка. - 2013. - № 1. - С. 2-5.

Антофеев В.И. Матричные радиометрические корреляционно-экстремальные системы навигации летательных аппаратов : монография / В.И.Антофеев, В.Н.Быков, А.М.Гричанок и др. – X.: Изд-во ООО «Щедрая усадьба плюс», 2014. – 372 с.

Агафонов Ю. М. Автоматизация процессу обробки розвідувальних відомостей / Ю. М. Агафонов, С. М. Звиглянич, М. П. Изюмський // Системи обраб. информации. - 2014. - Вып. 6. - С. 96-98.

Агафонов Ю. М. Напрямы створення ракетної компоненти сил стримування безядерної держави / Ю. Н. Агафонов, Ю. М. Осипов, Ю. А. Ткаченко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. - 2015. - № 2(19). - С. 125 – 127.

Агафонов Ю. М. Шляхи підвищення точності пусків реактивних снарядів комплексів повітряного та наземного базування / Ю. Н. Агафонов, О.М.Гричанок, О.О.Журавльов, Ю.А.Ткаченко // Системи озброєння і військова техніка. - 2015. - № 4 (44). С. 3 – 6.

## Контактна особа Contact person

**АГАФОНОВ ЮРІЙ Миколайович**  
кандидат технічних наук, доцент  
**АНАFONOV YURIY**  
Candidate of Technical Sciences (PhD),  
Associate Professor  
(+38 057) 700 22 98;  
(+38 067) 810 30 00  
e-mail: ndv222@meta.ua



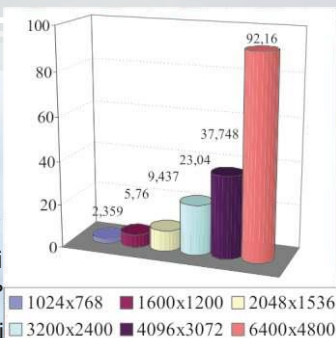
# Теоретичні основи та методи обробки, передачі та забезпечення безпеки відеоінформації

## Theoretical foundations and methods of processing, transmitting and ensuring the security of video information

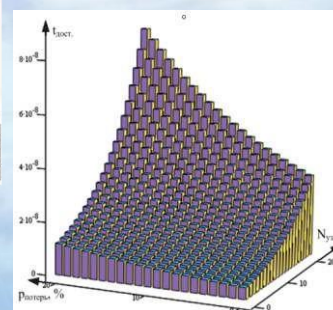
### Опис (особливості) методів

### Description (features) methods

- ▲ Розробляються та синтезуються методи та технології:
- ▲ ефективного синтаксичного представлення та кодування відеоінформаційних ресурсів на основі багатовимірних кодування в структурному позиційному просторі;
- ▲ семантичної обробки динамічних відеосцен на основі структурних підходів;
- ▲ маскуванню відеокадрів щодо виявлення семантично значимих об'єктів в інформаційно-телекомунікаційних системах та мережах спеціального призначення;
- ▲ стеганографічного перетворення відеоданих на основі скорочення структурної надмірності контейнерів зображень та відеопослідовностей;
- ▲ криптокомпресійного перетворення відеоданих на основі одночасного виконання функцій ефективного кодування та криптографічного перетворення;
- ▲ підвищення безпеки відеоінформаційних ресурсів в інфокомунікаційних технологіях.



- ▲ The following methods and technologies are being developed and synthesized:
- ▲ effective syntactic representation and encoding of video information resources based on multi-dimensional encoding in the structural positional space;
- ▲ semantic processing of dynamic video scenes based on structural approaches;
- ▲ video frame masking to avoid the identification of semantically meaningful objects in special purpose information-telecommunication systems and networks;



- ▲ steganographic transformation of video data based on the reduction of the structure redundancy of image and video sequence containers;
- ▲ cryptocompressional transformation of video data based on the simultaneous performance of the functions of effective coding and cryptographic transformation;
- ▲ increasing the security of video information resources in information and communication technologies.

All the developed approaches can be used in remote monitoring systems with on-board aerial reconnaissance systems.

Усі розроблені підходи можуть використовуватися в системах дистанційного моніторингу з використанням бортових комплексів повітряної розвідки.

### Галузі використання методів

- ▲ інформаційні технології;
- ▲ телекомунікаційні системи та мережі;
- ▲ системи захисту інформації;
- ▲ безпека інформаційних державних ресурсів.

### Fields of use of methods

- ▲ information technologies;
- ▲ telecommunication systems and networks;
- ▲ information security systems;
- ▲ security of governmental information resources.

### Головні переваги досліджень The main advantages of the research

- ▲ підвищення оперативності доставки інформації з урахуванням забезпечення завадостійкості та безпеки;
- ▲ підвищення ефективності обробки семантичного аналізу відеоінформаційних ресурсів в умовах обстановки, що динамічно змінюється, в системах повітряної розвідки;
- ▲ підвищення пропускної здатності скритого каналу передачі інформації в спеціальних інфокомунікаційних системах;
- ▲ підвищення ефективності стеганографічних систем в умовах дій атак протиборчої сторони;
- ▲ підвищення безпеки відеоінформаційних ресурсів;
- ▲ підвищення ефективності обробки динамічних відеоінформаційних потоків в бездротових інфокомунікаційних системах.

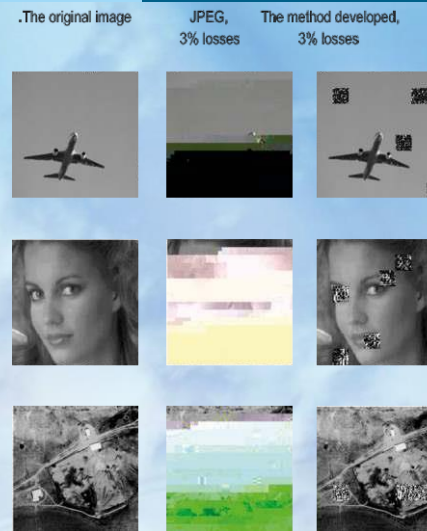
- ▲ improving the efficiency of information delivery while ensuring security and resistance to interference;
- ▲ improving the efficiency of video information resource semantic analysis processing in aerial reconnaissance systems in conditions of a dynamically changing environment;
- ▲ increasing covert data-transmission channel capacity in special information and communication systems;
- ▲ improving the efficiency of steganographic systems under attacks of the opposing side;
- ▲ improving the security of video information resources;
- ▲ improving the efficiency of processing dynamic video information streams in wireless information and communication systems.



## Приклади практичних результатів

- ▲ Алгоритми зниження інтенсивності відеоінформаційного потоку на основі його компресії для підвищення продуктивності телекомунікаційних систем.
- ▲ Algorithms for reducing the intensity of video information flow based on its compression to improve the performance of telecommunication systems.
- ▲ Спосіб стиснення відеоданих без втрат на основі методу одномірного кодування. Формування інтегрованого коду здійснюється на базі згортки вихідних елементів з ваговими коефіцієнтами для стовбців масиву відеоданих, які розглядаються як числа з обмеженими та нерівномірними значеннями основ.
- ▲ The method of video compression without loss based on one-dimensional coding. Integrated code formation is based on the convolution of output elements with weight coefficients for columns in the array of video data, which are considered as numbers with uneven limit values of the bases.
- ▲ Стеганографічна система з маскуванням структурної надлишковості. Вбудовування інформації в контейнер здійснюється в процесі кодування, а реалізація вилучення виконується за біполярним принципом: для несанкціонованого доступу при стандартних умовах і для авторизованого користувача при наявності ключової інформації.
- ▲ A steganographic system with the masking of structural redundancy. The embedding of information into the container is done in the process of coding and the removal is performed in accordance with the bipolar principle - for unauthorized access under standard conditions and for the authorized user provided that key information is available.

## Examples of practical results

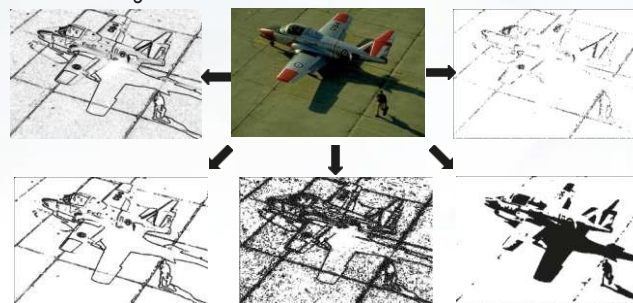


- 6
- ▲ Технологія криптокомпресійного перетворення відеоданих на основі одночасного виконання функцій ефективного кодування та криптографічного перетворення.



- ▲ Алгоритми обробки зображень (відеокадрів) з маскуванням контурів для підвищення доступності та цілісності відеоінформаційного ресурсу для управління в кризових ситуаціях.

- ▲ Image (video frame) processing algorithms with contour masking to improve the access to and integrity of a video information resource for crisis management.



- ▲ A technology of cryptocompressional transformation of video data based on the simultaneous performance of the functions of effective coding and cryptographic transformation.

## Головні публікації Main publications

- ▲ Баранник В.В. Метод повышения информационной безопасности в системах видеомониторинга кризисных ситуаций / В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха, О.С. Кулица // Монография. – Черкассы, 2015. – 143 с.
- ▲ Баранник В.В. Методи та засоби формування й обробки видових зображень у системі Повітряної розвідки // підручник для вищих навчальних закладів // В.В. Баранник, Ю.В. Стаєв, С.О. Сідченко. – Х.: ХУПС, 2012. – 452 с.
- ▲ Баранник В.В. Структурно-комбинаторное представление данных в автоматизированных система управления / В.В. Баранник, Ю.В. Стаєв, Н.А. Королева - Х.: ХУПС, 2009. – 252 с.
- ▲ Баранник В.В. Кодирование трансформированных изображений в инфокоммуникационных системах / В.В. Баранник, В.П. Поляков - Х.: ХУПС, 2010. – 234 с.
- ▲ Баранник В.В. Кодирование трехмерных моделей видеокладов в инфотелекоммуникационных системах / В.В. Баранник, В.П. Поляков, А.В. Слободянок // Каменец-Подольский-Харьков: Вид-во Каліграф, 2011. – 210 с.
- ▲ Наукоемкие технологии в инфокоммуникациях: обработка и защита информации: коллективная монография / под редакцией В.В. Баранник, В.М. Безрук. – Х.: СМИТ, 2013. – 398 с.
- ▲ Стаєв Ю.В. Захист інформації в автоматизованих системах управління / навч. посібник // В.В. Баранник, Ю.В. Стаєв, О.А. Смірнов. - Х.: ХУПС, 2015. – 264 с.
- ▲ Barannik V.V. Accessibility Valuation Method for Video Information Resource on Time Recurrent Reconstruction of the Three-Dimensional Data Structures / V.V. Barannik, Yu.M. Ryabukha // Radioelectronics & informatics. - 2013. - № 1. - С. 40-44.
- ▲ Баранник В.В. Стратегія управління битовою швидкістю при обробці передбачуваних кадрів для підвищення доступності і цілісності інформаційних ресурсів / В.В. Баранник, Н.А. Харченко, С.Ю. Стаєв // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – Харьков, 2014. - № 169. – С. 31 – 38.
- ▲ Баранник В.В. Метод повышения доступности видеoinформации аэромониторинга / В.В. Баранник, С.В. Туренко, О.С. Кулица // Радиоэлектронные и компьютерные системы. – 2013. - №3. – С. 31 – 36.
- ▲ Barannik V. Creation of the rule of formation of positional structural and weight numbers in the conditions of codes formation with given length [Текст] / V. Barannik, A. Krasnorutskij // Безпека інформації. – Том 20. – №1. – 2014. – С. 22 – 26.
- ▲ Власов А.В. Модель заргов безпеки відеоінформаційного ресурсу систем відеоконференцзв'язку. / А.В. Власов, В.В. Баранник, Р.В. Тарнополов // Наукоемні технології. – 2014. - № 1 (21). – С. 55 – 60.
- ▲ Баранник В.В. Метод интеллектуальной обработки государственных видеoinформационных ресурсов для повышения их семантической целостности в системах мониторинга кризисных ситуаций / В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха // Захист інформації. – №2. – 2015. – С. 17-21.
- ▲ Баранник В.В. Модель информативного синтаксического представления контурированной видеопоследовательности в системе интеллектуальной обработки видеокладов / В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха // Радиоэлектронные компьютерные системы. - 2015. - №2. – С. 21–30.
- ▲ Баранник В.В. Позиционное структурно-весовое кодирование бинарного представления трансформант [Текст] / В.В. Баранник, А.А. Красноручий, А.В. Хаханова // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – №157. – 2011. – С. 23-28.
- ▲ Баранник В.В. Метод реверсного кодирования структурно-весовых чисел для снижения битовой скорости видеопотока [Текст] / В.В. Баранник, А.А. Красноручий // Захист інформації. – №2. – 2013. – С. 148-158.
- ▲ Barannik V.V. Design of steganographic system on the basis of a code container in nonequilibrium positional base / V.V. Barannik, A.E. Bekirov, A.V. Hahanova // Radioelectronics & informatics. – 2013. - №1. - С. 49 – 53.
- ▲ Баранник В.В. Метод формування функціонала стеганографічного кодування стійкого до стего-атак / В.В. Баранник, А.Е. Бекіров // АСУ та прилади автоматики. - 2013. - Вип.165. - С. 34 – 43.
- ▲ Баранник В.В. Концептуальный метод повышения безопасности дистанционного видеoinформационного ресурса в системе аэромониторинга кризисных ситуаций на основе интеллектуальной обработки видеокладов / В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха // Радиоэлектронные компьютерные системы. - 2015. - №3. - С. 19 – 21.
- ▲ Баранник Ю.Н. Рябуха // Синтез комбинированных криптокомпрессионных систем для обеспечения безопасности видеoinформации в инфокоммуникациях / В.В. Баранник, С.А. Сидченко, И.М. Тулица // АСУ и приборы автоматики. - №169. – 2015. – С. 27 – 34.

## Контактна особа Contact person

**БАРАННИК ВОЛОДИМИР Вікторович**  
доктор технічних наук, професор  
**BARANNIK, Volodymyr**  
Doctor of Technical Sciences (DSc), Professor  
(+38 050) 303 89 71  
e-mail: barannik\_v\_v@mail.ru



# Створення геоінформаційних моделей для автоматизованої обробки та інтерпретації даних, отриманих від оптико-електронних систем аерокосмічних літальних апаратів

## Geoinformation models construction for automated processing and interpretation of the data obtained from space aircraft optoelectronic systems

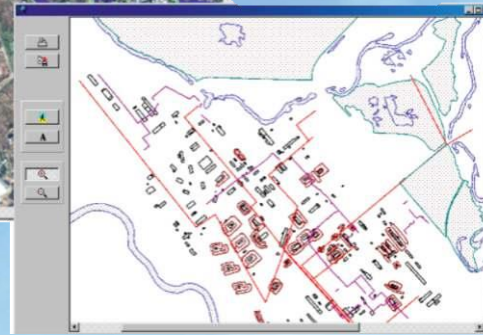
### Опис (особливості) методів

- ▲ Комплексування даних, отриманих різними оптико-електронними системами при побудові ортофотопланів.
- ▲ Побудова 3D-моделей на основі даних аерокосмічних систем дистанційного зондування Землі:
- ▲ отримання топографічних характеристик об'єкта по серії знімків;
- ▲ автоматизація процесу побудови створення 3D-моделі об'єкту з урахуванням потенціальної точності визначення координат точок в залежності від умов зйомки і якості знімка.
- ▲ **Моніторинг поточного стану об'єктів спостереження за даними аерокосмічних систем дистанційного зондування Землі:**
- ▲ побудова вектору параметрів дешифрувальних ознак об'єкту;
- ▲ автоматизація процесу векторизації об'єкту спостереження;
- ▲ виявлення змін по різночасовим знімкам.



### Description (features) methods

- ▲ Interconnecting of the data obtained by different optoelectronic systems while constructing orthophotos.
- ▲ Construction of 3D-models based on the data from earth remote sensing aerospace systems:
- ▲ obtaining of an object topographical characteristics by a series of images;
- ▲ automation of the process of creating an object 3D-model on the basis of the potential accuracy of the point data depending on surveying conditions and image quality.
- ▲ **Monitoring the current state of objects under observation according to aerospace of Earth remote sensing systems:**
- ▲ construction of parameters vector of object identification signs;
- ▲ automation of the vectoring process of the object under observation;
- ▲ changes detection by images taken at different time.



7

### Галузі використання методів

- ▲ Науково-технічне, методологічне та програмно-алгоритмічне забезпечення процесу створення геомodelей та інформаційної підтримки прийняття рішень о поточному стані об'єкту спостереження.

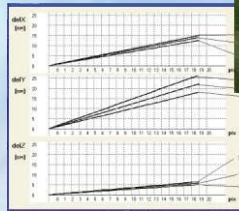
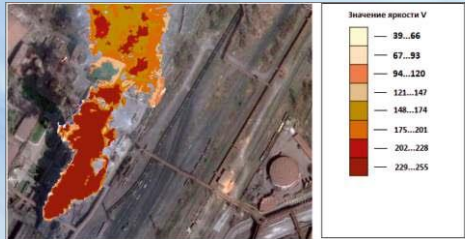
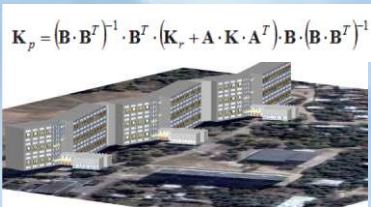
### Fields of use of methods

- ▲ Scientific, technical, methodological and algorithmic support of the process of creating geomodels and information support of making decisions on the current state of the object under observation.



## Приклади практичних результатів

- ▲ Отримання топографічних характеристик об'єкта по серії знімків.
- ▲ Автоматизація процесу побудови створення 3D-моделі об'єкту з урахуванням потенційної точності визначення координат точок в залежності від умов зйомки і якості знімка.



Побудова шкали відповідності кількісних оцінок якісним даним дозволяє отримувати інформацію щодо поточного стану об'єкта спостереження.

Building of conformance evaluation scale of quantitative evaluations to data quality



Виявлення змін по різночасовим знімкам.

Changes detection by images are taken at different time.

8

## Головні переваги методів The main advantages of the methods

- ▲ Комплексування даних отриманих з КА та з безпілотних літальних апаратів дозволяє отримувати більш повну та оперативну інформацію щодо території спостереження.
- ▲ Розроблені методи дозволяють використовувати дані з безпілотних літальних апаратів для побудови 3D – моделі об'єкта спостереження.
- ▲ Застосування розробленого методу побудови шкали відповідності кількісних оцінок якісним даним дозволяє отримувати інформацію щодо поточного стану об'єкта спостереження.
- ▲ Комплексування кольорових текстурних та фрактальних характеристик знімків забезпечує можливість автоматичної векторизації природних та антропогенних об'єктів.
- ▲ Interconnecting of the data obtained by the spacecrafts and UAVs allows to receive more complete and strategical information on the surveyed territory.
- ▲ The developed methods enable using data from UAVs to build 3D model of the object under observation.
- ▲ Application of the developed method of construction of conformance evaluation scale of quantitative evaluations to data quality provides obtaining information on the current state of the object under observation.
- ▲ Interconnecting of the colored texture and fractal characteristics of images provides automatic vectoring of natural and man-made objects.

## Головні публікації Main publications

- ▲ Березіна С.І. Сучасні інформаційні технології екологічного моніторингу Чорного моря: Монографія / С.І.Березіна, Бутенко О.С., Андреев С.М., та ін.- К.:Інформаційні системи, 2010.
- ▲ Пічугін М.Ф. Національна безпека: запобігання критичним ситуаціям: Монографія/ Ю.Г.Данік, Ю.І.Катков, М.Ф.Пічугін-Житомир: Рута, 2006.
- ▲ Пічугін М.Ф. Зарубіжні системи дистанційного зондування Землі з Космосу пдвійного призначення: Монографія/ О.О.Негода, В.Б.Толубко, С.П.Мосов, М.Ф.Пічугін-К: НАОУ, 2005
- ▲ Березіна С.І. Использование тензорного анализа для определения точек бифуркации в процессе прогнозирования состояния нестабильной системы экологического происхождения / С.І.Березіна, О.С.Бутенко// Системи обробки інформації: зб. наук. праць ХУ ПС Вип. 2(83). - X., 2010.
- ▲ Березіна С.І. Метод повышения информативности показателей Херста для определения границ устойчивости решений при прогнозировании динамики аномалий/ С.І.Березіна, О.С.Бутенко, Ю.О.Черных // Збірник наукових праць ХУ ПС. - Вип. 3(15).- X., 2010
- ▲ Березіна С.І. Получение пространственных координат объекта с использованием данных беспилотных летательных аппаратов / С.І.Березіна // Системи обробки інформації. - X. ХУПС, 2013. - Вип. 4(111), - с. 12-19.
- ▲ Березіна С.І. Определение последствий деятельности предприятий, загрязняющих окружающую среду по данным космического мониторинга / С.І.Березіна, О.С.Бутенко, Д.В.Еременко // Системи обробки інформації. - X.ХУПС, 2014. - Вип. 2(118), - с. 237-244.
- ▲ Березіна С.І. Автоматизация процесса отбраковки данных полученных с беспилотных летательных аппаратов / С.І.Березіна, К.В.Блінчкін // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. - X.ХУПС, 2014. - Вип. 1(14), - с. 82-89/
- ▲ Березіна С.І. Метод класифікації природних та антропогенних об'єктів на оптико-електронних зображеннях з використанням параметричного перетворення Хафа / С.І.Березіна, Г.В.Худов, Ю.С.Соломоненко // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: технічні науки. - Житомир: ЖДТУ, 2015. - № 6 (69). - С. 50-54.
- ▲ Карлов Д.В. Використання космічної інформації для геопросторової складової перспективних систем управління та підтримки прийняття рішень./Д.В.Карлов, С.В.Чуб, М.Ф.Пічугін, О.В.Воробйов//Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – Харків: ХУПС.-2013.-Вип. №1(10) – С. 120 – 122.
- ▲ Карлов Д.В. Аналіз сучасних викликів та загроз національній безпеці держави у сфері геоінформаційних технологій./Д.В.Карлов, М.Ф.Пічугін, О.О.Клімішен//Інформаційно – керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків: УкрДАЗТ.- 2014. - Вип. 1. – С. 68- 74..
- ▲ Клімішен О.О. Шляхи підвищення точності прив'язки видових зображень./Д.В.Карлов, Худов Г.В., Мсаллам К.П., Клімішен О.О. //Збірник наукових праць. Системи управління, навігації та зв'язку. – К.: Центральный науково-дослідний інститут навігації і управління, 2007. – Вип. 4.
- ▲ Клімішен О.О. Спосіб визначення розрізнавальної здатності інфрачервоних систем повітряної розвідки в лабораторних умовах./ Клімішен О.О., Іващук Б.М.,Бердочник А.Д.//Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Харків, 2008. Вип. 3(18) – с. 60 – 62.

## Контактна особа Contact person

**БЕРЕЗІНА СВІТЛАНА ІВАНІВНА**  
кандидат технічних наук  
старший науковий співробітник  
**BEREZINA SVITLANA**  
Candidate of Technical Sciences  
Senior Researcher  
(+38 067) 684 42 93  
e-mail: berezina-svetlan@ukr.net



# Синтез методів обробки сигналів в радіотехнічних системах в умовах порогового відношення сигнал-шум та малої вибірки

## Synthesis of methods of signal processing in radioelectronic systems in the conditions of threshold signal-to-noise ratio and small samples

### Опис (особливості) методів

- ▲ Розвинутий метод комбінованого оцінювання кутових координат джерел випромінювання у напрямку "підстрахування" методів спектрального аналізу (СА) з "надрозділенням" методом узгодженої обробки (рис.1)
- ▲ Розвинуто метод оцінювання кутових координат джерел випромінювання з використанням розріджених АР, сформованих із підрешіток (рис.2) для умов малої вибірки.
- ▲ Розроблені адаптивні до відношення сигнал-шум (ВСШ) варіанти технології сурогатних даних для покращення оцінки кореляційної матриці спостереження та характеристик методів СА, методів оцінки числа компонент сигналу в умовах малих ВСШ і малої вибірки.
- ▲ Розвинутий метод зменшення шуму спостереження в задачах СА, що використовує запропонований модифікований метод аналізу сингулярного спектра матриці спостереження (SSA - singular spectrum analysis)

### Description (features) methods

- ▲ The method of combined estimation of angular coordinates of radiation sources is developed in the direction of joint using the superresolution methods and matched processing method (fig.1)
- ▲ The method of estimation of angular coordinates of radiation sources with using sparse array composed of subarrays (fig.2) is developed for the small sample case.
- ▲ The variants of surrogate data technology, that are adaptive to signal-to-noise ratios, are obtained. It allows to improve the estimate of correlation matrix of observation and characteristics of spectral analysis methods and method of enumeration of number of signal components in the case of small signal-to-noise ratio and small samples.
- ▲ The method of noise reduction in the observation for the problems of spectral analysis is developed. It uses the proposed modified SSA(singular spectrum analysis) method

9

### Галузі використання методів

- ▲ багатоканальні телекомунікаційні та радіолокаційні системи;
- ▲ системи радіочастотного моніторингу.

### Fields of use of methods

- ▲ multichannel telecommunication and radar systems ;
- ▲ spectrum monitoring systems;

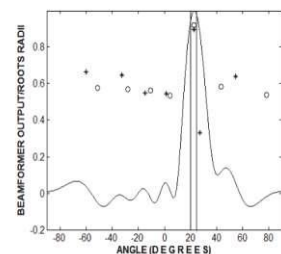


Рисунок 1 – Спектральна функція метода Бартлетта і модулі коренів полінома Root - MUSIC



Рисунок 2 – Лінійна розріджена АР з підрешіток

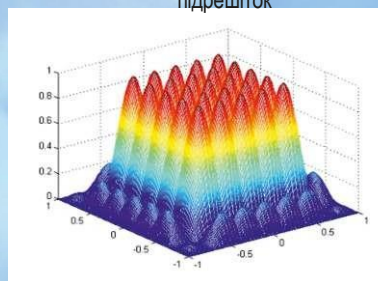


Рисунок 3 - Многочувая ДН прямоугольной антенной решетки  
Multibeam pattern of rectangular antenna array

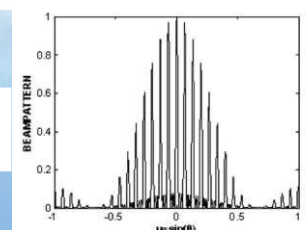


Рисунок 4 - Диаграмма направленности линейной разреженной АР  
Beampattern of linear sparse array

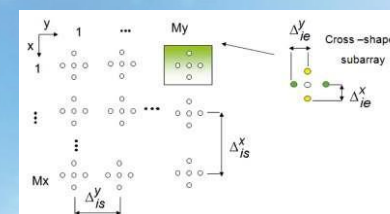


Рисунок 5 - Разреженная АР из крестообразных подрешеток  
Sparse array of cross-shaped subarrays



## Приклади практичних результатів

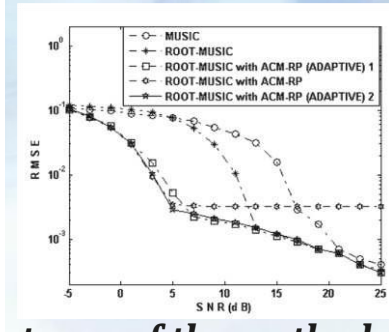
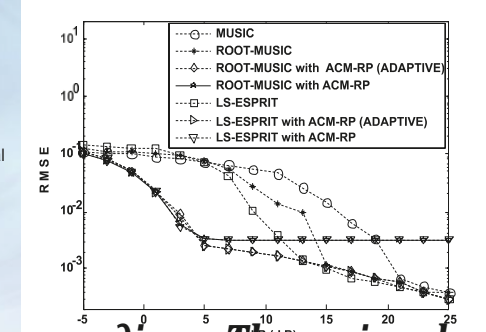
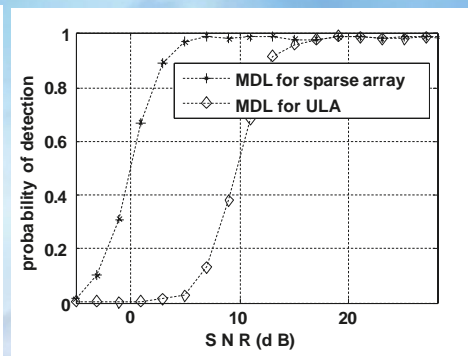
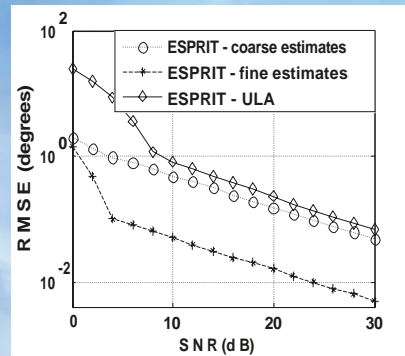
Оцінювання напрямків надходження радіохвиль та числа джерел випромінювання з використанням розрідженої антени

DOA estimation and estimation of the number of radiation sources based on sparse array

Оцінювання частот гармонічних компонент сигналу з використанням адаптивного варіанту технологій сурогатних даних.

Estimation of the frequencies of harmonic components of the signal using adaptive variant of surrogate data technology

## Examples of practical results



## Головні переваги методів The main advantages of the methods

- ▲ зменшення числа аномальних помилок оцінювання та підвищення точності оцінювання, роздільної здатності (за кутовими координатами, частотою) в умовах порогового ВСШ та малої вибірки;
- ▲ підвищення точності оцінювання кутових координат джерел випромінювання у порівнянні з лінійною еквідистантною антенною решіткою з такою ж кількістю антенних елементів;
- ▲ усунення постійності середньоквадратичної похибки оцінювання при високих ВСШ, яка має місце при використанні неадаптивних процедур формування сурогатних даних
- ▲ reduction of abnormal estimate number and improvement of the estimation accuracy, resolution capability (frequency and angular resolution) in the conditions of threshold SNR and small samples;
- ▲ improvement of the accuracy of angular coordinate estimation of emitters as compared to ULA with the same number of antenna elements;
- ▲ the elimination of constancy of RMSE of estimation in the case of high SNR which has a place in the case of application of non-adaptive procedures of surrogate data generation

## Головні публікації Main publications

- ▲ Vasilishin V. I. DOA estimation via unitary TLS –ESPRIT algorithm with structure weighting / V. I. Vasilishin // 27th URSI GA : int. conf., 17-24 August 2002, Maastricht, Netherlands : proc. of conf. — Maastricht, 2002
- ▲ Vasylyshyn V. I. Direction finding with superresolution using root implementation of eigenstructure techniques and joint estimation strategy / V. I. Vasylyshyn // European Conference on Wireless Technology : int. conf., 11-12 October 2004, Amsterdam, Netherlands : proc. of conf. — Amsterdam, 2004. — P. 101 — 104.
- ▲ Vasylyshyn V. I. Unitary ESPRIT-based DOA estimation using sparse linear dual size spatial invariance array / V. I. Vasylyshyn // European Radar Conference : int. conf., 6-7 October 2005, Paris, France : proc. of conf. — Paris, 2005. — P. 157 — 160
- ▲ Vasylyshyn V. Removing the outliers in Root-MUSIC via pseudo-noise resampling and conventional beamformer / V. Vasylyshyn // EURASIP Signal Processing Journal. — 2013. — Vol. 93. — P. 3423 — 3429.
- ▲ Костенко П. Ю. Повышение эффективности спектрального анализа сигналов методом RootMUSIC с использованием сурогатных данных / П. Ю. Костенко, В. И. Василишин // Известия вузов. Радиоэлектроника. — 2014. — Т. 57, №1. — С. 31 — 39.
- ▲ Василишин В. И. Адаптивный вариант технологии сурогатных данных для повышения эффективности спектрального анализа сигналов собственноструктурными методами / В. И. Василишин // Известия вузов. Радиоэлектроника. — 2015. — Т. 58, №3. — С.26 — 39.

## Контактна особа Contact person

**ВАСИЛИШИН ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ**

доктор технічних наук, доцент,  
нагороджений авардом молодого вченого міжнародної спілки вчених з радіоелектроніки (URSI) в 2002 році

**VASYLYSHYN VOLODYMYR**

Doctor of Technical Sciences (DSc), Associate Professor,  
recipient of the 2002 International Union of Radio Science (URSI) Young Scientist Award

(+38098) 239 61 65

e-mail: volodvas@rambler.ru

# Приховані інформаційно-комунікаційні (стеганографічні) системи на основі використання складних хаотичних сигналів

## Covert information and communication (steganographic) systems based on the use of complex chaotic signals

### Опис (особливості) методів

### Description (features) methods

- ▲ Отримані методи дозволяють підвищити скритність функціонування радіотехнічних систем, які використовують хаотичні сигнали шляхом ускладнення їх аттрактору, тобто зменшити ступінь його структурованості. Ступінь ускладнення аттрактору при запропонованих перетвореннях ілюструється на рисунку 1.
- ▲ Такі перетворення хаотичного сигналу дозволяють отримати аттрактор, подібний до аттрактору білого шуму. Це значно підвищує структурну та інформаційну скритність сигналів та систем.
- ▲ На рис. 2 ілюструється варіант розділення каналів в багатоканальних системах за рахунок використання ортогональних хаотичних сигналів зі своїми початковими значеннями формування.

- ▲ The obtained methods allow us to improve the stealthiness of functioning of radiotechnical systems that use chaotic signals by making their attractor more complex, i.e., by decreasing the degree of its structurization. The degree of the complexity of the attractor with the proposed transformations is shown in fig. 1.
- ▲ Such transformations of the chaotic signal allow us to obtain an attractor similar to the white noise attractor. This significantly increases the structural and informational stealth of the signals and systems.
- ▲ Fig. 2 shows a variation of separating the channels in multi-channel systems through the use of orthogonal chaotic signals with their initial values of formation.

$$x_0^{k,j} \quad (k \in 1 \dots N, j \in 1 \dots M)$$

where N and M are the number of rays in the azimuth and goniometric planes respectively.

11

де N та M - кількість променів в азимутальній та кутомірній площинах відповідно.

### Галузі використання методів

- ▲ скритні багатоканальні телекомунікаційні системи;
- ▲ LPI та MIMO – радіолокаційні системи;
- ▲ створення сурогатних сигналів та завад;
- ▲ виявлення сигналів будь-якої форми;
- ▲ перспективні мережецентричні системи
- ▲ протиповітряної оборони.

### Fields of use of methods

- ▲ covert multichannel telecommunication systems;
- ▲ LPI and MIMO - radar systems;
- ▲ creating surrogate signals and interference;
- ▲ detection of signals of any form;
- ▲ perspective network-centric air defence systems;
- ▲ air defence.

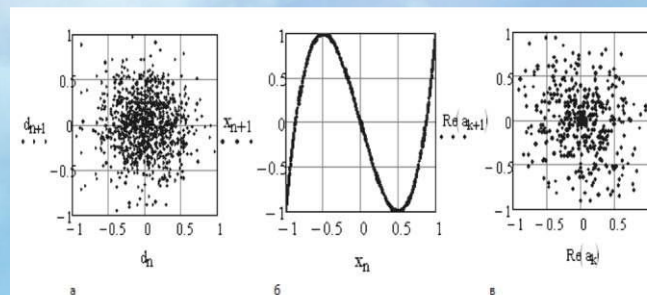


Рис. 1. Фазовий портрет: білого шуму (а), хаотичного сигналу (б), претвореного (фільтрованного) хаотичного сигналу (в).

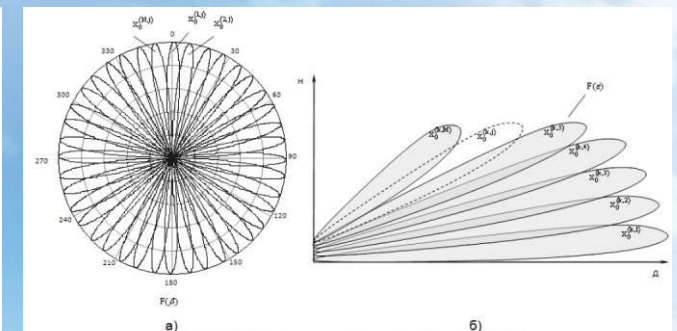


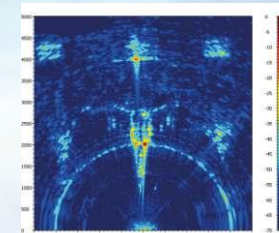
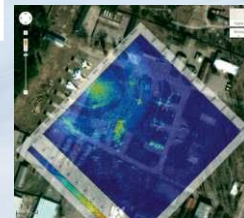
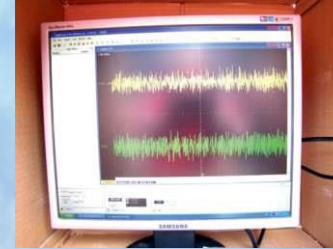
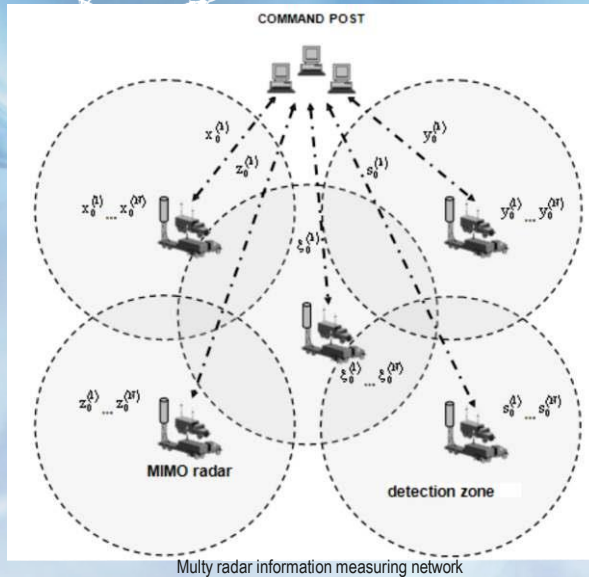
Рис. 2. Діаграми спрямованості циліндричної ФАР: а) в азимутальній площині; б) в кутомірній площині



## Приклади практичних результатів

## Examples of practical results

## Головні публікації Main publications



12

## Головні переваги методів

## The main advantages of the methods

- ▲ висока розрізняльна здатність за дальністю, що актуально в радіолокаційних системах;
- ▲ можливість формування множини ортогональних сигналів, що дозволяє забезпечити багатоканальність складних систем та їх електромагнітну сумісність;
- ▲ можливість самосинхронізації приймача та передавача й потенційно велику інформаційну ємність хаотичних систем зв'язку;
- ▲ можливість отримання різноманітних методів введення повідомлення в хаотичний сигнал.

- ▲ high range separating resolution, which is relevant for radar systems;
- ▲ the possibility to form a multiplicity of orthogonal signals, which allows to ensure the multi-channelling of complex systems and their electromagnetic compatibility;
- ▲ the possibility of the self-synchronization of the receiver and the transmitter and a potentially great information capacity of chaotic communication systems;
- ▲ the possibility to obtain diverse methods of introducing a message into a chaotic signal.

- ▲ Control Noise-Proof Recovery of Binary Information, Masked by Chaotic Oscillation of System with Delay / P. Yu. Kostenko, K. S. Vasyuta, A. N. Barsukov [et al] // Radioelectronics and Communications Systems. — 2008. — V. 51, No 2. — P. 97—100.
- ▲ Detection of the Chaotic Process Distorted by the White Noise Using BDS Statistics / P. Yu. Kostenko, K. S Vasiuta, A.N. Barsukov [et al] // Radioelectronics and Communications Systems. — 2009. — V. 52, No. 11. — P. 599—606.
- ▲ Васюта К.С. Особенности построения стеганографических систем радиосвязи / К.С. Васюта, С.В. Озеров, А. Н. Королюк // Электронное научное специализированное издание – журнал «Проблемы телекоммуникаций» — Х.:ХНУРЕ, 2012. – Вип. 3(8), – С. 94 –104. – Режим доступа к журн.: [http://pt.journal.kh.ua/2012/3/1/123\\_vasuta\\_sten.pdf](http://pt.journal.kh.ua/2012/3/1/123_vasuta_sten.pdf).
- ▲ SAR tomography for shortrange applications using MIMOground based noise waveformsar / K Lukin, K. S Vasiuta, // Applied radio electronics – 2015. – Vol.14. – № 3. – P. 257–261.
- ▲ Васюта К.С. Стеганографическая сеть передачи данных на основе MIMO-технологии и хаотических несущих [Электронный ресурс] / К.С. Васюта, С.В. Озеров // Проблеми телекомунікацій. – 2013. – № 2 (11). – С. 56–65. – Режим доступа к журн.: [http://pt.journal.kh.ua/2013/2/1/132\\_vasyuta\\_steg.pdf](http://pt.journal.kh.ua/2013/2/1/132_vasyuta_steg.pdf).

## Контактна особа Contact person

**ВАСЮТА КОСТЯНТИН Станіславович**

доктор технічних наук, професор

**VASYUTA KONSTANTIN**

Doctor of Technical Sciences (DSc), Professor

(+38050) 514 38 45

e-mail: kohafish@ukr.net



# Методи та засоби метрологічного забезпечення радіоелектронної апаратури та радіотехнічних систем

## Methods and tools of the metrological support of radio electronic equipment and radio engineering systems

### Опис (особливості) методів

### Description (features) methods



- ▲ Розроблені та обґрунтовані пропозиції щодо особливостей метрологічного забезпечення радіоелектронної апаратури та радіотехнічних систем, які відпрацювали встановлений ресурс.
- ▲ Розроблені та удосконалені математичні моделі експлуатації та метрологічного обслуговування еталонів і засобів вимірювання при переведенні їх на експлуатацію за технічним станом.
- ▲ Розроблені та удосконалені методи визначення періодичності метрологічного обслуговування (контролю технічного стану) радіоелектронної апаратури та радіотехнічних систем при їх експлуатації за технічним станом.
- ▲ Розроблені та удосконалені методи обґрунтування складу параметрів контролю при визначенні технічного стану радіоелектронної апаратури та радіотехнічних систем при їх експлуатації за технічним станом.
- ▲ Розроблені та удосконалені методи синтезу вимірювальних (тестових, випробувальних) сигналів для автоматизованого контролю технічного стану радіоелектронної апаратури та радіотехнічних систем.



- ▲ The proposals for specific features of metrological support of radio electronic equipment and radio engineering systems (which exceed their durability) were developed and validated.
- ▲ The mathematical models of operation (exploitation) and metrological maintenance of standards and measuring methods ( while exploiting them according to their technical state) were developed and improved.
- ▲ The methods of identifying of metrological maintenance rate ( technical state monitoring) of radio electronic equipment and radio engineering systems( while exploiting them according to their technical state) were developed and improved.
- ▲ The methods of validation of control parameters content while identifying the technical state of radio electronic equipment and radio engineering systems ( while exploiting them according to their technical state) were developed and improved.
- ▲ The methods of measuring (test) signals synthesis for automatic check of technical state of radio electronic equipment and radio engineering systems were developed and improved.



13

### Галузі використання методів

- ▲ На підприємствах приладобудівної промисловості України при створенні нового покоління засобів вимірювальної техніки з поліпшеними метрологічними та технічними характеристиками.
- ▲ На підприємствах військово-промислового комплексу при обґрунтуванні вимог щодо контролю зразків озброєння та військової техніки.
- ▲ У вищих навчальних закладах для метрологічних і приладобудівних спеціальностей.

### Fields of use of methods

- ▲ At the enterprises of Ukrainian instrument-making industry while developing new generation of measuring techniques with improved metrological and technical specifications.
- ▲ At the enterprises of military industrial complex while justifying the requirements concerning control of armament and military hardware samples.
- ▲ At higher educational establishments for metrology and instrument-making specialties.

### Головні переваги методів

- ▲ Розроблені методи узгодження результатів вимірювання параметрів радіоелектронної апаратури та радіотехнічних систем за допомогою засобів вимірювання іноземного виробництва.
- ▲ Запропоновані методи коригування періодичності проведення метрологічного обслуговування (контролю технічного стану) радіоелектронної апаратури та радіотехнічних систем при їх експлуатації за станом.
- ▲ Удосконалений метод обґрунтування складу параметрів контролю перспективних керованих ракет при визначенні їх технічного стану з урахуванням особливостей їх експлуатації та метрологічної надійності засобів вимірювання.
- ▲ Розроблені методи синтезу вимірювальних сигналів з використанням теорії варіаційного числення та оптимального управління для автоматизованого контролю технічного стану радіотехнічних систем.
- ▲ Запропоновані алгоритми роботи автоматизованих аналізаторів відгуку на вхідні вимірювальні сигнали при контролі технічного стану радіотехнічних систем.



# Приклади практичних результатів

# Examples of practical results

# Головні публікації Main publications

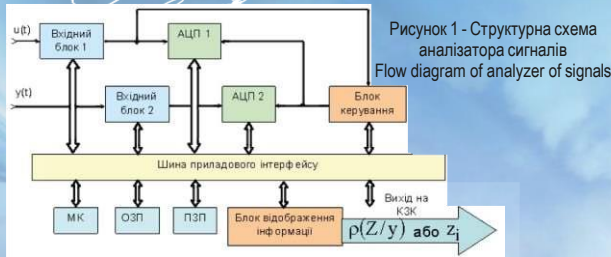


Рисунок 1 - Структурна схема аналізатора сигналів  
Flow diagram of analyzer of signals

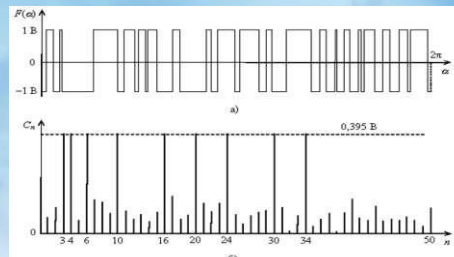


Рисунок 2 - Полігармонійний сигнал (а) і його амплітудний спектр (б) для контролю передачі даних  
Poligarmonnyy signal (a) and him peak spectrum (b) for control of ducting of communication of data

Узагальнена модель обробки вихідного сигналу радіотехнічної системи при контролі її технічного стану представлена як сукупність аналітичних залежностей для апостеріорної функції розподілу параметрів контролю / The model of the initial signal of the radio engineering system processing is generalized at control of it the technical state presented as an aggregate of analytical dependence for a posteriori function of distributing of control parameters

$$\rho(z/y) = \frac{\rho(z,y)}{\int \rho_1(q)\rho_2(\xi)\delta[z-z(q)]\delta[y-y_0(q)-\xi]dq d\xi} = \frac{\rho(y)}{\int \rho_1(q)\rho_2(\xi)\delta[y-y_0(q)-\xi]dq d\xi} = \frac{\int z(q)\rho(q)\rho[y-y_0(q)]dq}{\int \rho(q)\rho[y-y_0(q)]dq}$$

$\rho(z/y)$ ,  $\rho(z,y)$ ,  $\rho(y)$  – апостеріорні функції розподілу узагальнених параметрів контролю  $z$  залежно від вихідного сигналу  $y$  / posterior distribution function of generalized control parameters  $z$  depending on the output signal  $y$ ;  $\rho_1(q)$ ,  $\rho_2(\xi)$  – апіорні функції розподілу параметрів контролю  $q$  і перешкоди  $\xi$  відповідно / priori distribution function control parameters  $q$  and obstacles  $\xi$  respectively;  $y_0(q)$  – зразковий вихідний сигнал / exemplary output signal;  $\delta$  – дельта функція / delta function;  $n$ ,  $m$  – кількість параметрів контролю та узагальнених параметрів відповідно / the number of control parameters and generalized parameters respectively;  $s$  – кількість складових перешкоди / number components obstacles.

Комплексний економічний показник ефективності метрологічного обслуговування зразка  $W_{mo}$ , який враховує витрати  $C$  на знаходження зразка в тому або іншому стані  $P_i$  моделі експлуатації й при переході  $C_{ij}$  з одного стану в інше  $P_{ij}$ , а також економічний ефект (користь)  $C$  від застосування зразка за призначенням / Complex economic indicator of efficiency of metrology maintenance of standard  $W_{mo}$ , which takes into account charges  $C$  on finding a standard in that or other state  $P_i$  of model of exploitation and in transition  $C_{ij}$  from one state in other  $P_{ij}$ , and also economic effect (benefit)  $C$  from application a standard on purpose

$$W_{mo} = \frac{BT/T_0}{BT/T_0 + A(C^+ + C^-)}$$

$$B = \left[ \sum_{i=1}^n C_i P_i(\chi) + \sum_{i=1}^n C_{ij} P_{ij}(\chi) + E \right]$$

$T_0$ ,  $T$  – визначений ресурс і тривалість експлуатації відповідно / determined life and duration of operation respectively;  $A$  – коефіцієнт, який враховує вплив перешкод на виконання завдання зразком / factor for the interference to the assignment model;  $E_n$  – нормувальний коефіцієнт / normalizing factor;  $n$  – число станів моделі експлуатації зразка / the number of states operating model design.

## The main advantages of the method

- ▲ The algorithms of result concordance of parameter measuring for radio-electronic equipment and radio engineering systems (by means of using measuring tools of foreign manufacture) are developed
- ▲ The methods of correcting of metrological maintenance rate (technical state monitoring) of radio electronic equipment and radio engineering systems (while exploiting them according to their technical state) were proposed.
- ▲ The method of validation of control parameters content of advanced guided missiles (while identifying their technical state and taking into an account the special features of exploiting them) was improved.
- ▲ The methods of measuring signals synthesis using the variational calculus and optimal control theory for the automated check of the technical state of the radio engineering systems are developed.
- ▲ The algorithms of work of the automated entrance measuring signal reply evaluator during the radio engineering systems technical state check.

- ▲ Войтенко С.О. Нормативні та організаційні основи метрологічного забезпечення військ (сил). *Науч.-метод. посіб.* / С.С. Войтенко, С.В. Герасимов. – Х.: ХУПС, 2012. – 296с.
- ▲ Установка калибрования високочастотных амперметров и вольтметров / Патент на корисну модель № 86037. – Бюл. № 23 від 10.12.2013. – 4 с.
- ▲ Герасимов С.В. Застосування векторних аналізаторів для контролю за частотним розподіленням радіосигналів / Герасимов С.В., Подорожняк А.О., Рачинський О.П. // *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. – Х., 2012. – Вип. 1 (7). – С. 105–108.
- ▲ Герасимов С.В. Рекомендації щодо удосконалення технічної основи метрологічного за безпечення ВМС ЗС України / Герасимов С.В., Кулагін К.К., Фомов В.Ф. // *36. наук. пр. Академії ВМС імені П.С. Нахімова*. – Севастополь, 2012. – Вип. 2 (10). – С. 196–202.
- ▲ Чинков В.М. Дослідження та обґрунтування критеріїв оптимізації вимірювальних сигналів для контролю технічного стану систем автоматичного управління / В.М. Чинков, С.В. Герасимов // *Український метрологічний журнал*. – 2013. – № 4. – С. 43–47.
- ▲ Герасимов С.В. Синтез оптимального тестового сигналу для определения технического состояния системы автоматического управления / Можаяв А.А., Подорожняк А.А., Герасимов С.В., Петрукович Д.Е. // *Оралдын гылым жаршысы: науч.-теор. и прак. журнал*. – Уральск, 2014. – № 41 (120). – С. 68–76.
- ▲ Чинков В.М. Варіаційний метод і методики синтезу оптимального вимірювального сигналу для контролю технічного стану системи автоматичного управління / В.М. Чинков, С.В. Герасимов // *Український метрологічний журнал*. – 2014. – № 1. – С. 59–64.
- ▲ Герасимов С.В. Аналіз оптимального вимірювального сигналу залежно від тривалості контролю технічного стану бортового обладнання ракетного озброєння / С.В. Герасимов // *Військово-технічний збірник*. – Львів, 2014. – № 1 (10). – С. 110–114.
- ▲ Герасимов С.В. Розробка методу синтезу оптимальної системи управління / С.В. Герасимов // *Український метрологічний журнал*. – 2014. – № 3. – С. 42–50.
- ▲ Method of synthesis of the automatic control system adjustment circuit parameters / Gerasimov S., Mozhayev A., Nakonechniy A., Podorozhniak A. // *Наука і студія*. – Przemysl, 2015. – Nr. 12 (143). – P. 61–67.
- ▲ Герасимов С.В. Пропозиції з удосконалення повірки високочастотних амперметрів за допомогою термоперетворювача / Котов А.В., Борисенко М.В., Герасимов С.В. // *Наука і техніка ПС ЗС України*. – Х., ХУПС. – 2015. – Вип. 4 (21) – С. 110–112.
- ▲ Герасимов С.В. Пропозиції з удосконалення системи кодифікації предметів системи збройних Сил України / Демлюк Б.О., Герасимов С.В., Борисенко М.В. // *Система збройних Сил України*. – Львів, 2015. – № 3 (43). – С. 163–166.

## Контактна особа Contact person

ГЕРАСИМОВ СЕРГІЙ Вікторович

доктор технічних наук,  
старший науковий співробітник  
GERASIMOV SERGEY

Doctor of Technical Sciences (DSc)  
Senior Researcher

(+38 066) 027 80 18; (+38 067) 259 34 73  
e-mail: gsvnr@ukr.net



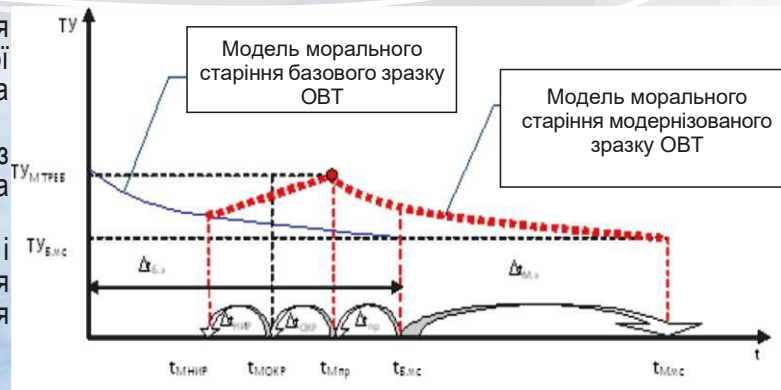
# Системний аналіз, програмно-цільове планування і управління у оборонній галузі, воєнно-економічний аналіз

## System analysis, target-oriented planning and management in the defence industry, military-economic analysis

### Опис методології, що була розроблена

### Description of the developed methodology

- ▲ Створення наукових принципів управління складними проектами та Державної цільової оборонної програми розвитку озброєння та військової техніки (ДЦОПР ОВТ).
- ▲ Розвиток наукового напрямку, пов'язаного з системним аналізом складних програм та проектів, що управляються.
- ▲ Розроблено єдиний методологічний підхід і створено системний інструментарій для формування, планування та управління ДЦОПР ОВТ.



- ▲ Scientific principles of managing complex projects and the National Defence Program of Armament and Military Equipment Development (NDPAMED) have been developed.
- ▲ Progress has been made in the scientific area related to the system analysis of managed complex programs and projects
- ▲ A common methodological approach and system instrumentarium for the formation, planning and management of NDPAMED have been developed.

15

### Галузі використання системної методології

- ▲ Використання розробленої системної методології та науково-методичного апарату формування ДЦОПР ОВТ, розроблення проектів з розробки зразків ОВТ та управління цими процесами дозволить здійснювати науково-технічне супроводження дослідно-конструкторських робіт зі створення нових і модернізації існуючих зразків ОВТ та забезпечити їх прийняття на озброєння ЗС України, інших військових формувань та правоохоронних органів

### Systemic methodology application areas

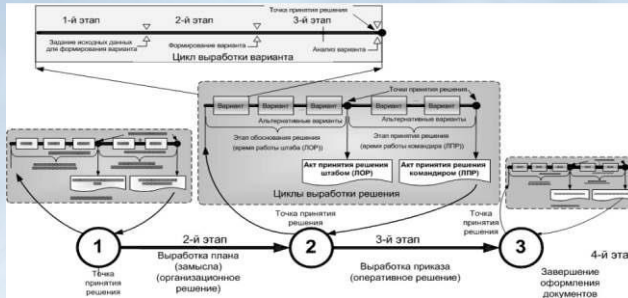
- ▲ Using the developed systemic methodology and scientific-methodological apparatus of NDPAMED formation weapons, the development of armament and military equipment projects, and the management of these processes will allow scientific and technical support of experimental design and development work on the creation of new and modernization of existing weapons and equipment and ensure their introduction into service with the Armed Forces of Ukraine, other military formations, and law enforcement forces.





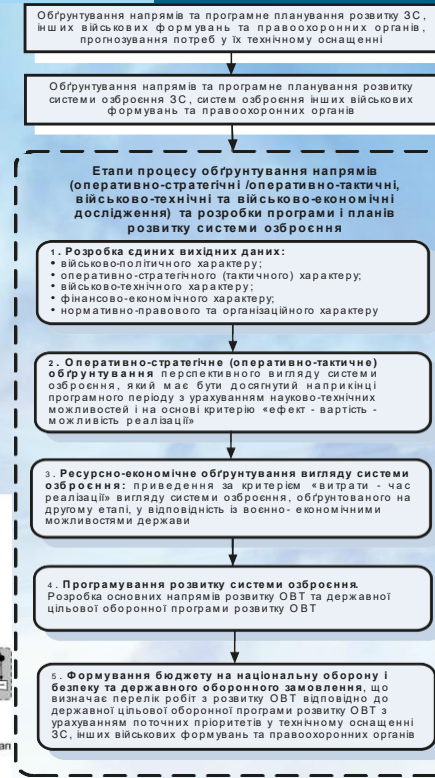
## Приклади практичних результатів

- 1. Розроблена методологія формування, планування та управління ДЦОПР ОБТ є основою для прийняття управлінських рішень керівників верхнього рівня управління на концептуальному рівні представлення програми.
  - 2. Розроблене організаційно-методичне забезпечення та комп'ютерна технологія системного формування, планування та управління ДЦОПР ОБТ використовуються у проектній діяльності проектувальників ОБТ
  - 3. Основні результати роботи використовуються при обґрунтуванні завдань і заходів довгострокових та середньострокових ДЦОПР ОБТ.
- 1. The developed methodology for the formation, planning and management of NDPAMED is the basis for managerial decision making by top-level executives at the conceptual level of the program.
  - 2. The developed organizational and methodological support and the computer technology of the systemic formation, planning and management of NDPAMED are used in the project activities of NDPAMED project developers.
  - 3. The main results of the work are used when providing rationale for the tasks and activities of the long-term and medium-term NDPAMED.



## Examples of practical results

## Головні публікації Main publications



- Демидов Б. А. Системно-концептуальные основы деятельности в военно-технической области. Книга 1. Концептуальные основы и элементы национальной безопасности /Б.А. Демидов, А.Ф. Величко, И.В. Волощук; Под ред. Б.А. Демидова. – К.: Технологічний парк, 2004. – 736 с.
- Демидов Б. А. Системно-концептуальные основы деятельности в военно-технической области. Книга 2. Организационно-методические основы деятельности в военно-технической области /Б.А. Демидов, А.Ф. Величко, И.В. Волощук; Под ред. Б.А. Демидова. – К.: Технологічний парк, 2006. – 1152 с.
- Демидов Б.А. Системная методология планирования развития, предпроектных исследований и внешнего проектирования вооружения и военной техники / Б. А. Демидов, М. И. Луханин, А. Ф. Величко, М.В. Науменко; Под ред. Б.А.Демидова. – К.: ИД «Стилос», 2011.–464 с.
- Демидов Б. А. Системно-концептуальные основы методологии военно-научных исследований и решения прикладных военно-технических проблем. Книга 1: Монография / Б. А. Демидов, С. Н. Остапенко, М. И. Луханин, А. Ф. Величко, М. В. Науменко, О. А. Хмелевская, Т. И. Филякова; под ред. Б. А. Демидова. – Тверь: ЗНП АО «Отделение ПВЭ и Ф», 2014. – 676 с.
- Демидов Б. А. Системно-концептуальные основы методологии военно-научных исследований и решения прикладных военно-технических проблем. Книга 2: Монография / Б. А. Демидов, С. Н. Остапенко, М. И. Луханин, М. В. Науменко, Т. И. Филякова; под ред. Б. А. Демидова. – Тверь: ЗНП АО «Отделение ПВЭ и Ф», 2014. – 688 с.
- Демидов Б. А. Системно-концептуальные основы методологии военно-научных исследований и решения прикладных военно-технических проблем. Книга 1: Монография / Б. А. Демидов, С. Н. Остапенко, М. И. Луханин, А. Ф. Величко, М. В. Науменко, О. А. Хмелевская, Т. И. Филякова; под ред. Б. А. Демидова. – Тверь: ЗНП АО «Отделение ПВЭ и Ф», 2014. – 560 с.
- Демидов Б.О. Концептуальні положення щодо створення автоматизованої системи управління протиповітряною обороною держави / Б.О. Демидов, Ю.Ф. Кучеренко // Наука і оборона. – Київ: МО України. – 2014. – Вип. 3 – С. 51-56.
- Демидов Б. О. Визначення співвідношення виконання фаз життєвих циклів автоматизованих систем військового призначення у процесі їх розробки / Б. О. Демидов, Ю. Ф. Кучеренко // Наука і оборона. – 2012 – № 2. – С.48-53.
- Демидов Б. О. Системна методологія обґрунтування, формування та реалізації оперативно-тактичних і тактико-технічних вимог до зразків (комплексів, систем) озброєння та військової техніки / Б. О. Демидов, М. І. Луханін, М. В. Науменко // Наука і оборона. – 2011. – №1. – С.45-50.

## Головні переваги методології

- 1. Запропоновано методологію формування, планування і управління розвитку ДЦОПР ОБТ, що на відміну від існуючих засновано на системній концепції розвитку складної техніки, багаторівневого поданні та системному управлінні проектними діями, що дозволяє підвищити ефективність процесів планування та проектування і забезпечити якість створюваних виробів ОБТ.
- 2. Запропоновано системний сценарій вибору напрямів розвитку ОБТ, який на відміну від існуючих урахує багаторівневі взаємодії в організаційних структурах управління, досвід кваліфікованих фахівців і дозволяє обґрунтовано вибрати напрями розвитку ДЦОПР ОБТ.
- 3. Розроблено метод планування комунікацій в організаційних структурах управління ДЦОПР ОБТ, що на відміну від існуючих ґрунтується на системному моделюванні, плануванні, управлінні, оптимізації комунікацій, виборі раціональних протоколів для інформаційних взаємодій менеджерів та виконавців програм та проектів ДЦОПР ОБТ.

## The main advantages of the methodology

- 1. A methodology for the formation, planning and management of NDPAMED has been proposed, which, in contrast to such other existing methodologies, is based on a comprehensive concept of complex materiel development, multi-level consideration and systemic management of projects, which allows to increase the effectiveness of planning and designing and ensures the quality of the produced armament and military equipment.
- 2. A systemic scenario for the selection of armament and military equipment development directions has been proposed, which, in contrast to other existing ones, takes into consideration multilevel interactions in organizational structures of management, the experience of skilled professionals, and allows to choose NDPAMED directions of development.
- 3. A method of planning communications in NDPAMED organizational structures of management has been developed, which, in contrast to such other existing methods, is based on the systemic modelling, planning, management, and optimization of communication, and the selection of rational protocols for information interactions between the managers and performers of NDPAMED programs and projects.

## Контактна особа Contact person

ДЕМІДОВ БОРИС Олексійович  
доктор технічних наук, професор  
DEMIDOV BORIS  
Doctor of Technical Sciences, Professor  
(+38 057)067-31-68  
(+38 050) 401-10-37  
e-mail: demidov\_boris\_oleks@ukr.net



# Локація маловисотних цілей над морем

## за межами дальності прямої видимості

# Location of low-altitude targets over the sea surface

## beyond direct visibility range

### Опис (особливості) методів

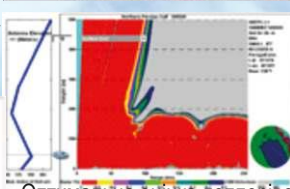
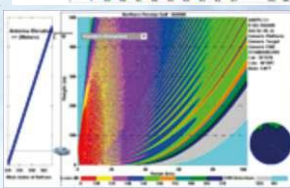
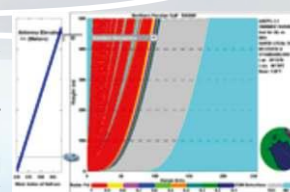
### Description (features) methods

При поширенні радіохвиль над морем спостерігаються такі явища як рефракція, дальнє тропосферне розповсюдження, приповерхневе поширення радіохвиль, поширення радіохвиль у приповерхневих і підведених тропосферних хвилювачах.

За певних сприятливих метеорологічних умов через ці механізми радіохвилі поширюються за межі дальності прямої видимості, що дозволяє здійснювати також і локацію маловисотних цілей за межами дальності прямої видимості.

Розроблені методологічні засади оцінювання переважного механізму поширення радіохвиль за межі дальності прямої видимості. Встановлено, що при локації цілей в розглянутому випадку за рахунок тропосферних неоднорідностей різного масштабу збільшуються похибки вимірювання координат та швидкості маловисотних цілей. Визначений механізм виникнення таких похибок. Розроблені теоретичні засади синтезу адаптивних оптимальних вимірювачів координат та швидкості руху маловисотних цілей, що дозволяють при локації об'єктів за межами дальності прямої видимості вимірювати їх швидкість і координати із похибками, не гірше, ніж в межах дальності прямої видимості. Вказані обставини перевірені експериментальним шляхом в період із 1998 по 2015 рік в акваторії Чорного та Азовського морів.

В результаті досліджень встановлено, що флуктуації похибок, які обумовлені особливостями поширення радіохвиль за межі дальності прямої видимості розподілені за нормальним законом. Ці обставини дозволяють за критерієм максимуму логарифму правдоподібності синтезувати оптимальні вимірювачі часу затримки та доплерівського зсуву частоти сигналу, відбитого від об'єктів за межами дальності прямої видимості, а також кутових координат та оцінити похибки вимірювань.



- ▲ In the process of radiowave propagation above sea level the following phenomena are observed: refraction, distant tropospheric propagation, near-surface radiowave propagation, radiowave propagation in near-surface and elevated tropospheric wave ducts.
- ▲ Under certain favorable meteorological conditions the radiowaves are propagated beyond the limits of visibility range through these mechanisms that allow the realization of low-level targets detection beyond the limits of visibility range.
- ▲ Methodological principles of evaluation of the predominant mechanism of radiowave propagation beyond the limits of visibility range are developed. It was determined that in the observed case in the process of target detection the errors in calculating coordinates and speed of low-level targets are increased because of the tropospheric inhomogeneity of different scale. The mechanism of such errors origins was determined. Theoretical principles of synthesis of adaptive optimal measuring instruments of coordinates and speed of low-level targets were constructed, that allow to measure speed and coordinates of the objects beyond the limits of visibility range with errors as good as within the limits. The above-mentioned circumstances were verified by means of experiments during the period from 1998 till the current year in the water zones of the Black sea and the sea of Azov.
- ▲ As a result of the research it was determined that error fluctuations that are caused by peculiarities of radiowave propagation beyond the limits of visual range were distributed according to the normal law. These circumstances allow to synthesize the appropriate calculation of delay time and Doppler frequency shift of the signal reflected from the objects beyond the visibility range and angular coordinates as well as to evaluate measuring errors according to the probability logarithm criteria maximum.

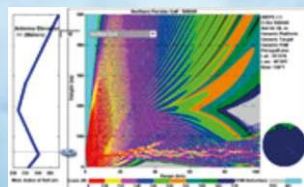
17

### Галузі використання методів

- ▲ Радіолокаційні засоби контролю повітряного простору на малих та гранично малих висотах

### Fields of use of methods

- ▲ Radar means of air space control at low and ultra-low heights.



Оптимальна оцінка доплерівського зсуву частоти сигналу, відбитого від об'єкту за межами дальності прямої видимості

$$\hat{\Omega} = \int_{-\infty}^{\infty} y(t) \cdot R(t) dt \cdot \left[ \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} t \cdot R(t) dt \right]^{-1}$$

Дисперсія вимірювання часу запізнення сигналу, відбитого від об'єкту за межами дальності прямої видимості

$$\sigma_t^2 = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \Phi(\Omega - \Omega_1) R(\Omega_1) R(\Omega) d\Omega_1 d\Omega \cdot \left[ \int_{-\infty}^{\infty} \Omega \text{rect} \left( \frac{\Omega - \Omega_0}{\Delta\Omega} \right) R(\Omega) d\Omega \right]^{-2}$$

Дисперсія вимірювання доплерівського зсуву частоти сигналу, відбитого від об'єкту за межами дальності прямої видимості

$$\sigma^2 = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \Phi(t-s) R(t) R(s) dt ds \cdot \left[ \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} t \cdot R(t) dt \right]^{-2}}{\int_{-\infty}^{\infty} \Phi(t-s) \cdot \left[ \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} \geq (t-s) R(s) ds = t \cdot \text{rect} \left( \frac{t}{T} \right) \right]^{-2} dt}$$

- вагова функція

Φ(t-s) - кореляційна функція фазових флуктуацій

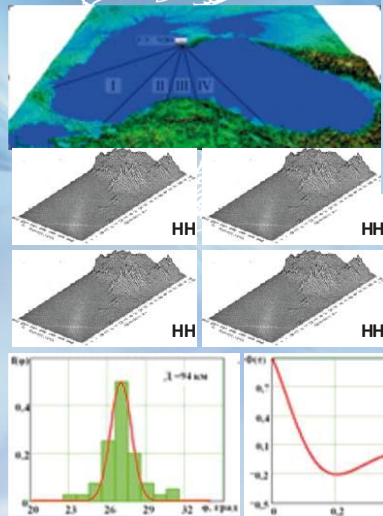
Оптимальна оцінка часу запізнення сигналу, відбитого від об'єкту за межами дальності прямої видимості

$$\hat{t}_s = \int_{-\infty}^{\infty} y(\Omega) R(\Omega) d\Omega \cdot \left[ \int_{-\infty}^{\infty} \Omega \text{rect} \left( \frac{\Omega - \Omega_0}{\Delta\Omega} \right) R(\Omega) d\Omega \right]^{-1}$$

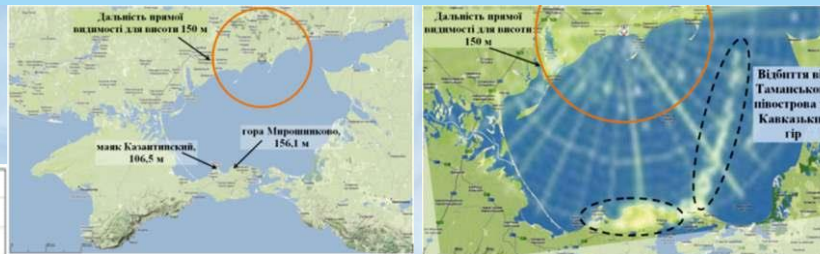


## Приклади практичних результатів

## Examples of practical results



- ▲ Використання запропонованих методів дозволяє суттєво скоротити кількість радіолокаційних засобів приморського базування, призначених для виявлення маловисотних цілей, без зменшення зони контролю та знизити нижню границю радіолокаційного поля фактично до морської поверхні.
- ▲ Application of proposed methods allows to reduce significantly the amount of radar means of coastal deploying, intended for low-level targets detection without reducing the control zone and reducing the lower limit of a radar field practically up to the sea level.



Кореляційні функції флуктуацій сигналу

$$\Phi(t - \tau) = \sigma_{\varphi}^2 \cdot \exp \left\{ - \left| \frac{t - \tau}{\rho} \right| \right\}$$

$$\Phi(t - \tau) = \sigma_{\varphi}^2 \cdot \exp \left\{ - \left| \frac{t - \tau}{\rho} \right| \right\} \cdot \cos w_0(t - \tau)$$

18

## Головні переваги методів

## The main advantages of the methods

- ▲ Використання синтезованих вимірювачів, у порівнянні із вимірювачами, що синтезовані за уяви про вимірювання швидкості і координат об'єкту на фоні лише білого шуму, дозволяють при локації маловисотних цілей на дальностях 100-250 км зменшити флуктуаційні похибки вимірювань у декілька разів і довести їх до рівня, що відповідає вимірюванням в межах дальності прямої видимості.

- ▲ Application of synthesized measuring instruments in comparison with those measuring instruments that were synthesized based on the idea about calculating the speed and coordinates of the object only against the white noise allow detection of low-level targets at the distance of 100-250 km reducing the fluctuation errors of calculations by several times and adjusting to the level corresponding the calculations within the limits of visual range.

## Головні публікації Main publications

- ▲ Петрушенко Н.Н. Теоретические основы синтеза систем обеспечения устойчивости сопровождения маневрирующих целей, лоцируемых за пределами радиогоризонта: монография / Н.Н. Петрушенко, Г.В. Певцов, Д.В. Карлов, Г.А. Кучук. – Х.: ХУПС, 2012. – 336с.
- ▲ Карлов В.Д. Просторово-часове розподілення пасивних завод у зоні контролю радіолокаційних станцій приморського базування / В.Д. Карлов, О.А. Коваль, О.І. Самохвалов // 36. наук. пр. ЦНДІ ОВТ ЗСУ. – 1998. – Вип. 2. – С.85–87.
- ▲ Карлов Д.В. Потенциальные показатели качества обнаружения низколетящих целей в условиях существования тропосферного волновода над морской поверхностью / Д.В. Карлов, В.Л. Мисайлов, Ю.И. Рафальский // Системы обраб. информации. – 2003. – Вип. 5. – С. 129–134.
- ▲ Мисайлов В.Л. Оперативное измерение индекса преломления для диагностики тропосферных волноводов / В.Л. Мисайлов, Ю.Н. Ульянов // Системы обраб. информации. – 2005. – Вип. 6. – С. 82–109.
- ▲ Карлов В.Д. Аналіз флуктуацій інформативних параметрів радіолокаційних сигналів при їх розповсюдженні над морем / В.Д. Карлов, М.М. Петрушенко, А.В. Челпанов // Системи озброєння і військ. техніка. – 2008. – Вип. 4. – С. 122–126.
- ▲ Карлов В.Д. Свойства морского тропосферного волновода как элемента радиоканала / В.Д. Карлов, В.Л. Мисайлов, Н.Н. Петрушенко // Системи обраб. информации. – 2008. – Вип. 6. – С. 54–59.
- ▲ Петрушенко М.М. Особливості застосування радіотехнічних систем Повітряних Сил в нестабільних гідрометеорологічних умовах та стихійних метеорологічних явищах / М.М. Петрушенко // Системи упр., навігації та зв'язку. – 2009. – Вип. 2. – С. 54–57.
- ▲ Мінервин М.М. Граничні можливості послаблення зовнішньої завади при оптимальній просторовій обробці реалізації корисного сигналу і завади, що приймаються, в радіотехнічних системах приморського базування / М.М. Мінервин, В.Д. Карлов, М.М. Петрушенко, О.Я. Луковський // Системи озброєння і військ. техніка. – 2009. – Вип. 2. – С. 99–102.
- ▲ Мисайлов В.Л. Мисайлов В.Л. Исследование распространения радиоволн в тропосферном волноводе // Системы обраб. информации. – 2009. – Вип. 7. – С. 100–104.
- ▲ Maksimova N. Identification of Conditions Contributory to Anomalous Radiowave Refraction in PBL with the Help of Sodar And RASS [Електроний ресурс] / N. Maksimova, Y. Ulyanov, V. Vetrov, V. Misaylov // Proc. 15th International Symposium for the Advancement of Boundary Layer Remote Sensing, 28 – 30 June 2010, Paris, France. – Режим доступу: <http://www.isars2010.uvsq.fr>
- ▲ Карлов В.Д. Статистичні характеристики радіолокаційних сигналів, відбитих від місцевих предметів в умовах аномальної рефракції / В.Д. Карлов, Г.В. Певцов, М.М. Петрушенко, В.Л. Мисайлов // Наука і техніка Повітр. Сил Збройн. Сил України. – 2011. – № 1. – С. 69–72.

## Контактна особа Contact person

**КАРЛОВ ВОЛОДИМИР Дмитрович**  
доктор технічних наук, професор  
Заслужений діяч науки і техніки України  
**KARLOV VOLODIMIR**  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Honored Scientist and Technician of Ukraine  
(+38 067) 901 49 97  
e-mail: karlovvd@ukr.net



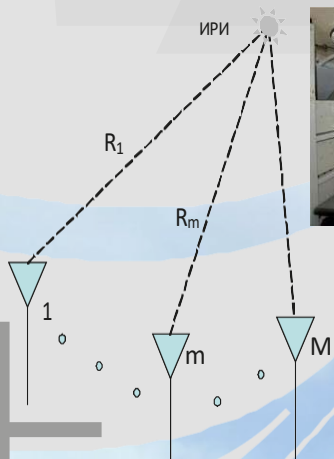
# Теорія та практика просторово-часової обробки сигналів з невідомими видами і параметрами модуляції

## Theory and practice of space and time processing of signals with unknown types and modulation parameters

### Опис (особливості) методів

### Description (features) methods

19



### Галузі використання методів

- багатопозиційні системи контролю радіоелектронної обстановки з визначенням просторових координат джерел радіовипромінювання
- станції радіомоніторингу, радіоелектронної розвідки і пасивної локації

### Fields of use of methods

- Multiposition control systems of radio-electronic environment with determining of space coordinates for radio emission sources.
- Stations of radio monitoring, electronic surveillance and passive location

Загальний випадок. Багатопозиційна приймальна система.

Розроблені методи просторово-часової розробки сигналів дозволяють отримати оптимальні алгоритми виявлення при їх багатоканальному прийомі в умовах, коли апіорні відомості про вид та параметри модуляції невідомі.

Розглянутий загальний випадок багатопозиційного прийому, коли взаємні запізнення сигналів можуть перевищувати інтервал кореляції. Із загального випадку витікають алгоритми обробки для випадку прийому багатоелементною антеною.

Вирішений ряд часткових задач. До них відносяться виявлення широкосмужових сигналів з невідомими параметрами модуляції та швидкодійні алгоритми пеленгування джерел таких сигналів.

$$Y(t) = S(t) + N(t);$$

$S_m(t)$  – сигнали;  $m=1..M$ . Невідомі  $a(t)$ ,  $\varphi(t)$ .

Оптимізація обробки. Адаптивний байєсовий підхід

$v$  – вектор інформативних параметрів;

$\chi$  – вектор неінформативних параметрів;

Спектральна форма прийнятих сигналів

Логарифм відношення правдоподібності

а) просторово-когерентна приймальна система

$$z = \sum_{m=1}^M w_m^2 \left| \frac{\int_{R_m} d(\alpha) d^*(\alpha) R}{\int_{R_m} d(\alpha) d^*(\alpha) R} \right|^2 + 2 \sum_{m=1}^{M-1} \sum_{n=m+1}^M w_m w_n \frac{\int_{R_m} d(\alpha) d^*(\alpha) R}{\int_{R_m} d(\alpha) d^*(\alpha) R} \frac{\int_{R_n} d(\alpha) d^*(\alpha) R}{\int_{R_n} d(\alpha) d^*(\alpha) R}$$

Частковий випадок. M-елементна кільцева антена решітка

$$z = \sum_{k=1}^K \left| \frac{\mathbf{X}_k^* \mathbf{F}_k}{\int_{R_k} d(\alpha) d^*(\alpha) R} \right|^2 = \sum_{k=1}^K \mathbf{X}_k^* \hat{\Phi}_k \mathbf{X}_k; \quad \hat{\Phi}_k = \mathbf{F}_k \mathbf{F}_k^*$$

$$z = \sum_{k=1}^K \left| \frac{\mathbf{X}_k^* \mathbf{F}_k}{\int_{R_k} d(\alpha) d^*(\alpha) R} \right|^2 + 2 \sum_{k=1}^{K-1} \sum_{n=k+1}^K \frac{\mathbf{X}_k^* \mathbf{F}_k}{\int_{R_k} d(\alpha) d^*(\alpha) R} \frac{\mathbf{X}_n^* \mathbf{F}_n}{\int_{R_n} d(\alpha) d^*(\alpha) R}$$

$\alpha$  – кутові координати.

Потенційна точність пеленгації

$$\sigma_{\epsilon}^2 = \frac{1}{(KMh \pi D \sin \epsilon_c)^2} \quad \sigma_{\beta}^2 = \frac{1}{(KMh \pi D \cos \epsilon_c)^2}$$

D – діаметр решітки; h – сигнал/шум у кожному елементі.

Ageneral case. Multiple reception system.

The developed methods of space and time processing of signals allow to get optimal algorithms of detection in the multichannel receiving mode when priori information concerning type and parameters of modulation is unknown.

The focus is on the general case of multiposition receiving, when mutual delay of signals can exceed the correlation interval. As a result, we deal with the processing algorithms for the case of multielement antenna reception.

The partial tasks are solved. They are detection of broadband signals with unknown modulation parameters and fast algorithms for direction finding of the sources of such signals.

$$S_m(t) = w_m d_m(\alpha_m) a(t - \tau_m) \exp[j(\omega(t - \tau_m) + \varphi_m)]$$

$S_m(t)$  – signals,  $m=1..M$ . Unknown  $a(t)$ ,  $\varphi(t)$ .

Optimization of processing. Adaptive Bayesian approach.

$$L(v, \chi) = p_{\text{ш}}[Y - S(v, \chi)] / p_{\text{ш}}(Y),$$

$v$  – vector of informational parameters;

$\chi$  – vector of non-informative parameters;

$$L_0(v) = \max \{L(v, \chi)\}.$$

Spectral form of received signals

$$F_k = g_k X_k + N_k, \quad X_{km} = w_m d_m(\alpha_m) \exp\{j(\eta_{km} + \psi_m)\}, k = 1..K.$$

The logarithm of probability relation

a) space-coherent receiving system

$$\hat{\Phi}_k = \mathbf{F}_k \mathbf{F}_k^*$$

б) space-incoherent system  $\psi_m$  – random and independent

$$R_{mn} = \int_{R_m} \int_{R_n} d(\alpha) d^*(\alpha) R; \quad R_{mn} = \sum_{k=1}^K F_{km}^* F_{kn} e^{-j(\eta_{kn} - \eta_{km})}$$

Particular case. M-element circular antenna array.

$$\hat{\Phi} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \mathbf{F}_k \mathbf{F}_k^*$$

$\alpha$  – angular coordinates.

The potential accuracy of direction finding

D – array diameter; h – signal/noise in each element.



# Приклади практичних результатів

# Examples of practical results

1. Швидкодіючий метод пеленгації на основі фазових вимірювань сигналів на виходах кільцевої антенної решітки.

$$\Phi_m = \frac{\pi \cdot D}{\lambda} \cdot \cos(\varepsilon) \cdot \cos(\beta - \beta_m) - \text{фазовий розподіл (phase distribution)}$$

Алгоритми оцінювання кутових координат:

$$\varepsilon = \arccos\left(\frac{\lambda}{\pi \cdot D} \sqrt{2 \sum \Phi_m^2}\right); \quad \beta = \arctg\left[\frac{\sum \Phi_m \cdot \sin \beta_m}{\sum \Phi_m \cdot \cos(\beta_m)}\right]$$

Середньоквадратична похибка фазового методу пеленгації  $\sigma_{\varepsilon, \beta}$  відрізняється від оптимального  $\sigma_{\varepsilon, \beta}$  не більше, ніж на 20%.

1. Time-optimal method of direction finding based on phase measuring of output signals of circular antenna array.

Angular coordinates estimation algorithms:

$$\beta = \arctg\left[\frac{\sum \Phi_m \cdot \sin \beta_m}{\sum \Phi_m \cdot \cos(\beta_m)}\right]$$

Root-mean-square standard deviation of phase method for direction finding  $\sigma_{\varepsilon, \beta}$  differs from the optimal  $\sigma_{\varepsilon, \beta}$  no more than 20%.

2. Виявлення сигналів з енергетичною скритністю випромінювання на основі використання вейвлет-перетворення а) Вейвлет-перетворення процесу  $y(x)$  для реалізації некогерентного накопичення сигналів.

$$y(x) = a(x) + \sum_{i=1}^m d(x)$$

Алгоритм перетворення:

$$a_m(x) = \sum A_{mk} \varphi_{mk}(x); \quad A_{mk} = \int_{-\infty}^{\infty} y(x) \varphi_{mk}(x) dx; \quad \varphi_{mk}(x) = \frac{1}{\sqrt{2^m}} \varphi\left(\frac{x-k}{2^m}\right)$$

BCC – вузькосмуговий сигнал; ШСС – широкосмуговий сигнал.

б) Виявлення сигналів в умовах нестационарного шумового фону. Метод стабілізації ймовірності хибних тривог

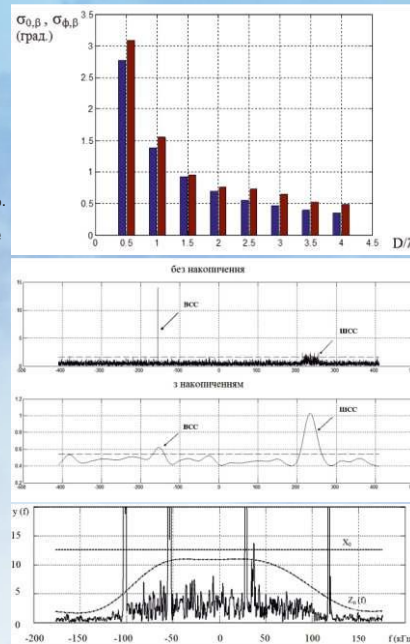
$$F = \exp\left[-z_c^2(x)/2\sigma^2(x)\right] - \text{ймовірність хибної тривоги (false alarm probability);}$$

$$z_c(x) = 2c(x)\sqrt{-\ln(F)/\pi} - \text{необхідний поріг виявлення (required detection threshold);}$$

$c(x)$  – середнє значення шумового фону;  $a_m(x) = \hat{c}(x)$  – оцінка середнього значення.

б) Detection of signals in conditions of non-stationary background noise. Stabilization method of false alarm probability

$c(x)$  – середнє значення шумового фону;  $a_m(x) = \hat{c}(x)$  – оцінка середнього значення.



# Головні публікації Main publications

- ▲ Кобзев А. В., Романенко В. В., Вотяков О. И., Закиров С. В. Анализ точностных характеристик измерения временных параметров сигналов в средствах пассивного радиотехнического контроля. Збірник наукових праць ОНДІ ЗС, -Х.: ОНДІ ЗС, 2005 – Вип. 1 (1).- 77-82 с.
- ▲ Кобзев А. В., Романенко В. В. Синтез алгоритму оптимального оцінювання тривалості сигналу невідомого виду. Збірник наукових праць ОНДІ ЗС, -Х.: ОНДІ ЗС, 2005 – Вип. 2 (2).- 93-101 с.
- ▲ Кобзев А. В., Романенко В. В., Рыб'як А. С. Анализ современного стану переносных (портативных) засобів радіомоніторингу. Радиоелектронні і комп'ютерні системи. – Харків «ХАІ», 2009, № 4 (38), с. 52-56.
- ▲ Кобзев А.В., Романенко В.В., Оптимальная пространственно-временная обработка сигналов неизвестного вида в многоканальных приемных системах. – Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил, вип. 2(31), 2012, с. 74-77.
- ▲ Кобзев А.В., Романенко В.В. Анализ показателей обнаружения импульсных сигналов неизвестного вида с учетом их рассогласования с характеристиками приемного устройства. – Системы озброєння і військової техніки, 2013, вип. 3(35), с. 87-99.
- ▲ Кобзев А.В., Мурзин М.В. Метод стабилизации ложных тревог при обнаружении сигналов на фоне нестационарного шума на основе применения вейвлет-разложения. – Системы озброєння і військової техніки, 2014, вип. 2(38), с. 102-105.
- ▲ Кобзев А. В., Мурзин М. В. Применение вейвлет-разложения для реализации некогерентного накопления при обнаружении сигналов с неизвестной протяженностью // Системы озброєння і військова техніка. Х.: ХУПС, – 2014. – №4 (40). – С. 82–85.
- ▲ Кобзев А.В., Мурзин М. В. Применение вейвлет-разложения для реализации некогерентного накопления при обнаружении сигналов с неизвестной протяженностью // Системы озброєння і військова техніка. Х.: ХУПС, – 2014. – №4 (40). – с. 82–85.
- ▲ Кобзев А.В., Мурзин М.В. Анализ характеристик обнаружения при некогерентном накоплении сигналов на основе вейвлет-разложения. / Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. Х.: ХУПС, – 2015. – Вип. 1 (42). – С. 31–33.
- ▲ Кобзев А.В., Мурзин М.И. Метод фазовой пеленгации источников радиоизлучения с неизвестной модуляцией при использовании кольцевых антенных решеток. / Прикладная радиоэлектроника. Х.: ХУПС, 2015. – т.14, №2. – с.150-154.

20

# Головні переваги методів The main advantages of the methods

- ▲ Отримані алгоритми обробки показують теоретично досяжні (оптимальні) показники виявлення та вимірювання параметрів сигналів невідомого виду;
- ▲ є можливість отримання практично реалізуємих (квазіоптимальних) методів обробки сигналів;
- ▲ розроблені методи дозволяють проводити синтез систем пасивної локації з різноманітними методами отримання координат джерел радіовипромінювання;
- ▲ отримані результати дозволяють синтезувати алгоритми обробки сигналів з енергетичною скритністю.
- ▲ The resulting algorithms of processing show the theoretically achievable (optimal) indicators for detection and measurement of the signals of unknown species;
- ▲ there is the possibility of obtaining practically implemented (quasi optimal) signal processing techniques;
- ▲ developed methods allow to conduct synthesis of passive location systems and different methods of receiving coordinates from radio emission sources;
- ▲ the obtained results allow to synthesize algorithms of signal processing with energy stealth.

# Контактна особа Contact person

**КОБЗЄВ АНАТОЛІЙ Васильович**  
доктор технічних наук, професор,  
заслужений діяч науки і техніки України  
**KOBZEV ANATOLIY**  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Honored Scientist and Technician of Ukraine  
(+38 067) 572 84 67; (+38 050) 010 84 23  
e-mail: avkob@ukr.net



# Раціональний синтез аеродинамічного компонування літального апарату на етапі концептуального проектування

## Rational synthesis of aircraft aerodynamic arrangement at the stage of its conceptual design

### Опис (особливості) методів

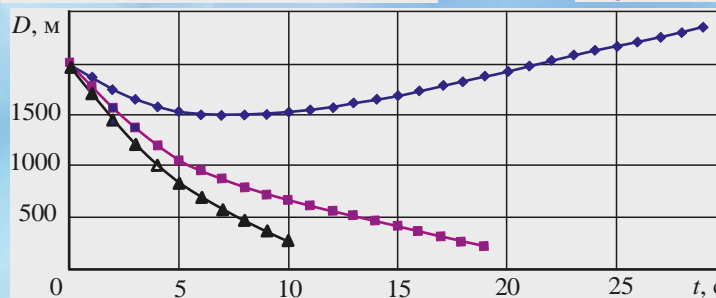
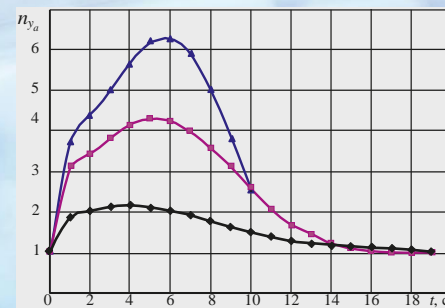
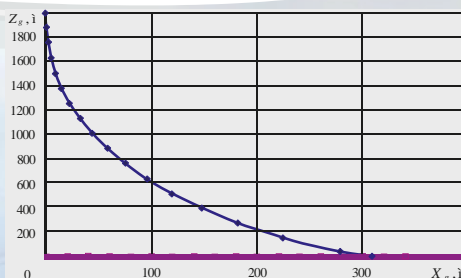
### Description (features) methods

▲ Розроблений комплексний метод раціонального синтезу

аеродинамічного компонування літального апарату (ЛА) на етапі концептуального проектування складовими якого є комплексний метод визначення аеродинамічних характеристик ЛА і вдосконалений метод визначення потрібного керування ЛА. В рамках методу використовується запропонований статичний показник раціональності аеродинамічного компонування органів керування креном ЛА.

▲ Комплексний метод визначення аеродинамічних характеристик ЛА оснований на спільному використанні трубного експерименту, напівемпіричного методу та модифікованого методу дискретних віхорів.

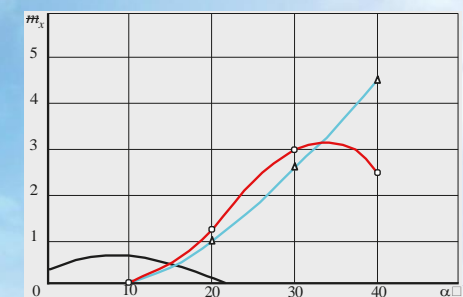
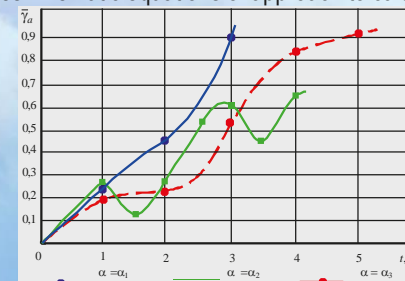
▲ Вдосконалений метод визначення потрібного керування ЛА базується на рішенні зворотної задачі динаміки польоту і використовує для визначення траєкторії ЛА кінематичні рівняння зближення.



▲ For the first time the complex method of rational synthesis of aircraft aerodynamic arrangement at the stage of conceptual design has been developed. Its components are a complex method of determining aircraft aerodynamic characteristics and an improved method of providing the desired level of aircraft stability and controllability. The proposed static index of rationality of aerodynamic arrangement of aircraft lateral controls is used in the method.

▲ The complex method of determining aircraft aerodynamic characteristics is based on the joint use of a piped experiment, a semiempirical method and a modified method of discrete vortices.

▲ The improved method of providing the desired level of aircraft stability and controllability is based on the solution of the inverse problem of flight dynamics and uses kinematic equations of approach to calculate aircraft trajectory.



21

### Галузі використання методів

- ▲ авіабудування;
- ▲ ракетобудування.

### Fields of use of methods

- ▲ aeronautics;
- ▲ rocketry.



## Приклади практичних результатів

## Examples of practical results

## Головні публікації Main publications

$$U = \frac{\bar{S}_p L \sigma}{\eta} \quad \begin{cases} \text{Статичний показник раціональності аеродинамічного компонування органів керування креном ЛА} \\ \text{Модифікований статичний показник раціональності аеродинамічного компонування органів керування креном ЛА, на якому використовуються "нетрадиційні" органи поперечного керування.} \end{cases}$$

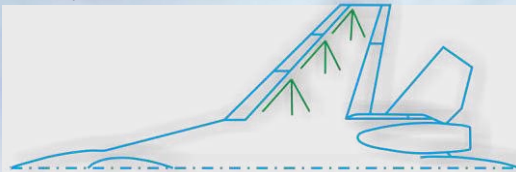
$$U^* = \frac{S^* E^* \sigma}{\eta} \quad \begin{cases} \text{Static index of rationality of aerodynamic arrangement of aircraft lateral controls } U \\ \text{Modified static index of rationality of aerodynamic arrangement of aircraft banking (lateral) controls } U \text{ where "non-traditional" lateral controls } U \text{ are used.} \end{cases}$$

Діапазони значень показника  $U$  для різних груп винищувачів, пасажирських і безпілотних літаків  
Відповідність між показником  $U$  і тягоозброєністю різних груп винищувачів

Range of the static index values for different groups of fighters, passenger and unmanned planes

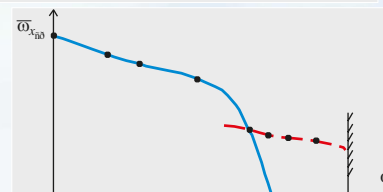
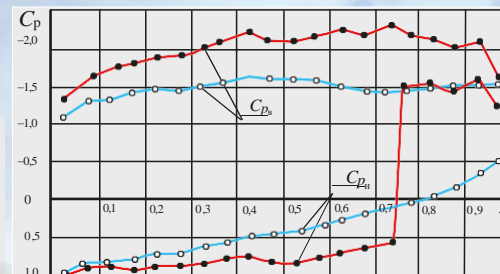
Синтезовано аеродинамічне компонування раціонального органу керування креном ЛА на великих кутах атаки.

Aerodynamic arrangement of rationality of aircraft banking controls on high angles of attack is synthesized.



Значення показника  $U$  для різних типів винищувачів  
Value of index  $U$  for the different types of fighters

Параметр	Su-27	F-16	Миг-29	F-15	EF-2000	JAS-39A Gripen	Chengdu J-10A
Показник $U$ , Н/м²	119,19	164,91	97,12	91,23	77,99	66,51	67,39



Практичні рекомендації по модернізації зразків авіаційної техніки, які дозволяють розширити експлуатаційний діапазон кутів атаки та підвищити льотно-технічні характеристики ЛА.

Some new design solutions to improve the flight technical characteristics of aircrafts are motivated.

## Головні переваги методів

## The main advantages of the methods

KOVTONYUK IGOR

Doctor of Technical Sciences, Professor

- operatively predicted aerodynamic characteristics and dynamics of aircraft movement at high angles of attack;
- at the stage of conceptual design the rational variant is chosen out of the possible variants of aerodynamic arrangements, which provides controllability at the set mode of flight.

- operatively predicted aerodynamic characteristics and dynamics of aircraft movement at high angles of attack;
- at the stage of conceptual design the rational variant is chosen out of the possible variants of aerodynamic arrangements, which provides controllability at the set mode of flight.

- Ковтонюк И. Б. Потребное управление летательным аппаратом с учетом отклонения траектории полета от заданной / О. Б. Анипко, И. Б. Ковтонюк // Интегрированные технологии и энергосбережения. Х.: НТУ «ХПИ», 2009. №3. С. 58-63.
- Ковтонюк И. Б. Статический показатель рациональности аэродинамической компоновки органов поперечного управления самолета // Интегрированные технологии и энергосбережения. Х.: НТУ «ХПИ», 2011. №1. С. 32-34.
- Ковтонюк И. Б. Некоторые приближенные соотношения для определения аэродинамических характеристик при проведении предварительных вариантных проработок аэродинамической компоновки маневренного самолета / О. Б. Анипко, И. Б. Ковтонюк, А. Г. Зинченко // Интегрированные технологии и энергосбережения. Х.: НТУ «ХПИ», 2011. №4. С. 41-51.
- Ковтонюк И. Б. Рациональный синтез аэродинамической компоновки органов управления креном маневренного самолета / И. Б. Ковтонюк // Интегрированные технологии и энергосбережения. Х.: НТУ «ХПИ», 2012. №2. С. 32-43.
- Ковтонюк И. Б. Обоснование путей совершенствования показателей, определяющих аэродинамическую компоновку органов управления креном самолета / И. Б. Ковтонюк // Системы озброєння і військова техніка. Х.: ХУПС, 2012. №2(30). С. 157-161.
- Ковтонюк И. Б. Модифицированный статический показатель рациональности аэродинамической компоновки органов управления креном маневренного самолета с "нетрадиционными" органами поперечного управления / И. Б. Ковтонюк, О. Б. Анипко, А. Г. Зинченко // Сборник научных работ ХУПС. Х.: ХУПС, 2012. №4(33). С. 23-26.
- Ковтонюк И. Б. Комплексный метод определения аэродинамических характеристик маневренных самолетов с учетом отклонения органов управления креном / И. Б. Ковтонюк // Восточно-европейский журнал передовых технологий. Научный журнал. Х.: Технологический центр, 2012. №4/3(58). С. 44-47.
- Ковтонюк И. Б. Приближенные соотношения для определения управляющего момента крена маневренного самолета / И. Б. Ковтонюк // Системы керування, навігації та зв'язку. К.: ЦНДІ НіУ, 2012. №3(23). С. 122-124.
- Ковтонюк И. Б. Научная проблема обеспечения рационального сочетания устойчивости и управляемости летательного аппарата военного назначения на основе синтеза аэродинамической компоновки на этапе концептуального проектирования / И. Б. Ковтонюк // Интегрированные технологии и энергосбережения. 2015. Вып. 3. С. 35-37.
- Ковтонюк И. Б. Влияние угла атаки на аэродинамические характеристики тонкого профиля с интерцептором / И. Б. Ковтонюк // Системы обробки інформації. Харківський університет Повітряних Сил. 2015. Вып. 11(136). С. 31-33.
- Ковтонюк И. Б. Аэродинамическая эффективность механизации тонкого профиля в широком диапазоне углов атаки при обтекании потоком идеальной несжимаемой жидкости / И. Б. Ковтонюк // Системы управління, навігації та зв'язку. 2015. Вып. 1(33). С. 73-76.

## Контактна особа Contact person

КОВТОНЮК ІГОР Борисович

доктор технічних наук, професор

(+38 057) 704 96 65; (+38 067) 573 20 61

e-mail: igor\_kovtonyuk@ukr.net



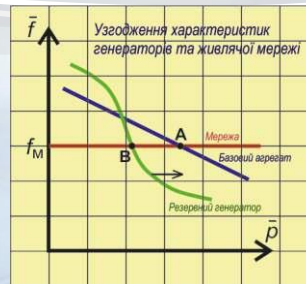
# Проектування установок гарантованого електропостачання та їх схем автоматичного керування

## Uninterruptible power supply design and their control systems

### Опис (особливості) методів

### Description (features) methods

- ▲ Розглядаються установки гарантованого електропостачання з напругою постійного та змінного струму, в яких використовуються електромашинні та статичні перетворювачі енергії з інерційними та електрохімічними накопичувачами енергії. В якості електромеханічних перетворювачів енергії можливе використання синхронних та асинхронних електричних машин, суміщених електричних машин та електричних машин подвійного живлення, а в якості статичних перетворювачів електричної енергії використовуються керовані або некеровані випрямлячі та інвертори струму або напруги.
- ▲ Проектування пов'язане з розв'язанням фундаментальних положень термодинаміки



$U_d, U_q, U_f$  – складові напруги по вісях d, q та збудження;  
 $I_d, I_q, I_f$  – складові струму по вісях d, q та збудження;  
 $R_s, R_r, R_f$  – активний опір статора, ротора та кола збудження;  
 $I_{rd}, I_{rq}$  – складові струму роторного кола по вісях d, q;  
 $x_s, x_r, x_f$  – реактивний опір статора, ротора та кола збудження;  
 $\Psi_d, \Psi_q, \Psi_f$  – складові потокозчеплення по вісях d, q та збудження;  
 $\Theta$  – кругова частота обертання ротора;  
 $H_j$  – інерційна стала обертючих мас;  
 $M_u$  – механічний момент навантаження;  
 $G$  – провідність в перехідному режимі;  
 $p$  – оператор повороту.

$$U = -\frac{d\Psi_d}{dt} - \Psi_q \frac{d\Theta}{dt} - I_f R_f;$$

$$U_q = \Psi_d \frac{d\Theta}{dt} - \frac{d\Psi_q}{dt} - I_q R_f;$$

$$U_f = \frac{d\Psi_f}{dt} - I_f R_f;$$

$$0 = \frac{d\Psi_{rd}}{dt} - I_{rd} R_r;$$

$$0 = \frac{d\Psi_{rq}}{dt} - I_{rq} R_r;$$

$$H \frac{d^2\Theta}{dt^2} + I \Psi_d - I \Psi_q = M_u;$$

$$\Psi_d = G(p)U_f + x_d(p)I_d;$$

$$G(p) = \frac{p^2(x_d x_f - x_{afd}^2) + p(x_r R_f + x_d R_r + R_r R_f)}{p^2(x_d x_{afd} - 2x_f x_{ad} + x^2_x) + p(x^2_{afd} R_f + x^2_{rd} R_r)};$$

$$x_q(p) = x_q - \frac{p x_{aq}^2}{p x_{aq} + R_r}.$$

#### Problems to be considered:

- ▲ Alternating and direct current uninterruptible power supplies which apply rotary and static converters with inertial and electrochemical power storage are considered. Synchronous and asynchronous power converters, coincident electric machines and dual voltage electric machines are possible to be applied as rotary converters; controlled and uncontrolled current and voltage rectifiers and invertors are possible to be applied as static power converters.
- ▲ The design is based on thermodynamics fundamentals solving.

$U_d, U_q, U_f$  – axis current components d, q and excitation;  
 $I_d, I_q, I_f$  – axis current components d, q and excitation;  
 $R_s, R_r, R_f$  – active stator, rotor and exciting circuit;  
 $I_{rd}, I_{rq}$  – rotor ring axis current components d, q;  
 $x_s, x_r, x_f$  – stator, rotor and exciting circuit reactance;  
 $\Psi_d, \Psi_q, \Psi_f$  – axis flux linkage components d, q and excitation;  
 $\Theta$  – rotor spinning circular frequency;  
 $H_j$  – inertia constant of rotatable weight;  
 $M_u$  – mechanical load torque;  
 $G$  – conductivity in transient state;  
 $p$  – rotation operator.

23

### Галузі використання методів

- ▲ системи електропостачання пунктів управління
- ▲ системи електропостачання вузлів зв'язку
- ▲ системи електропостачання лікарень
- ▲ системи електропостачання особливо важливих об'єктів народного господарства

### Fields of use of methods

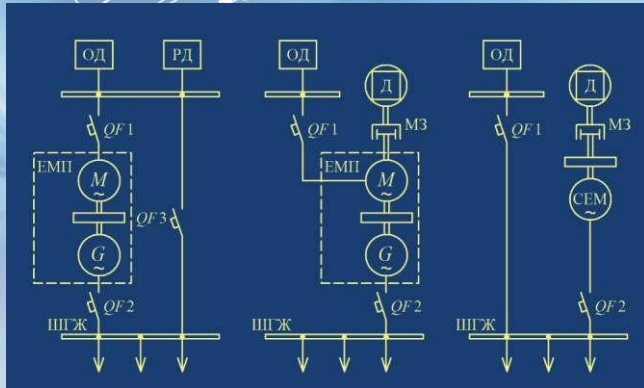
- ▲ control units electric power supply;
- ▲ communication centers electric power supply;
- ▲ hospitals electric power supply;
- ▲ electric power supply of primary concern sites.



## Приклади практичних результатів

## Examples of practical results

## Головні публікації Main publications



ОД – основне джерело енергії;  
РД – резервне джерело енергії;  
Д – двигун внутрішнього згорання;  
ЕМП – електромашинний перетворювач;  
В – випрямляч;  
І – інвертор;

ОД - normal power supply;  
РД - standby power supply;  
Д - combustion engine;  
ЕМП - electricmachine transformer;  
В - rectifier;  
І - inverter;

МЗ – муфта зчеплення;  
ЗП – зарядний пристрій;  
ШПЖ – шина гарантованого живлення;

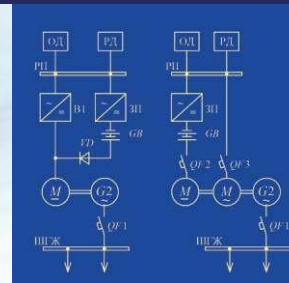
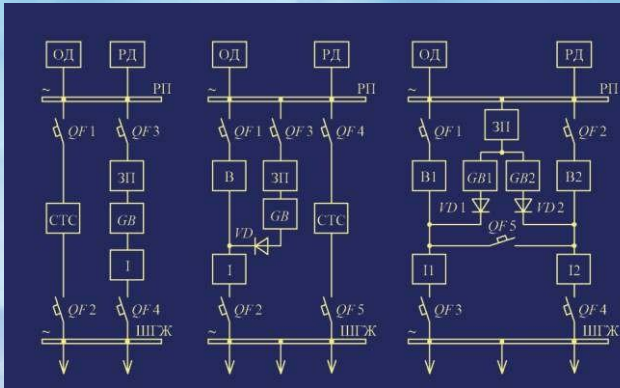
МЗ - coupling muff;  
ЗП - charge device;  
ШПЖ - uninterruptible power supply bus;

РП – розподільний пристрій;

РП - switchgear;

СТС – стабілізатор;  
М – електричний двигун;  
Г – електричний генератор;  
GB – гальванічна батарея;  
QF – вимикач;  
VD – діод

СТС - stabilizer;  
M - electric motor;  
G - electric generator;  
GB - galvanic battery;  
QF - switch;  
VD - diode



## Головні переваги досліджень Main advantages of the researches

Для забезпечення безперервності електропостачання споживачів категорії 1а (не допускають перерви живлення) УГЕП оснащуються системами автоматичного керування у складі автоматичного регулятора збудження, автоматичного регулятора частоти, системи автоматичного управління процесами пуску та зупинки, синхронізаторами, системою релейного захисту та системою автоматичного розподілу активних та реактивних навантажень.

To provide uninterruptible power supply of 1a category consumers (which are not subject to power supply interruption), uninterruptible power supplies are equipped with automatic control systems as parts of automatic excitation controller, automatic frequency controller, starting and shutdown sequence automatic control system, synchronizers, relay protection systems and automatic reactive and active load distribution systems.

- Системы управления электроснабжением и электроприводом Кононов Б.Т., Самойленко Б.Ф., Пушков П.М. и др. МО СССР, 1990
- Системы автономного электроснабжения Кононов Б.Т., Самойленко Б.Ф., Скворцов Ю.А. и др. МО СССР, 1990
- Обеспечение требуемых показателей качества электрической энергии в динамических режимах работы систем бесперебойного электроснабжения Кононов Б.Т., Сахо А.В. Системы обработки інформації. - Вип. № 2 (69) 3б. наук. пр.- Харків: ХУПС, 2008
- Зонні синхронізатори Кононов Б.Т., Малыш А.Н., Шека В.М. Системы озброєння і військової техніки. 3б.наук.пр. Вип. № 1(13) – Харків: ХУПС, 2008
- Неполнофазные режимы работы дизель-инерционных УГП Кононов Б.Т., Ручка А.Е. Системы обработки інформації. - Вип. № 9(90) 3б.наук.пр.- Х: ХУПС, 2010
- Методи визначення частот і амплітуд крутильних коливань вала дизель-генератора Кононов Б.Т., Бачу Р.І., Українець О.Д. Збірник наукових праць ХУПС. – Х.: ХУПС, 2013.– Вип.2 (35).с. 148-150
- К вопросу применения установок гарантированного питания с маховичными накопителями энергии на базе совмещенных электрических машин Кононов Б.Т., Лысенко М.П., Супрун А.Д. Сборник докладов II всесоюзной конференции АН СССР "Маховичные накопители энергии 1989, Житомир
- Математическая модель дизель-инерционной системы гарантированного электроснабжения с активным маховиком Кононов Б.Т., Старостенко М.Б. Тематический научно-технический сборник ХВУ, вып. 1(27), 2000
- Параллельная работа установок гарантированного питания в условиях изменения частоты Кононов Б.Т., Кусакин Ю.А. Збірник наукових праць ХВУ № 4 (34), 2001
- Математическая модель дизель-инерционной установки гарантированного питания с совмещенной электрической машиной Кононов Б.Т., Ручка А.Е. Системы обработки інформації. - Вип. № 6 (16): 3б. наук. пр.- Харків: НАНУ, ПАНМ, ХВУ, 2001

## Контактна особа Contact person

**КОНОНОВ БОРИС Тимофійович**

доктор технічних наук, професор,  
заслужений діяч науки і техніки України

**KONONOV BORIS**

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Honoured Scientist and Technician of Ukraine  
(+38 057) 340 78 83; (+38 067) 576 99 01  
e-mail: b\_t\_kononov@ukr.net



# Моделі й методи метрологічного обслуговування засобів вимірювальної техніки

## Models and methods of metrology service of measuring equipment

### Опис (особливості) методів

### Description (features) methods

- ▲ Визначення розподілу виїзних метрологічних груп (ВМГ) й відповідних маршрутів їх руху із урахуванням обсягів замовлень на обслуговування засобів вимірювальної техніки кожного типу, відстаней між місцями їх розташування, кількості та характеристик виїзних метрологічних груп, які є у наявності, та обмежень на часові і вартісні витрати метрологічного обслуговування.
- ▲ Модель задачі визначення розподілу виїзних метрологічних груп й відповідних маршрутів їх руху, що забезпечує максимальний ефект операції при обмеженнях на ресурси (людські, матеріальні, фінансові та часові), які виділені на проведення операції.
- ▲ Модель задачі визначення розподілу виїзних метрологічних груп й відповідних маршрутів їх руху, що забезпечує потрібний ефект операції при мінімальних ресурсах для проведення операції.

- ▲ Determination of distributing of moving metrology groups (MMG) and their routes considering the number of orders for service of measuring equipment of each type, distances between their location, the number and characteristics of present moving metrology groups, and limits on time and value expenses of metrology service:
- ▲ The task model of determination of moving metrology groups and their routes, that provides the maximum operation effect at limits on resources (human, material, financial and time), given for conducting of operations.
- ▲ Model of determination task of moving metrology groups distribution and their routes that provides the necessary effect of operation at minimum resources for conducting operation.

$$F(w_1, w_2, Z, w_m) \supset \min(\max);$$

$$w_i = f_i(s, p, u, y); \quad s \in S; p \in P; u \in U; y \in Y; i = \overline{1, m};$$

$$y = Z(s, p, u); \quad s \in S; p \in P; u \in U$$

$$\max \sum_{i \in S_{\omega j} \in J} \sum_{j \in J} r_{ij} t_j \rightarrow \min, \quad S \quad W S = 1;$$

$$\sum_{k=1}^K \left[ c_0 l(s_k) + \sum_{i \in S_{\omega j} \in J} \sum_{j \in J} r_{ij} c_{ij} \right] \leq C; \quad \sum_{i \in S_{\omega j} \in J} \sum_{j \in J} r_{ij} t_j \leq T^\Phi; \quad k = \overline{1, K}$$

$$\sum_{k=1}^K \left[ c_0 l(s_k) + \sum_{i \in S_{\omega j} \in J} \sum_{j \in J} r_{ij} c_{ij} \right] \rightarrow \min, \quad S \quad W S = 1, \quad K \neq K$$

$$\bigcup_{k=1}^K S_k \subseteq M; \quad \sum_{i \in S_{\omega j} \in J} \sum_{j \in J} r_{ij} t_j \leq T^\Phi; \quad k = \overline{1, K}$$

25

### Галузі використання методів

- ▲ планування метрологічного обслуговування засобів вимірювальної техніки зразків важкого машинобудування;
- ▲ планування метрологічного обслуговування засобів; вимірювальної техніки зразків авіаційної техніки;
- ▲ метрологічне забезпечення галузей народного господарства.

### Fields of use of methods

- ▲ planning of metrology service of measuring equipment of heavy engineering samples;
- ▲ planning of metrology service of equipment; measuring equipment of aircraft;
- ▲ metrology providing of industries of national economy.





# Приклади практичних результатів

Моделі й методи вирішення задач оптимального обслуговування засобів вимірювальної техніки особами виїзних метрологічних груп дозволяє скоротити число варіантів, які перебираються без втрати оптимального рішення. Це дасть змогу значно зменшити фінансові витрати на залучення метрологічних установ до метрологічного обслуговування засобів вимірювальної техніки.

Задачі пошуку найкоротшого за часом замкнутого шляху (ПНШ)  $S_k$ , що починається й закінчується в вузлі 1 та проходить скрізь усі вузли  $P_k^*$  тільки по одному разу:

$$l(S_k) = \tau_{1,1k} + \tau_{1k,2k} + \dots + \tau_{nk,k,1} \rightarrow \min \quad S_k = [1, i_{1k}, i_{2k}, \dots, i_{nk,k}, 1] \in L(P_k^*)$$

Задача лінійного цілочисельного програмування (ЛЦП)  
The task of the linear integer programming (LIP)

$$T_{MO} \rightarrow \min; \quad \sum_{i=2}^K x_{ki} \sum_{j=1}^J r_{ij} t_j \leq T_{MO};$$

$$\sum_{k=1}^K x_{ki} = 1; \quad i = \overline{2, I}; \quad k = \overline{1, K}; \quad x_{ki} \in \{0, 1\}; \quad k = \overline{1, K}; \quad i = \overline{2, I}.$$

Матриця замовлень місць щодо метрологічного обслуговування ЗВТ за типами  $R = \|r_{ij}\|_{I-1, J}$  од.  
The matrix of places orders as to metrology service of ZVT after the types  $R = \|r_{ij}\|_{I-1, J}$  units.

Хвірт місце	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	12	2	7	4	2	18	18	10	0	10	3
3	11	4	5	3	2	14	13	14	2	9	5
4	10	3	7	6	3	10	11	14	0	7	4
5	8	3	6	3	1	0	10	19	1	8	2
6	9	2	4	3	0	12	16	23	1	11	1
7	5	5	5	5	4	16	14	20	0	9	3
8	4	6	5	4	3	21	44	12	2	10	4

Оптимальний маршрут та тривалість обслуговування ВМГ 1 та ВМГ 2.

л	Оптимальний маршрут	Тривалість
1	1 → 5 → 4 → 6 → 1	$S_1 = 12$
2	1 → 3 → 7 → 1	$S_2 = 11$

# Examples of practical results

Models and methods of fulfilling the tasks of optimum service of measuring equipment by the persons from moving metrology groups allows to shorten the number of variants which get over without the loss of optimum decision. It will allow considerably to decrease financial expences on bringing in metrology establishments to metrology service of measuring equipment.

The tasks of search of the shortest time way (SSW)  $S_k$  that begins and finishes in knot 1 and passes through all the knots  $P_k$  only on once:



# Головні публікації Main publications

- 1: підручник / В.Б. Кононов, А.М. Науменко, І.В. Толок, С.С.Котляр.- Харків: ХУ ПС, 2015. – С. 205.
- 2: Кононов В.Б. Основи експлуатації засобів вимірювальної техніки військового призначення в умовах проведення АТО: навч. посіб. / В.Б. Кононов, А.М. Науменко, О.В. Водолажко, О.В.Коваль, І.І. Кондрашова.- Харків: ХУ ПС, 2016. – С. 281.
- 3: Кононов В.Б. Основи стандартизації та кодифікації: навч. посіб. / В.Б. Кононов, А.М. Науменко, І.В. Толок, В.А. Бородавка, О.В.Коваль.- Харків: ХУ ПС, 2012. – С. 202
- 4: Кононов В.Б. Математична модель задач визначення оптимального плану розподілу й оптимальних маршрутів руху виїзних метрологічних груп за критерієм мінімуму загального часу метрологічного обслуговування / В.Б. Кононов, Ю.І. Шевяков, Д.А. Філістеев // Системи озброєння і військова техніка: науковий журнал – Вип. № 3 (39). – Харків, 2014. – С. 111 – 113;
- 5: Кононов В.Б. Метод визначення оптимального плану розподілу й відповідних оптимальних маршрутів руху виїзних метрологічних груп при метрологічному обслуговуванні військових частин та підрозділів / В.Б. Кононов, Ю.І. Шевяков, Д.А. Філістеев, В.В. Бурцева // Системи озброєння і військова техніка: науковий журнал – Вип. № 4 (40). – Харків, 2014. – С. 35 – 41.
- 6: Кононов В.Б. Метод визначення оптимального плану розподілу й відповідних оптимальних маршрутів руху виїзних метрологічних груп в умовах обмеження витрат на метрологічне обслуговування / В.Б. Кононов, Ю.І. Шевяков, Д.А. Філістеев, В.В. Бурцева // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України: науково-технічний журнал – Вип. № 4 (17). – Харків, 2014. – С. 104 – 111.
- 7: Кононов В.Б. Імітаційна модель визначення оптимального плану й відповідних оптимальних маршрутів руху виїзних метрологічних груп / В.Б. Кононов, Ю.І. Шевяков, Ю.І. Кушнерук, Д.А. Філістеев // Системи обробки інформації: зб. наук. пр. ХУПС. – Вип. № 1 (126). – Харків, 2015. – С. 32 – 36.
- 8: Кононов В.Б. Система метрологічного забезпечення в Збройних Силах України / В.Б. Кононов // Системи озброєння і військова техніка: науковий журнал – Вип. № 2 (36). – Харків, 2011. – С. 58, 60.
- 9: Кононов В.Б. Шляхи удосконалення системи метрологічного забезпечення Збройних Сил України / В.Б. Кононов // Зб. наук. пр. ХУПС. – Вип. № 2 (28). – Харків, 2011. – С. 157 – 159.
- 10: Кононов В.Б. Обґрунтування методики розрахунку складу та кількості засобів вимірювальної техніки військового призначення обмінного фонду / В.Б. Кононов // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України: науково-технічний журнал – Вип. № 1 (6). – Харків, 2011. – С. 160 – 163.

# Головні переваги методів The main advantages of the methods

- 1. Моделі здійснюють формалізацію процедури планування управління виїзними метрологічними групами метрологічних установ.
- 2. Моделі враховують розподіл осіб за видами вимірювань й обмеження на директивний термін та фонд робочого часу й вирішити задачу пошуку найкоротшого шляху до місця розташування засобів вимірювальної техніки, що дозволяє здійснювати планування роботи виїзних метрологічних груп.
- 3. Моделі й методи здійснюють розв'язання завдань управління виїзними метрологічними групами метрологічних установ, вони є подальшим внеском у загальну теорію метрологічного обслуговування і контролю в частині управління метрологічним обслуговуванням при обґрунтуванні виконання вимог щодо метрологічного обслуговування засобів вимірювальної техніки.
- 4. На основі моделей й методів метрологічного обслуговування засобів вимірювальної техніки доцільно запропонувати інформаційно-розрахункову підсистему підтримки рішень, що приймаються, щодо вирішення завдань метрологічного обслуговування засобів вимірювальної техніки.
- 5. Використання запропонованих моделей та методів для планування роботи виїзних метрологічних груп дозволяє підвищити ефективність методів планування робіт з метрологічного обслуговування приблизно на 20% у порівнянні з існуючими методами планування.

- 1. Models carry out procedure formalization of management planning of metrology groups of metrology establishments.
- 2. Models consider persons distribution of persons after the types of measurements and limit on a directive term and fund of working hours and to decide the task of search of the shortest way to the location of measuring equipment, that allows to carry out work planning of moving metrology groups.
- 3. Models and methods solve the tasks of moving metrology groups management, they are further contribution into the general theory of metrology service and control in the part of metrology service management at the ground of requirements fulfilling in relation to the metrology service of measuring equipment.
- 4. On the basis of models and methods of metrology service of measuring equipment it is expedient to offer the informatively calculation subsystem of support of accepted decisions, as to the solving tasks of metrology service of measuring equipment.
- 5. The use of the offered models and methods for work planning of moving metrology groups allows to increase the efficiency of methods of works planning on metrology service approximately on 20% in comparing to the existent methods of planning.

# Контактна особа Contact person

КОНОНОВ ВОЛОДИМИР Борисович  
доктор технічних наук професор  
KONONOV Volodymir  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
(+38 057) 315 34 50



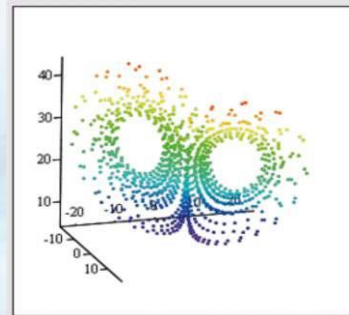
# Використання хаотичних процесів та технології сурогатних даних для підвищення перешкодозахищеності РТС

## Using chaotic processes and surrogate data technology for increasing of the noise immunity of radio technical systems

### Опис (особливості) методів

### Description (features) methods

- ▲ Поведінку широкого класу нелінійних динамічних систем можна описати в термінах так званого "динамічного хаосу". Їх стан у залежності від часу веде себе як хаотична величина. Тобто часова поведінка компонент вектора стану може виглядати як випадковий процес, але вона буде щоразу повторюватися при збереженні тих самих початкових умов і параметрів системи та демонструвати експоненційну чутливість до точності їх задання.
- ▲ Саме ця обставина стала базовою ідеєю розробки методів використання хаотичних сигналів для підвищення перешкодозахищеності РТС спеціального призначення.
- ▲ Також РТС часто функціонують в умовах дефіциту вимірювальної та апріорної інформації про сигнально-завадову обстановку. Дефіцит вимірювальної інформації може бути частково заповнений методами формуванням псевдоансамблю спостережень який може бути реалізований за допомогою технології сурогатних даних.



- ▲ The way of work of a broad class of nonlinear dynamical systems may be described in terms of so-called "dynamic chaos". Their condition depending on the time is presented as a chaotic value. That temporal presentation of the components of the vector of state may look like a random process, but it will be repeated every time while preserving the same initial conditions and system parameters and show exponential sensitivity setting their accuracy.
- ▲ This circumstance became the basic idea of the use of chaotic signals development to improve the noise immunity of RTS of special purpose. RTS also often function in the deficit conditions of measuring and prior information about signal-interference conditions.
- ▲ The deficit of measuring information can be partially filled by forming methods of pseudo ensemble of observations, which can be implemented, with a technology of surrogate data.

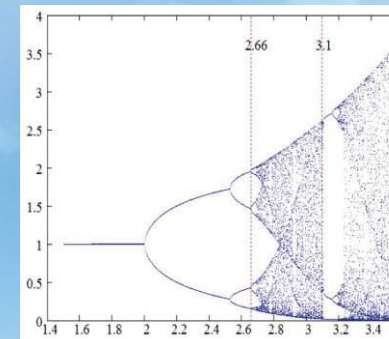
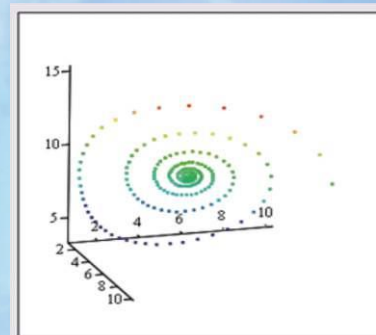
27

### Галузі використання методів

- ▲ Підвищення перешкодозахищеності інформаційно вимірювальних РТС;
- ▲ обробка оптичних та радіозображень.

### Fields of use of methods

- ▲ The use of methods for improving the noise immunity of information measuring RTS;
- ▲ optical and radio images processing.





## Приклади практичних результатів

## Examples of practical results

## Головні публікації Main publications

Фільтрація шуму на зображенні з мінімальним зменшення просторової роздільної здатності у порівнянні з відомими методами

The filtration of the noise in the image with minimal reduction of spacial resolution compared to known methods

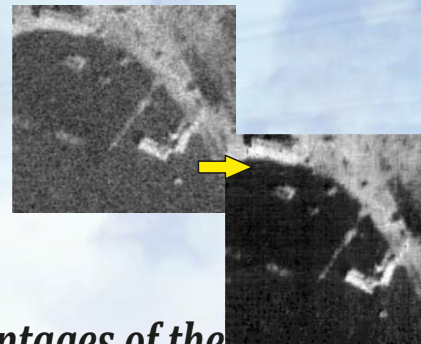
The attractor trajectory surrogate (ATS) algorithm

- (1) Choose proper embedding dimension  $d_e$  and time delay  $\tau$  for time delay embedding reconstruction. By reconstruction based on the original data  $z$ , one obtains a set of delay vectors  $V = \{v_i\}$ , with delay vector  $v_i = [z_i, z_{i+1}, \dots, z_{i+(d_e-1)\tau}]$  and the embedding window  $d_w = N - (d_e - 1)\tau$ .
- (2) Randomly choose a delay vector  $\chi_0$  from  $V$  for initialization.
- (3) Let index  $k$  start from  $k = 1$ .
- (4) Let  $\chi_k$  be the current delay vector in operation. Search in  $V$  the neighbors of  $\chi_k$  and randomly pick out one as the successor of  $\chi_k$ , which is denoted by  $\chi_{k+1}$ .
- (5) Take  $\chi_{k+1}$  as the current operation vector. Repeat the procedure in step 4 until index  $k$  reaches the specified length, say,  $M$ .
- (6) The surrogate data  $s = \{s_i : s_i = (\chi_i)_1\}_{i=0..M}$ , where  $(\chi_i)_1$  denotes the first element in vector  $\chi_i$ .

Пікове відношення сигнал/шум (Peak signal to noise ratio)

output \ input	Лінійний фільтр Linear filter	Фільтр Винера Wiener filter	Розроблений фільтр Development filter
16.2	16.4	16.5	16.9
18.3	19.0	19.3	19.8
20.8	22.6	23.0	23.6
22.3	24.2	23.9	24.8

Фільтрація зображень  
(Filtering image)



28

## Головні переваги методів The main advantages of the methods

Переваги використання хаотичних процесів та технологій сурогатних даних в РТС:

- ▲ підвищена перешкодозахищеність станів хаотичних динамічних систем при їх використанні в інформаційно-вимірвальних РТС, а саме:
    - ▲ близькість їх властивостей до білого шуму після відповідного перетворення;
    - ▲ підвищена структурна стійкість хаотичних процесів.
- Розроблені методи, що спираються на технології сурогатних даних, дозволяють в умовах невеликого об'єму спостережень демонструвати меншу чутливість до шуму ніж відомі методи фільтрації сигналів та зображень.

The advantages of using chaotic processes and technologies of surrogate data in RTS:

- ▲ increased noise immunity of states of chaotic dynamical systems when used in information-measuring RTS, namely:
  - ▲ the proximity of their properties to the white noise after proper conversion;
  - ▲ increased structural stability of chaotic processes.

Developed methods based on the surrogate data technology \_ in terms of small extent of observations allow demonstrating lower sensitivity to noise than the known methods of filtering signals and images.

- ▲ 1. Костенко П.Ю. Использование сурогатных сигналов для повышения качества оценки параметров регулярных и хаотических сигналов, наблюдаемых на фоне аддитивного шума / Костенко П.Ю., Васюта К.С., Слободянюк В.В., Яковенко Д.С. // Системи управління, навігації та зв'язку. – К., 2010. – вип. 4(16). – С. 28–32
- ▲ 2. Костенко П.Ю. Снижение уровня шума на цифровом изображении с использованием технологии сурогатных данных и его сингулярного разложения / Костенко П.Ю., Васишин В.И., Слободянюк В.В., Плахотенко А.В. // Системи обробки інформації. – Х., 2015. – Вип. 8(124). – С.22–27
- ▲ 3. Костенко П.Ю. Метод фильтрации изображений с использованием сингулярного разложения и технологии сурогатных данных / Костенко П.Ю., Слободянюк В.В., Плахотенко А.В. // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. – 2015.
- ▲ 4. Костенко П.Ю. Коррекция обработки сигналов при их спектральном анализе с использованием сурогатных автоковариационных функций наблюдения, полученных ATS-алгоритмом / П.Ю. Костенко, В.И. Васишин // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. – 2014. – Т. 57. – № 6. – С. 3-12. – ISSN 0021-3470.
- ▲ 5. Костенко П.Ю. Повышение эффективности спектрального анализа сигналов методом Root-MUSIC с использованием сурогатных данных / П.Ю. Костенко, В.И. Васишин // Радиоэлектроника. – 2014. – том 57, №1. – С.31-39. – (Изв. Вузов).
- ▲ 6. Vasilishin V. I. DOA estimation via unitary TLS –ESPRIT algorithm with structure weighting / V. I. Vasilishin // 27th URSI GA : int. conf., 1724 August 2002, Maastricht, Netherlands : proc. of conf. — Maastricht, 2002
- ▲ 7. Vasylyshyn V. I. Direction finding with superresolution using root implementation of eigenstructure techniques and joint estimation strategy / V. I. Vasylyshyn // European Conference on Wireless Technology : int. conf., 1112 October 2004, Amsterdam, Netherlands : proc. of conf. — Amsterdam, 2004. — P. 101 — 104.
- ▲ 8. Vasylyshyn V. I. Unitary ESPRIT-based DOA estimation using sparse linear dual size spatial invariance array / V. I. Vasylyshyn // European Radar Conference : int. conf., 67 October 2005, Paris, France : proc. of conf. — Paris, 2005. —P. 157 — 160
- ▲ Vasylyshyn V. Removing the outliers in Root-MUSIC via pseudo-noise resampling and conventional beamformer / V. Vasylyshyn // EURASIP Signal Processing Journal. — 2013. — Vol. 93. — P. 3423 — 3429.

## Контактна особа Contact person

КОСТЕНКО ПАВЛО Юрійович

доктор технічних наук, професор,

KOSTENKO PAVLO

Doctor of Technical Sciences, Professor,

e-mail: kpyu@yukr.net



# Динамічна спектральна фільтрація оптичного випромінювання в оптоелектронних системах виявлення об'єктів

## The dynamic spectral filtration of optical emission in optoelectronic systems of object detection

### Опис (особливості) методів

### Description (features) methods

Метод динамічної спектральної фільтрації оптичного випромінювання є переддетекторною обробкою оптичних сигналів і полягає в тому, що на основі апіорної інформації про спектральні характеристики випромінювання об'єкту і перешкоди (фону) забезпечується спектральна селекція корисного сигналу за наявності сигналу перешкоди. Це досягається шляхом використання керованих акустооптичних фільтрів, що дозволяють сформувати необхідну апаратну функцію за рахунок подачі височастотного сигналу на збудник ультразвуку з відповідним амплитудно-частотним спектром. До методу належать:

- формування сукупності спектральних каналів селективного пристрою, спектральні характеристики пропускання  $\phi_k(\lambda)$  яких складають ортогональну систему функцій;
- визначення апаратної функції селективного пристрою як вектора  $F = \{f_k\}$  у функціональному просторі Евкліда спектральних характеристик;
- формування для кожного спектрального каналу селективного пристрою керуючого сигналу, що забезпечує необхідний коефіцієнт пропускання;
- спектральну селекцію оптичного випромінювання, яка представляється для кожного елементу розрізнення у вигляді скалярного твору  $Y = F^T X$  векторів вхідного оптичного сигналу  $X$  і фільтру  $F$ .

29

Експеримент, в якому як фільтр з керованим коефіцієнтом пропускання використовувався акустооптична чарунка, підтвердив основні положення методу динамічної спектральної фільтрації. Синтезований оптимальний виявлювач оптичних сигналів по спектральних ознаках. Завдання оптимального виділення оптичного випромінювання об'єкту з фонових перешкод вдалося звести до рішення завдання виявлення сигналів з апіорі відомими параметрами. Визначені кількісні характеристики виявлювача, що дозволяють при заданому рівні хибної тривоги визначити умовну вірогідність правильного виявлення об'єкту спостереження.

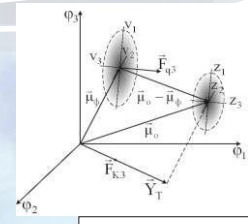
Розроблений інформаційний критерій узгодженості оптимальної обробки сигналів в оптико-електронних системах з динамічною спектральною фільтрацією.

### Галузі використання методів

- ▲ дистанційне зондування Землі;
- ▲ розробка оптико-електронних систем автоматичного пошуку об'єктів за спектральними ознаками.

### Fields of use of methods

- ▲ remote probing of the Earth
- ▲ development of optoelectronic systems of automatic searching for objects by their spectral characteristics.



The method of the dynamic spectral filtering of optical emission is a predetector processing of optical signals and consists in that a spectral selection of the desired signal is ensured based on a priori information about the spectral characteristics of an object's emission provided that an interference signal is available.

This is achieved by using controlled acousto-optic filters that allow to build the necessary apparatus function through supplying a high-frequency ultrasound signal to the ultrasound exciter with the appropriate amplitude-frequency spectrum.

- The method includes:
- the formation of an array of spectral channels of a selector device the spectral transmission characteristics of which make up an orthogonal system of functions;
  - the definition of the apparatus function of the selector device as a vector in the functional Euclidean space of spectral characteristics;
  - the formation of the control signal for each spectral channel of the selector device, which ensures the required transmission coefficient;
  - the spectral selection of optical emission that is provided for each resolution element in the form of a scalar product of the input optical signal and filter vectors.

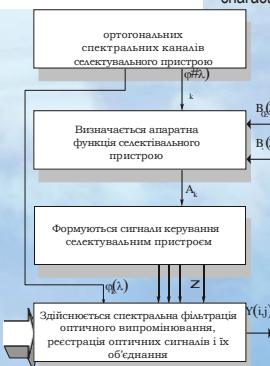
The experiment, in which acousto-optic cell was used as a filter with controlled transmission coefficient, confirmed the fundamental provisions of the dynamic spectral filtering method.

An optimal detector of optical signals by spectral characteristics has been synthesized. We have managed to reduce the task of optimal isolation of optical emission from background interference to the solution of the task of detecting signals with a priori known parameters.

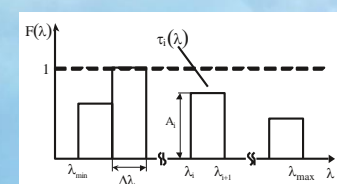
The quantitative characteristics of the detector - that at a given level of false alarm allow to determine the conditional probability of the correct target detection - have been determined.

The information criterion of optimum signal processing consistency in optoelectronic systems with dynamic spectral filtration has been developed.

The normalized Kullback-Leibler divergence has been proposed as a measure of consistency, which allows to determine the extent to which the deviations of the parameters



Мірою узгодженості запропоновано використовувати нормовану дивергенцію  $x_{(i,j,\lambda)}$  Кульбака-Лейблера, що дозволяє визначити, в якому ступені відхилення параметрів сигналів і їх кореляційних характеристик від апіорних значень впливають на властивості узгодженої фільтрації оптичного випромінювання.



$F_k = \frac{\mu_o \cdot \mu_\phi}{\|\mu_o - \mu_\phi\|}$  - нормований вектор фільтру, що забезпечує підвищення контрасту об'єкту / the normalized vector of the filter which provides the contrast enhancement of the object

$N = \frac{\mu_o}{\mu_\phi}$  - вектор, пропорційний проекції вектору об'єкту на вектор оптимальної оцінки фону / the vector, proportional to the projection of the vector of the object onto the vector of the optimal estimation of the background

$F_q = \frac{(\mu_o - \mu_\phi) \cdot N \cdot u_1}{\|(\mu_o - \mu_\phi) \cdot N \cdot u_1\|}$  - нормований вектор фільтру, що забезпечує підвищення відношення сигнал/перешкода / the normalized vector of the filter that provides an increase in the signal-to-interference ratio



# Приклади практичних результатів

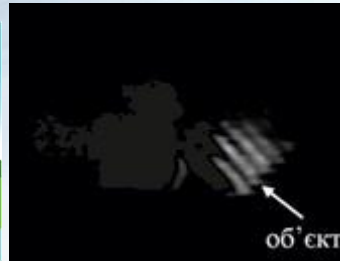
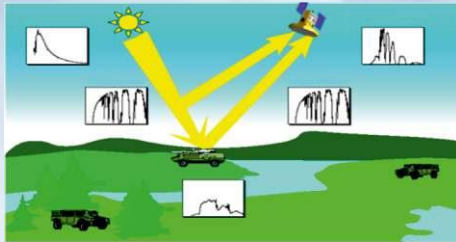
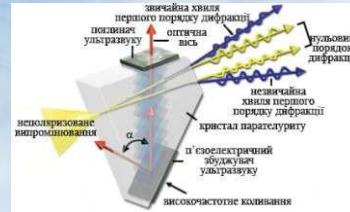
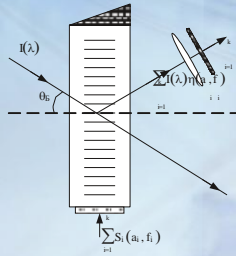
Використання запропонованих методів дозволяє суттєво скоротити кількість радіолокаційних засобів приморського базування, призначених для виявлення маловисотних цілей, без зменшення зони контролю та знизити нижню границю радіолокаційного поля фактично до морської поверхні.

$$\epsilon_1 = 1 + \frac{2k \sin \theta}{k_0} \quad \text{розсіювання / mismatch}$$

$$\frac{k_1}{k_0} = \frac{1}{1 + \gamma_1^2} \sin^2 \left( \frac{\Delta n}{n_0} 2 \sqrt{1 + \gamma^2} \right) \quad \text{- дифракційна ефективність / diffraction efficiency}$$

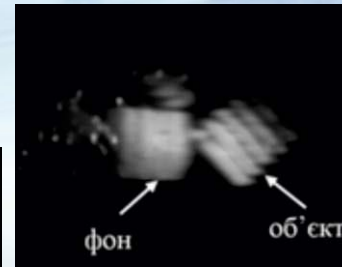
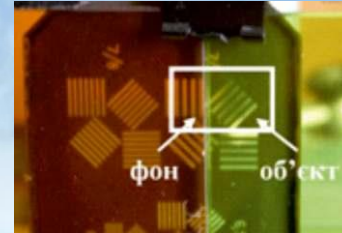
$$q = \frac{\Delta n}{n} \frac{\kappa^2}{k_0^2} \quad \text{- параметр Ритова / Rytov parameter}$$

1. Джерело випромінювання.
2. Коліматор.
3. Транспарант.
4. Телескопічна система.
5. Акустооптичний фільтр.
6. Заглушка.
7. Приймач випромінювання.



# Examples of practical results

Using the proposed method allows to significantly reduce the number of sea-based radar equipment designed to detect low-altitude targets without reducing the control area and to reduce the lower limit of the radar field to the sea surface.



# Головні публікації Main publications

- ▲ Акустооптические эффекты при сильном взаимодействии: теория и эксперимент (Метод непрерывных дробей при решении акустооптических задач) / под ред. д.т.н., проф. Л.Ф. Купченко: Монография. Х.: ООО «ЭДЕНА», 2009. - 264 с.
- ▲ Купченко Л.Ф., Коробка А.Г., Черкашина Е.Л. Акустооптическая фильтрация с использованием дифракции света на ультразвуковой волне под углами, кратными углу Брэгга. Теория и эксперимент // Электромагнитные волны и электрические системы. – Международный научно-технический журнал. М.: Радиотехника, 2006. – Т. 11, Вып. 2-3. – С. 109-126.
- ▲ Купченко Л.Ф., Рыбак Г.В., Ефимова О.В. Дифракция света на двух ультразвуковых волнах с различными частотами // Радиофизика и электроника: Сб. науч. тр. / НАН Украины. Ин-т радиофизики и электрон. им. А.Я. Усикова - Харьков: 2004. - Т. 9, №3. - С. 503-508.
- ▲ Купченко Л.Ф., Рыбак А.С., Ефимова О.В. Акустооптические анализаторы спектрального состава излучения оптического и радиотехнического диапазонов на основе брэгговских резонансов высших порядков // Радиофизика и радиоастрономия.-2014.- Т.19, № 2. - С. 186-191.
- ▲ Купченко Л.Ф., Рыбак А.С., Ефимова О.В. Свойства пространственных составляющих второго порядка брэгговской дифракции в промежуточном режиме при взаимодействии света с ультразвуковой волной под двойным углом Брэгга // Прикладная радиоэлектроника. – Х.: Изд-во ХНУРЭ – 2013 – Т.12, №3. - С.474-477.
- ▲ Антонов С.Н., Вайнер А.В., Губарев Ю., Купченко Л.Ф., Проклов В.В., Резвов Ю.Г. Многолучевая высокоэффективная акустооптическая дифракция с неэквидистантным расположением лучей // М.: Письма в ЖТФ 2011. – Т. 37, вып. 11, 12 июня.
- ▲ Купченко Л.Ф., Рыбак А.С., Пашков Д.П. Уменьшение избыточности информации в гиперспектральных системах дистанционного зондирования Земли с использованием динамической спектральной фильтрации // Моделирование та інформаційні технології: зб. наук. пр. – К.: ІПМЕ НАНУ. – 2010. – Вип.58. – С.19-26.
- ▲ Рыбак А.С. К вопросу обнаружения малоразмерных объектов по спектральным признакам оптико-электронными системами с динамической фильтрацией // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – Х.: ХУПС, 2013. – Вип. 3 (12). – С. 102-105.
- ▲ Рыбак А.С. Обнаружение субмикроскопических объектов по спектральным признакам в оптико-электронных системах с использованием принципов динамической фильтрации // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – Х.: ХУПС, 2013. – Вип. 1 (10). – С. 75-78.
- ▲ Купченко Л.Ф., Титарь В.П., Тишко Д.Н. К вопросу построения оптических элементов с использованием дифракции света на голографических структурах под углами кратными углу Брэгга // Прикладная радиоэлектроника. – Х.: Изд-во ХНУРЭ. – 2009 – Т.8, № 1. С.35-39.
- ▲ Купченко Л.Ф., Игнатъев А.В., Коробка А.Г. Акустооптическая фильтрация изображений с использованием дифракции света на ультразвуковой волне под двойным углом Брэгга // Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна № 646 Вип.2.-2004.-С. 111-115.

30

# Головні переваги методів The main advantages of the method

- ▲ Метод переддетекторної обробки оптичних сигналів реалізує основну фундаментальну перевагу оптичної обробки, при якій:
  - ▲ по-перше, здійснюється паралельна обробка оптичного випромінювання - обробка в цілому, що забезпечує економію обчислювального ресурсу;
  - ▲ а по-друге, обробка інформації в оптичному діапазоні без перетворення оптичних сигналів в електричні сигнали, виключає внесення додаткових спотворень, що виникають в цьому випадку.
- ▲ The method of predetector processing of optical signals implements the main fundamental advantage of optical processing wherein:
  - ▲ first of all, a parallel processing of optical emission - overall processing - is carried out which provides saves computing resource;
  - ▲ and secondly, information processing in the optical range without converting optical signals into electrical signals eliminates the introduction of additional distortions that arise in this case.

# Контактна особа Contact person

**КУПЧЕНКО ЛЕОНІД Федорович**  
доктор технічних наук, професор  
Почесний працівник Космічної галузі України  
**KUPCHENKO LEONID**  
Doctor of Technical Sciences, Professor  
Honorary Member of Ukrainian Space Sphere  
(+38 095) 301 20 55  
e-mail: kupch@meta.ua

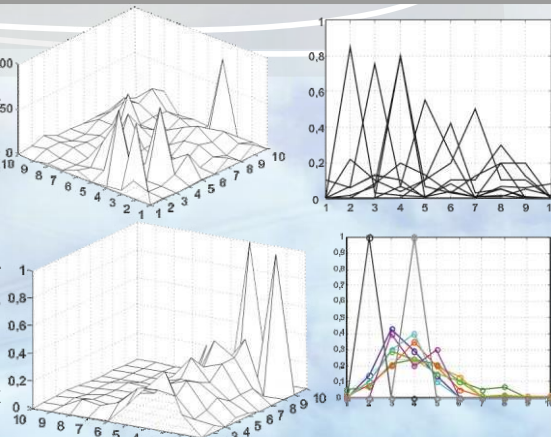


# Синтез та розвиток методів управління потоками в інформаційно-телекомунікаційних мережах

## Synthesis and development of dataflow control methods in information and telecommunication networks

### Опис (особливості) методів

- ▲ Розроблено систему моделей і методів управління інтегральними потоками даних, що створюють інформаційну технологію, котра враховує різномірний і пульсаційний характер трафіка і дозволяє прийняти рішення щодо його структурної і (або) параметричної оптимізації.
- ▲ Розроблено метод оперативної ідентифікації параметрів стану мережі для кількісної оцінки меж зміни масштабних і частотних властивостей процесу інформаційного обміну,
- ▲ Розроблено метод короткострокового прогнозування трафіка інтегральних потоків даних.
- ▲ Розроблено методи управління перерозподілом пропускної спроможності віртуальних з'єднань з урахуванням пріоритетів потоків даних і динамічної конкуренції між ними.
- ▲ Розроблено комплекс математичних моделей трафіка, котрі враховують довготривалі статистичні залежності функції щільності розподілу трафіка, що утворюються при перевантаженні віртуальних з'єднань.



- ▲ Короткостроковий прогноз поведінки трафіка
- ▲ Short-term prognosis of traffic conduct

### Description (features) methods

- ▲ The system of models and methods of integral dataflow control which generate information technology that takes into account heterogeneous and pulsation traffic character and enables making decision as to its structural and/or parameter optimization;
- ▲ The method of on-line identification of state parameters for quantitative assessment of change limits of scaling and frequency properties of information exchange process;
- ▲ The method of short-term forecast of integral dataflow traffic;
- ▲ The methods of control of virtual connection throughput redistribution adjusted to dataflow priorities and dynamic competition between them;
- ▲ The complex of traffic mathematical models that take into account long-term statistical dependences of traffic distribution density function that occur when virtual connections are overloaded have been developed.

31

### Галузі використання методів

- ▲ комп'ютерні мережі систем критичного призначення;
- ▲ регіональні та глобальні комп'ютерні мережі;
- ▲ обслуговування мережевих магістралей.

### Fields of use of methods

- ▲ computer networks of the critical setting systems;
- ▲ regional and global computer networks;
- ▲ services of a network highways.

### Головні переваги методів

- ▲ підвищення оперативності обміну інформацією в інформаційно-телекомунікаційних мережах;
- ▲ короткостроковий прогноз трафіка, що має різномірний і пульсаційний характер, дозволяє провести оперативний перерозподіл мережевих ресурсів;
- ▲ скорочення часу оцінки параметрів трафіка на комутаційних вузлах мережі;
- ▲ можливість отримання прогнозу щодо якісних змін параметрів процесу передачі даних, що дає можливість завчасного виявлення нестабільних ланок інформаційно-телекомунікаційної мережі;
- ▲ врахування довготривалих статистичних залежностей функції щільності розподілу трафіка, що утворюються при перевантаженні віртуальних з'єднань, при моделюванні трафіка, що має різномірний і пульсаційний характер.

### The main advantages of the methods

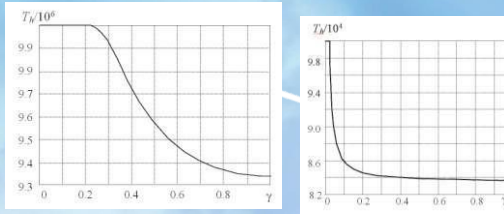
- ▲ increase of data exchange efficiency in information and telecommunication networks;
- ▲ short-term traffic forecast that has heterogeneous and pulsation character and enables performing operative redistribution of network resources;
- ▲ reducing time of traffic parameters assessment in network switch nodes;
- ▲ availability of forecasting qualitative changes of datacom process parameters which enables early detecting unstable links of information and telecommunication network;
- ▲ accountability of long-term statistical dependences of traffic distribution function that occur when virtual connections are overloaded and while modelling traffic that has heterogeneous and pulsation character.



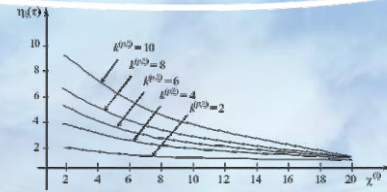
# Приклади практичних результатів

# Examples of practical results

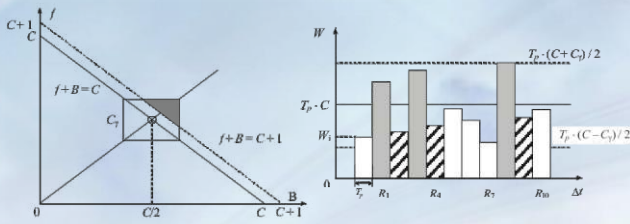
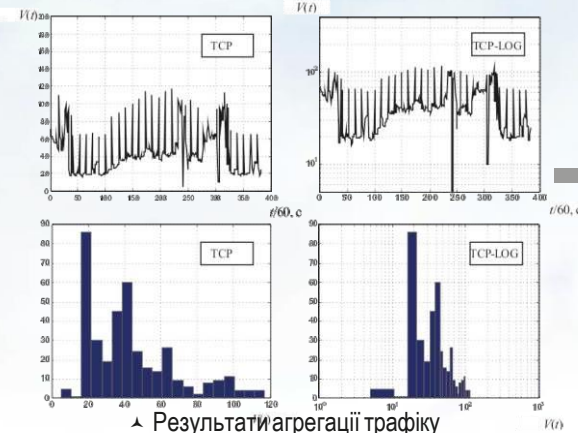
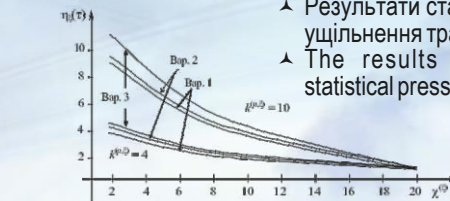
# Головні публікації Main publications



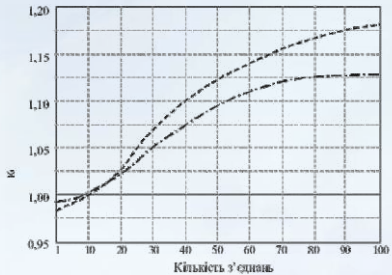
- ▲ Зменшення впливу помилки прогнозування
- ▲ Forecast error influence has been decreased



- ▲ Результати статистичного ущільнення трафіку
- ▲ The results of traffic statistical pressure



- ▲ Підвищення пропускної здатності віртуального з'єднання
- ▲ Virtual connection throughput has been increased.



- ▲ Підвищення пропускної здатності критичної ділянки мережі
- ▲ Network critical section throughput has been increased.

- ▲ Кучук Г.А. Інформаційні технології управління інтегральними потоками даних в інформаційно-телекомунікаційних мережах систем критичного призначення : [монографія] / Г.А. Кучук. – Х.: Харківський університет Повітряних Сил, 2013. – 264 с.
- ▲ Кучук Г.А. Управление ресурсами инфотелекоммуникаций : [монографія] / Г.А. Кучук, Р.П. Гахов, А.А. Пашнев. – М.: Физматлит, 2006. – 220 с.
- ▲ Фрактальный анализ процессов, структур и сигналов : [коллект. монографія] / [Пашенко Р.Э., Сотников А.М., Кучук Г.А. и др.]. – Х.:ЕкоПерспектива, 2006. – 348 с.
- ▲ Кучук Г.А. Метод агрегування фрактального трафіка / Г.А. Кучук, О.О. Можаяв, О.В. Воробйов // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2006. – № 6(18). – С. 181 – 188.
- ▲ Кучук Г.А. Прогнозирование трафика для управления перегрузками интегрированной телекоммуникационной сети / Г.А. Кучук, А.А. Можаяв // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2007. – № 8(27). – С. 261 – 271.
- ▲ Кучук Г.А. Метод синтезу структури зв'язного фрагменту інформаційно-телекомунікаційної мережі Єдиної автоматизованої системи управління Збройними Силами України / Г.А. Кучук // Системи озброєння і військова техніка : науковий журнал. – 2013. – № 2(34). – С. 114-119.
- ▲ Kharchenko V.S. Two-stage optimization of resource allocation for hybrid cloud data store / V.S. Kharchenko, H.A. Kuchuk, S.N. Nechausov // Матеріали міжн. конф. «Information and Digital Technologies (IDT), 2015», Жилін, Словачія. – С. 266-271.
- ▲ Кучук Г.А. Управление трафіком ланки мультисервісної мережі / Г.А. Кучук // Авіаційно-космічна техніка і технологія : науковий журнал. – 2013. – № 10/107. – С. 236 – 239.
- ▲ Кучук Г.А. Модель процесса эволюции топологической структуры компьютерной сети системы управления объектом критического применения / Г.А. Кучук, А.А. Можаяв, А.А. Коваленко // Системи обробки інформації. – 2014. – № 7(123). – С. 93-96.

## Контактна особа Contact person

**КУЧУК ГЕОРГІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ**  
доктор технічних наук, професор  
**KUCHUK HEORGY**  
Doctor of Technical Sciences, Professor  
(+38 057) 704 96 53  
e-mail: kuchuk@hups.mil.gov.ua



# Розробка методів забезпечення надійності і експлуатаційної технологічності складних технічних систем на всіх стадіях життєвого циклу

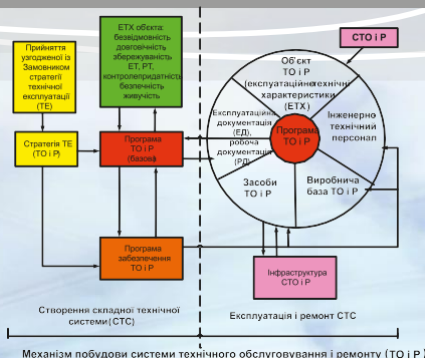
## Development of methods of provision of operational reliability and serviceability of complicated engineering systems at all stages of life cycle

### Опис (особливості) методів

### Description (features) methods

Розроблені науково-методичні основи включають в себе рішення комплексу задач на всіх стадіях життєвого циклу складних технічних систем (СТС):

- ▲ обґрунтування (корегування) вимог до надійності і експлуатаційної технологічності СТС і їх складових частин (СЧ);
- ▲ розробка (корегування) вимог до конструктивних способів забезпечення надійності і експлуатаційної технологічності СТС і їх СЧ;
- ▲ розробка (корегування) вимог до експлуатаційних способів забезпечення надійності СТС і їх СЧ;
- ▲ розробка методів оцінювання та контролю показників надійності і експлуатаційної технологічності СТС та їх СЧ, планів випробувань на надійність і експлуатаційну технологічність;
- ▲ розробка методів управління технічним станом та надійністю СТС і їх СЧ.



Developed research presents a solution of problems appearing at all stages of the life cycle of complicated engineering systems (CES):

- ▲ formulation (correction) of requirements to operational reliability and serviceability of CES and their components;
- ▲ development (correction) of requirements to effective methods of provision of operational reliability and serviceability of CES and their components;
- ▲ development (correction) of requirements to operational ways of provision of operational reliability and serviceability of CES and their components;
- ▲ development of methods of evaluation, checking and testing of provision of operational reliability and serviceability of CES and their components;
- ▲ development of methods of control of provision of operational reliability and serviceability of CES and their components.

### Головні переваги методів

- ▲ рішення задач обґрунтування вимог до надійності і експлуатаційної технологічності СТС та розробки методів їх забезпечення з урахуванням:
- ▲ режимів використання (функціонування) СТС (СТС багаторазового циклічного використання з детермінованою або випадковою тривалістю очікування використання за призначенням і виконанням задачі, СТС одноразового використання з попереднім періодом очікування використання і зберігання, СТС безперервного тривалого використання);
- ▲ кількості можливих станів (за працездатністю) СТС (виду I, які при експлуатації знаходяться в двох станах – працездатному або непрацездатному; виду II, які, крім вказаних двох станів, можуть знаходитися в деякому числі частково працездатних станів);
- ▲ типової моделі експлуатації СТС, у тому числі типова циклограма використання за призначенням;
- ▲ зниження сумарних витрат на розробку, виробництво, експлуатацію СТС шляхом впровадження методів експлуатації та ремонту за технічним станом;
- ▲ зниження витрат на управління технічним станом і надійністю СТС, у тому числі на проведення робіт з продовження призначених показників об'єктів підвищеної небезпеки при забезпеченні вимог до достовірності рішень, що приймаються.

### The main advantages of the methods

- ▲ proper formulation of requirements to reliability and serviceability of complicated engineering systems as well as development of methods of their provision. The following points should be taken into account:
- ▲ modes of operations of complicated engineering systems (CES of reusable cyclic use that have deterministic or random stand by periods of time, single use CES that have preliminary stand by time and storage life, and CES of continuous long-term operation);
- ▲ a number of STS possible standards of efficiency (type I that can remain in two states - operative or non-operative; type II that can in addition to the two states, be in half-operative states);
- ▲ typical model of CES operation, including typical actigram of intended use;
- ▲ reduction of total cost for CES development, production, operation by means of introducing methods of operation and maintenance according to operational condition;
- ▲ reduction of costs for control of CES operational condition and reliability, including procedures intended for the extension of the assigned indicators of instability when a decision should be taken in compliance with safety requirements

33

### Галузі використання методів

- ▲ зенітні ракетні системи і комплекси;
- ▲ радіотехнічні системи і комплекси;
- ▲ виробнича ракетної техніки.

### Fields of use of methods

- ▲ anti-aircraft missile systems and complexes;
- ▲ radar systems and complexes;
- ▲ products of missile technology.



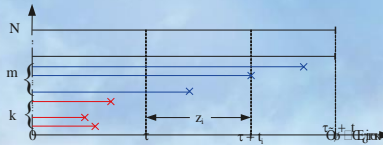
# Приклади практичних результатів

# Examples of practical results

# Головні публікації Main publications

- Щодо розробки нормативних документів:
  - Порядок експлуатації за технічним станом озброєння та військової техніки зенітних ракетних та Радіотехнічних військ, за якими не здійснюється авторський нагляд: [ведений в дію наказом Міністра оборони України № 53 від 05.02.2010]. – (Нормативний документ Міністерства оборони України).
  - ВСТ 12.200.003-2012(01). Технічне забезпечення. Технічна експлуатація зенітного ракетного озброєння та радіоелектронної техніки за станом. Терміни та визначення. [ведений в дію наказом Міністра оборони України № 5 від 15.11.2012]. – (Військовий стандарт). – реєстр. № А2187/000059.
- Щодо нормування показників надійності:
  - Вимоги до показників надійності виробу ракетної техніки;
  - Вимоги до показників надійності зенітної ракетної техніки після ремонту;
  - Методика обґрунтування вимог до структури і складу комплектів ЗПГ;
  - Виріб зенітної ракетної техніки. Вимоги до структури системи забезпечення запасних частин і складу комплектів ЗПГ.
- Виріб зенітної ракетної техніки. Вимоги до системи контролю технічного стану.
- Щодо розробки конструкторських документів:
  - Комплект ремонтної документації на ЗРК, за яким не здійснюється авторський нагляд;
  - Виріб ракетної техніки. Програма і методики випробувань за показниками безвідмовності і довговічності;
  - Виріб ракетної техніки. Методика оцінки показників залишкового терміну служби;
  - Виріб ракетної техніки. Методика оцінки показників залишкового ресурсу;
  - Виріб зенітної ракетної техніки. Програма забезпечення надійності;
  - Виріб зенітної ракетної техніки. Методика розрахунку складу одиночного і групового комплексу ЗПГ.

$$T_t(\tau) = \frac{1}{P(t)} \int_t^{t+\tau} P(x) dx$$



Ілюстрація прийнятих позначень:  
k, m - кількість об'єктів, що відмовили на інтервалі [0, t] та інтервалі [t, t+τ] відповідно;  
N - загальна кількість об'єктів, що спостерігаються.

$$\hat{T}_t(\tau) = \frac{\sum_{i=1}^m z_i + (r-m)t}{r[1-(1-P\tau)^N]}$$

$$T_{ty}(\tau) = \frac{1}{r} \left[ \sum_{i=1}^m z_i + (r-m)t \right] - \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\gamma}{r(1-\Psi)}} \cdot Z_r < 30;$$

$$T_{ty}(\tau) = \frac{1}{r} \left[ \sum_{i=1}^m z_i + (r-m)t \right], r > 30$$

34

- Regarding the development of regulations:
  - The order of operation by technical condition of arms and military equipment of air defense radar troops, which are not subject to designer's supervision: [enacted by the order of the Minister of Defense of Ukraine № 53 of 05.02.2010]. - (Regulations of the Ministry of Defense of Ukraine).
  - TSA 12.200.003-2012 (01). Military Standard. Technical operation of anti-aircraft missile and electronic equipment by technical condition. Terms and definitions. : [enacted by the order of the Minister of Defense of Ukraine of № 5 of 11.15.2012]. - (Military standard). - Reg. Number A2187 / 000059.
- Regarding the rationing reliability:
  - Requirements to performance reliability of missile technology products;
  - Requirements to performance reliability of antiaircraft missiles after repair;
  - Methods of substantiating requirements to the structure and composition of sets of spare parts;
  - Products of antiaircraft missile technology. Requirements to the structure of providing the spare parts and warehouse spare parts kit;
  - Products of antiaircraft missile technology. Requirements to the system of condition monitoring.
- Regarding the development of design documents
  - Set of repair documentation for SAM that are not subject to designer's supervision;
  - Products of missile technology. Program and methods of tests for checking the indicators of reliability and durability;
  - Product of missile technology. Methods for evaluating indicators of residual service life;
  - Product of missile technology. Evaluation of indicators of residual service life;
  - Product of antiaircraft missile technology. Program of ensuring the reliability;
  - Product of antiaircraft missile technology. The method for calculating the composition of single and group spare parts kit.



- Математическое моделирование в задачах исследования надёжности технических систем : монография / А. П. Ковтуненко, В. В. Зубарев, Б. Н. Ланецкий, О. О. Зверев. – К. : НАУ, 2006. – 236 с.
- Основы военно-технических исследований. Теория и приложения. В 3 т. Т.1: Синтез систем вооружения и военной техники : монография / А. П. Ковтуненко, В. В. Зубарев, Б. Н. Ланецкий [и др.]. – К. : ПП "Фірма Гранма", 2011. – 328 с.
- Теорія прийняття рішень органами військового управління : монографія / Ткаченко В. І., Смірнов С. Б., Ланецкий Б. М. [і ін.]. – Х. : ХУПС, 2008. – 545 с.
- Основы теории надёжности, эксплуатации и ремонту засобів зенітних ракетних систем. Частина 1 : навчальний посібник / Ланецкий Б. М., Жуков В. С., Алексеев О. С. ; під ред. Б. М. Ланецкого. – Х. : ХУПС, 2008. – 510 с.
- Рекомендации по обоснованию объёмов испытаний зенитных управляемых ракет при решении задач продления их назначенных показателей / Б. Н. Ланецкий, И. В. Коваль, А. А. Школовский [и др.] // Системы обработки информации. – 2014. – Вып. 4(120). – С. 25-31.
- Ланецкий Б. Н. Методика обоснования состава и количества бригад текущего ремонта РЭС парка ЗРК группировки ЗРВ / Б. Н. Ланецкий, В. В. Лукьянчук, И. Н. Теребуха и др. // Збірник наукових праць. – 2014. – Вып. 3 (40). – С. 23-27.
- Ланецкий Б. Н. Модель надёжности обслуживаемого, восстанавливаемого и ремонтируемого изделия в комбинированной системе контроля технического состояния / Б. Н. Ланецкий // Измерительная техника. – 1992. – №4. – С. 74-81.
- Ланецкий Б. М. Удосконалення методів технічної експлуатації і ремонту як основа підтримання боєготового стану зенітного ракетного озброєння в сучасних умовах / Б. М. Ланецкий, Д. А. Гриб, В. В. Лук'янчук // Наука і оборона. – 2012. – №3. – С. 55-63.
- Структура і тенденції розвитку технологічного базису сучасного зенітного ракетного озброєння середньої та великої дальності / Б. М. Ланецкий, І. Б. Чепков, В. В. Лук'янчук, Ніколаєв І. М. // Наука і оборона. – 2013. – №4. – С. 56-62.
- Механізм заміни комплектуючих виробів озброєння та військової техніки сучасними аналогами нової техніки / Б. М. Ланецкий, І. Б. Чепков, В. В. Лук'янчук, Ніколаєв І. М. // Наука і оборона. – 2012. – №2. – С. 56-62.
- Методологические подходы к оценке боевых потенциалов образцов зенитного ракетного вооружения / Б. Н. Ланецкий, Д. А. Гриб, В. В. Лукьянчук, Николаев И. М. // Артиллерийское и стрелковое вооружение. Международный научно-технический журнал. – 2011. – Вып. 3 (40). – С. 9-13.
- Особенности анализа надёжности ракетных двигателей твердого топлива зенитных управляемых ракет для решения задач продления их назначенных показателей / Б. Н. Ланецкий, И. В. Коваль, В. В. Лукьянчук [и др.] // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2010. – Вып. 2(4). – С. 82-87.
- Ланецкий Б. Н. Надёжность сложных технических систем с многоуровневой работоспособностью. Основные понятия и положения / Б. Н. Ланецкий, В. В. Лукьянчук // Збірник наукових праць ХУ ПС. – 2010. – Вып. 2 (24). – С. 72-75.
- Ланецкий Б. Н. Адаптивное управление техническим состоянием и надёжностью сложных технических систем в условиях ресурсных ограничений / Б. Н. Ланецкий, В. В. Лукьянчук // Системы озброєння і військова техніка. – 2011. – Вып. 2 (26). – С. 149-152.

## Контактна особа Contact person

**ЛАНЕЦЬКИЙ БОРИС Миколайович**  
 доктор технічних наук, професор,  
 заслужений діяч науки і техніки України  
**LANETSKYI BORIS**  
 Doctor of Technical Sciences, Professor,  
 Honoured Scientist and Technician of Ukraine  
 (+38 050) 301 87 09;  
 (+38 067) 929 20 88  
 e-mail: lbn@yandex.ua



# Системний аналіз та оцінка ефективності застосування озброєння та військової техніки тактичної авіації

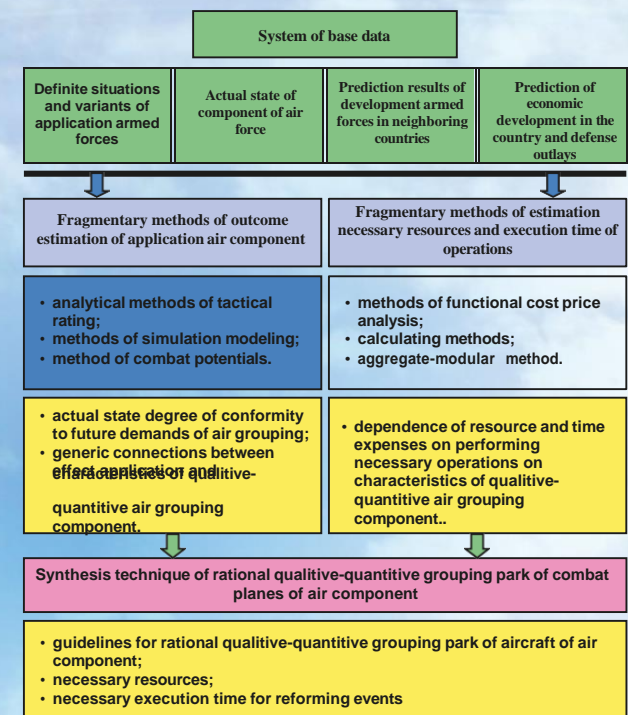
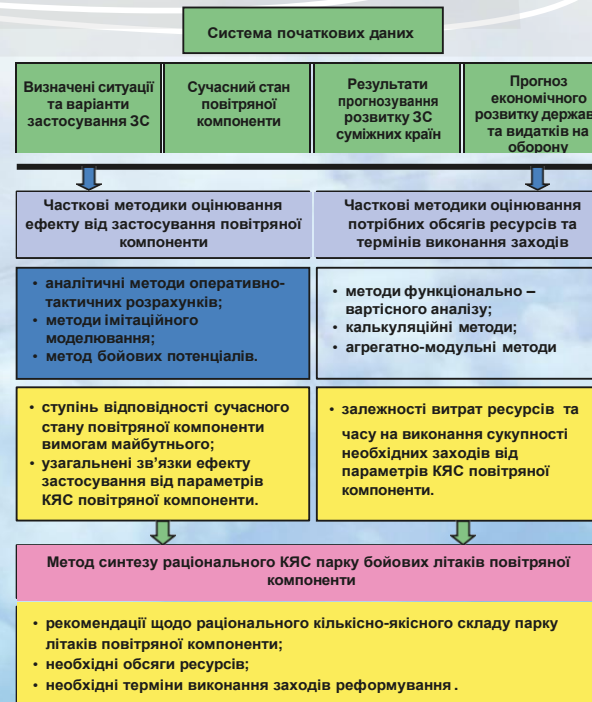
## System analysis and efficiency rating of using armament and military equipment in tactical aviation

### Опис (особливості) методів

### Description (features) methods

▲ Комплексний методичний апарат базується на використанні системно ув'язаних методів, методик та моделей, що враховують військово-теоретичні, воєнно-технічні та воєнно-економічні аспекти розвитку, утримання та застосування систем озброєння і військової техніки тактичної авіації. Основною цього апарату є метод постановки та розв'язування математичної задачі оптимізації кількісно-якісного складу (КЯС) повітряної компоненти збройного угруповання.

▲ Complex methodology is based on using systematic coherent methods, techniques and models with due regard for military-theoretical, military-technical and military-economic aspects of development, maintenance and use of armament systems and military equipment in tactical aviation.



▲ A basic method in this system is the method of statement and solving mathematical problems to optimize quantitative and qualitative components in air grouping.

35

### Галузі використання методів

- ▲ Обґрунтування концепцій розвитку тактичної авіації збройних сил держави;
- ▲ Формування оперативно-тактичних вимог до перспективних зразків озброєння та військової техніки тактичної авіації;
- ▲ Синтез тактико-техніко-економічного обрису перспективних тактичних бойових літаків.

### Fields of use of methods

- ▲ Substantiation of tactical aviation development concept in the armed forces of the country;
- ▲ Formation of operational and tactical requirements to prospective samples of armament and military equipment in tactical aviation;
- ▲ Synthesis of tactical, technical and economic design of tactical battle planes.



## Приклади практичних результатів

▲ Математична задача оптимізації КЯС перспективного парку бойових літаків тактичної авіації

де  $k_{ij}$  – коефіцієнт бойового потенціалу літака  $j$ -го типу у вирішенні  $i$ -го завдання;

$P_{i\text{ номр}}$  – потрібний бойовий потенціал угруповання ТА у вирішенні  $i$ -го завдання з  $I$ , що покладених завдань на угруповання;

$X_{jr}$  – невідома кількість потрібних літаків  $j$ -го типу, виділених для вирішення завдань в  $r$ -ту групу з  $R_j$ , що відшукується;

$C_{ij}$  – вартість одного серійного літака даного типу;

$N$  – кількість альтернативних варіантів;

$S$  – загальний обсяг необхідних витрат на закупівлю нової БАТ;

$\delta_{jr}$  – індекс, що описує залучення  $r$ -тої групи літаків  $j$ -го типу до виконання  $i$ -го завдання (варіанти розподілу льотного ресурсу по покладених бойових завданнях, або способи бойового застосування ТА) такий, що  $\delta_{jr} = 1$ , якщо  $r$ -та група літаків  $j$ -го типу може залучатися до виконання  $i$ -го завдання, та  $\delta_{jr} = 0$ , якщо не може;

$N_{TA}$  – обмеження загальної чисельності бойового складу тактичної авіації.

## Examples of practical results

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^N k_{ij} \sum_{r=1}^{R_j} \delta_{ijr} X_{jr} \geq P_{i\text{ номр}}, \quad \forall i = 1, i; \\ S = \sum_{j=1}^N \sum_{r=1}^{R_j} C_{ij} X_{jr} \rightarrow \min; \\ \sum_{j=1}^N \sum_{r=1}^{R_j} X_{jr} \leq N; \\ X_j = \sum_{r=1}^{R_j} X_{jr}; \quad X_j \geq 0; \quad \forall j = 1, N. \end{array} \right.$$

▲ Mathematical problem of optimization qualitative and quantitative prospects of combat planes component in tactical aviation:

Where  $k_{ij}$  is a coefficient of combat potential of the plane  $j$ -type in solving  $i$ -task;  
 $P_{i\text{ номр}}$  – is the necessary combat potential of tactical aviation grouping in solving  $i$ -task, with  $I$  tasks for grouping;  
 $X_{jr}$  – unknown quantity of necessary planes  $j$ -type, used in solving tasks in  $r$ -group

with  $R_j$  which is sought after;  
 $C_{ij}$  – is the cost of one production plane;  
 $N$  – is the number of alternative variants;  
 $S$  – is the general amount of necessary expenses on buying new combat aircraft;  
 $\delta_{jr}$  – is the index which describes involvement of  $r$ -group of planes  $j$ -type in

performing  $i$ -task (variants of sortie rate sharing in military tasks, or ways of combat using tactical aviation) such that  $\delta_{jr} = 1$ , if  $r$ -group of planes of  $j$ -type

can be used in performing  $i$ -task, and  $\delta_{jr} = 0$ , if it can't be used;  
 $N_{TA}$  – is the limiting of general quantity of tactical aviation force status

## Головні публікації Main publications

1. Леонтьев О.Б. Методологічний підхід до визначення структури бойового потенціалу систем озброєння та військової техніки різнорідного збройного угруповання / Зб. наук. праць / ЦНДІ ОВТ ЗСУ. – Київ, 2001.-вип.8.-С.88-96.
2. Леонтьев О.Б. Обґрунтування методичного підходу до визначення раціонального розподілу бюджетних коштів на підтримку рівня справності озброєння та військової техніки Повітряних Сил / Науково-технічний журнал «Наука і техніка Повітряних Сил України». ХУ ПС. - Харків, 2009.- № 2 (2).- С.31-37.
3. Семон Б.Й. Сучасний метод бойових потенціалів в прикладних задачах планування розвитку та застосування тактичної авіації: монографія //Б.Й. Семон, О.Б. Леонтьев, О.Б. Котов, Р.В. Хращевський, А.А. Адаменко. Під заг. ред. Семона Б.Й. та Леонтьєва О.Б. / К.: НАОУ, 2009. – 336 с.
4. Леонтьев О.Б., Рамшов Р.В. Визначення вагових внесків основних груп властивостей в узагальнений показник якості зенітного ракетного комплексу/ Зб. наук. праць ХУПС.- Харків, 2011.-вип.№3(29). – С. 15-18
5. Алімпієв А.М., Леонтьев О.Б. Результати аналізу ретроспективи розвитку багатofункціональних тактичних винищувачів / Науково-технічний журнал «Наука і техніка Повітряних Сил України». ХУ ПС. - Харків, 2013.- № 4 (13).- С.18-21.
6. Котов О.Б. Визначення методичного підходу до обґрунтування кількісно-якісного складу угруповання тактичної авіації / О.Б. Котов, О.Б. Леонтьев, Р.В. Яценко // Збірник наукових праць ХУПС. – Х.: ХУПС, 2014. Вип.1, С.35–39.

36

## Контактна особа Contact person

**ЛЕОНТЬЄВ ОЛЕКСІЙ Борисович**  
 доктор технічних наук, професор,  
 заслужений діяч науки і техніки України  
**LEONTYEV OLEKSIY**  
 Doctor of Technical Sciences, Professor,  
 Honoured Scientist and Technician of Ukraine  
 (+38 066) 356-25-07  
 e-mail: alexey1008\_2009@mail.ru

## Головні переваги методів The main advantages of the methods

- ▲ поглиблення системності досліджень при обґрунтуванні рекомендацій щодо розвитку системи озброєння та військової техніки тактичної авіації;
- ▲ можливість постановки та розв'язування зворотної задачі кваліметрії при синтезі раціонального обрису перспективних зразків ОВТ;
- ▲ можливість синтезу раціональних програм оновлення парків бойової авіаційної техніки тактичної авіації з урахуванням економічної спроможності держави.
- ▲ systematic of deepening research in validation of recommendations regarding to development of guidelines for armament system and military equipment in tactical aviation;
- ▲ opportunity to state and solve inverse qualimetry under synthesis of rational perspective examples conception of armament and military equipment;
- ▲ opportunity to synthesize rational renovation programs for military aviation equipment of tactical aviation due to the country economic capacity.

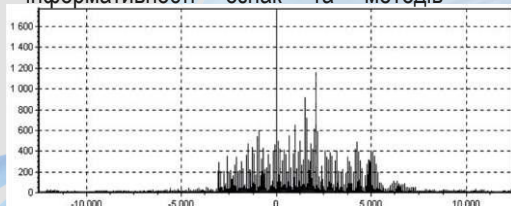


# Методи радіолокаційного розпізнавання повітряних цілей

## The methods of radar air target recognition

### Опис (особливості) методів

- ▲ Розроблені методи електродинамічного моделювання повітряних цілей, як об'єктів радіолокації.
- ▲ Методи вибору інформативних ознак розпізнавання при вузькосмуговому (амплітуда, елементи поляризаційної матриці, спектри «пропелерної» модуляції) та широкосмуговому (радіолокаційні дальнісні портрети) зондуванні.
- ▲ Методи прийняття рішень (кореляційні, нейрокомп'ютерні, безпосереднього використання оцінок умовних щільностей розподілу ознак розпізнавання та ін.).
- ▲ Методи дослідження інформативності ознак та методів розпізнавання.



Спектр «пропелерної» модуляції моделі турбовинтового літака Ан-26  
Spectrum «Propeller» modulation model turboprop aircraft An-26

### Description (features) methods

- ▲ The methods have been developed for simulating electrodynamic behavior of air objects as radar targets.
- ▲ Methods for selecting informative signatures to be used in narrow band radar recognition (Amplitude, polarization elements of the scattering matrix, spectrum of "Propeller" modulation) as well as in wide band radar recognition (high resolution range profiles).
- ▲ Methods for decision-making (correlation, artificial neural network, direct use of estimates of probability density distribution for the recognition signatures, etc.).
- ▲ Methods for investigating information performance of recognition signatures and methods.

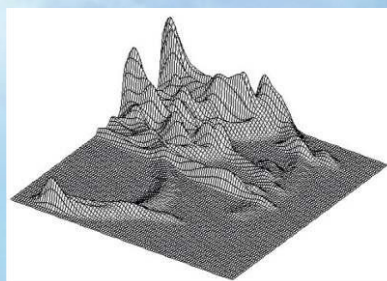
37

### Галузі використання методів

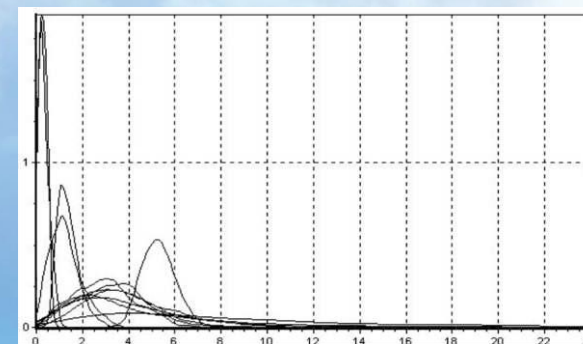
- ▲ протиповітряна оборона;
- ▲ управління повітряним рухом.

### Fields of use of methods

- ▲ air defense;
- ▲ air traffic management.



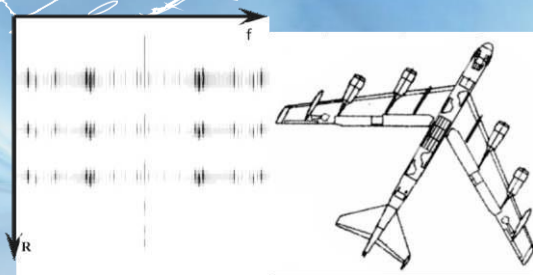
Розподіл нормованих поляризаційних ознак крилатої ракети GLCM  
Average normalized polarization characteristics cruise missile GLCM



Закони розподілу амплітуди відбитих вузькосмугових сигналів від різних цілей  
Laws narrow distribution of amplitudes of reflected signals from different purposes

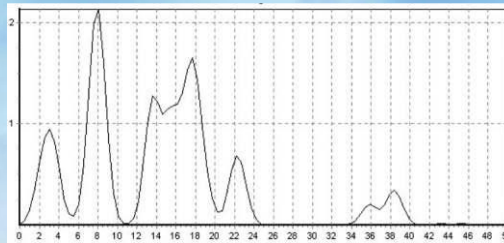


## Приклади практичних результатів

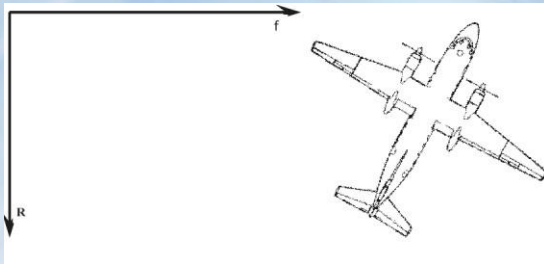


Дальнісно-частотний портрет моделі літака B-52 при ширині спектру сигналу 100 МГц  
Dalnisto portrait -frequency model aircraft B-52 with a width of the signal of 100 Mhz

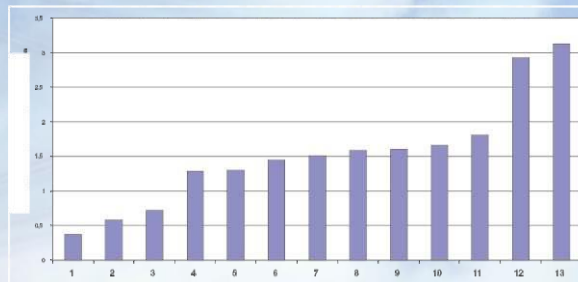
## Examples of practical results



Дальністний портрет моделі літака B-1B, для ЛЧМ сигналу з шириною спектру 150 МГц.  
Dalnisty portrait of model aircraft B-1B, for LCHM signal with a width range of 150 Mhz



Дальнісно-частотний портрет моделі літака An-26 при ширині спектру сигналу 100 МГц  
High resolution range profiles of An-26 at the width of the signal of 100 Mhz



Кількість інформації розпізнавання для різних ознак  
The amount of information for different signs of recognition

## Головні публікації Main publications

- Computer Simulation of Aerial Target Radar Scattering, Recognition, Detection, and Tracking/Y.D. Shirman, S.A. Gorshkov, S.P. Leshchenko, V.M. Orlenko, S.Y. Sedyshev, O.I. Sukharevskiy/Y.D. Shirman editor. – Boston – London: Artech house, 2002. – 294 p.
- Radar Target Backscattering Simulation Software and User's Manual/ Gorshkov S.A., Leshchenko S.P., Orlenko V.M., Sedyshev S.Yu, Shirman Y.D. – Boston-London: Artech House, 2002. - 71 p.
- Справочник. Радиоэлектронные системы. Основы построения и теории. – М: Радиотехника, 2007, - 511 с.
- Довідник з протиповітряної оборони. – Київ: МО України, Харків: ХВУ, 2003. – 368 с.
- Лещенко С. П. Развитие теории и техники радиолокационного распознавания воздушных целей // Прикладная радиоэлектроника. Т8, 2009, №4 С.490 – 497.
- Ширман Я.Д., Лещенко С.П., Орленко В.М. О моделировании вторичного излучения воздушных целей и его использовании в технике радиолокационного распознавания//Вестник Московского Государственного технического университета им. Баумана. – 1998, №4. - С. 14 – 25.
- Я.Д.Ширман, С.А.Горшков, С.П.Лещенко, Г.Д.Братченко, В. М. Орленко. Методы радиолокационного распознавания и их моделирование //зарубежная радиоэлектроника. Успехи современной электроники 1996, N 11.

## Контактна особа Contact person

**ЛЕЩЕНКО СЕРГІЙ** Петрович  
доктор технічних наук, професор  
заслужений діяч науки і техніки України  
**LESHENKO SERGIY**  
Doctor of technical Sciences, Professor  
Honoured Scientist and Technician of Ukraine  
+38-(050)-400-81-37  
e-mail: trisel59@ukr.net

## Головні переваги методів The main advantages of the method

- реалізуємість в сучасних та перспективних РЛС сантиметрового та дециметрового діапазонів хвиль;
- стійкість до впливу точно невідомих параметрів цілей (ракурсу спостереження, дальності).
- implementation possibility in modern and advanced radar decimeter and centimeter wavelengths;
- resistance to influence of uncertain parameters (angle of observation, distance).



# Рациональний синтез силової установки і планера літального апарату на основі параметричної інтеграції

## Rational synthesis of propulsion and airframe aircraft based parametric integration

### Опис (особливості) методів

### Description (features) methods

Розроблений метод включає основні задачі, що забезпечують рішення комплексної наукової і військово-прикладної проблеми:

- ▲ Комплексна раціональна інтеграція силової установки в планер літального апарату на основі параметричного синтезу з прогнозуванням очікуваних інтеграційних властивостей на етапі концептуального проектування літака.
- ▲ Комплексні та інтегральні показники складної технічної системи «літальний апарат» для оцінки багатоваріантних конструкторських розробок на ранніх етапах проектування.
- ▲ Прогнозування можливих показників льотно-технічних характеристик перспективних літаків для забезпечення досягнутого рівня техніки та технології.
- ▲ Порівняння експлуатаційної ефективності існуючих та перспективних літальних апаратів на основі методики розрахунку вартості життєвого циклу.
- ▲ Обґрунтування взаємного впливу параметрів та характеристик системи «планер – силова установка – авіаційні засоби ураження» при виконанні бойових задач літальним апаратом.

Improve method consist of .the main tasks that provide comprehensive solution of scientific and military-applied problems:

- ▲ The complex rational integration of propulsion in the airframe aircraft based parametric synthesis with forecasting the expected integration of properties on the stage of conceptual design of the aircraft.
- ▲ Complex and integral indicators complicated technical of system "aircraft" to estimation multivariate design developments in the early stages of design.
- ▲ Forecasting the possible indicators of flight and technical characteristics of prospective aircraft for the achieved level of technique and technology.
- ▲ Comparison of the operational effectiveness of existing and future aircraft based on the methods of calculating the cost of the life cycle.
- ▲ Justification of mutual influence parameters and characteristics of system "the airframe - propulsion - aviation means of destruction" when performing combat missions aircraft.

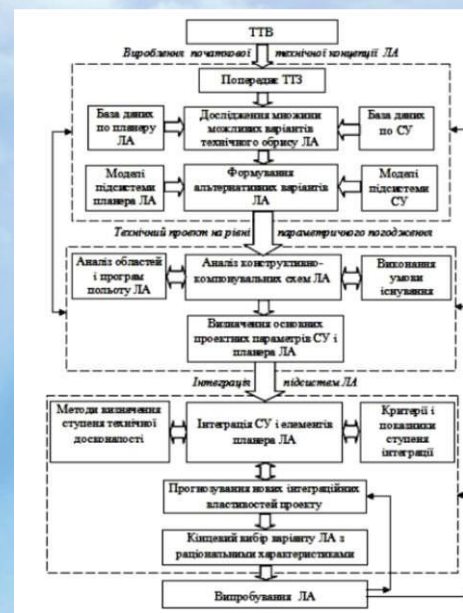
39

### Галузі використання методів

- ▲ прогнозування інтеграційних властивостей ЛА при їх розробці та глибокій модернізації;
- ▲ виявлення резервів покращення льотно-технічних і техніко-економічних характеристик існуючих та перспективних зразків авіаційної техніки;
- ▲ обґрунтування вимог до підсистем ЛА на основі дослідження вартості життєвого циклу в умовах обмежених матеріальних і часових ресурсів;
- ▲ дослідження шляхів підвищення ефективності робочого процесу в області розміщення силової установки на елементах планера ЛА з можливістю детального вивчення аеродинамічних та газодинамічних явищ;
- ▲ визначення перспективних науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, які направлені на розробку та удосконалення двигунів силових установок літальних апаратів.

### Fields of use of methods

- ▲ forecast properties aircraft integration in their design and deep modernization;
- ▲ identification of reserves to improve flight-technical and technical and economic characteristics of existing and perspective aviation technique;
- ▲ substantiation requirements for aircraft subsystems based on research of the life cycle cost in conditions of limited financial and time resources;
- ▲ research ways to improve of working process in the placement of the power plant on the elements of glider aircraft with the possibility of a detailed study of aerodynamics and gas-dynamic phenomena;
- ▲ defining new perspectives scientific research and development works, aimed at developing and improving engine propulsion of aircrafts.



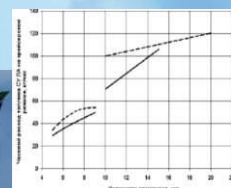
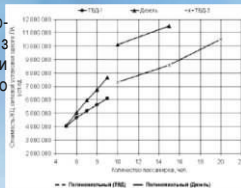


## Приклади практичних результатів

## Examples of practical results

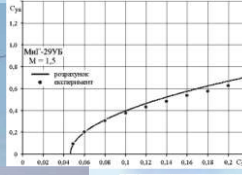
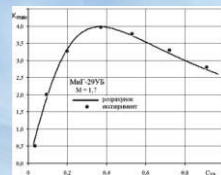
## Головні публікації Main publications

1. Дослідження льотно-технічних і техніко-економічних характеристик літаків з дизельними і газотурбінними двигунами для обґрунтування вартості їх життєвого циклу.



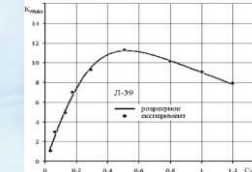
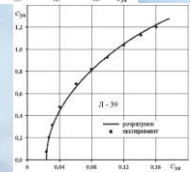
1. Research flight-technical and technical-economic characteristics of the aircraft with diesel and gas turbine engines for a substantiation of cost of their life cycle.

2. Визначення льотно-технічних характеристик літака МиГ-29УБ з авіаційними засобами ураження.



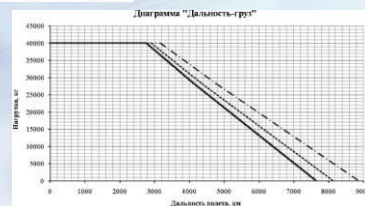
2. Determining performance characteristics of the aircraft MiG-29UB with aviation means of destruction.

3. Визначення льотно-технічних характеристик літака L-39 з авіаційними засобами ураження.



3. Determining performance characteristics of the aircraft L-39 with aviation means of destruction.

4. Розрахунок експлуатаційних характеристик військово-транспортного літака Іл-76М з різними двигунами у складі силової установки.  
4. Research of operational characteristics of military transport aircraft Il-76M with different engines as a part of the power plant.



40

## Головні переваги методів

## The main advantages of the methods

Головні переваги комплексного методу:

The main advantages of the complex method:

- ▲ комплексний метод включає єдиний науково-методичний підхід на основі математичного моделювання робочого процесу силової установки, заданого польотного циклу літака, життєвого циклу планера та двигуна силової установки з обґрунтуванням і прогнозуванням вартості життєвого циклу літака, його інтенсивністю використання в різних польотних завданнях, що важливо для навчально-тренувальних та навчально-бойових літаків;
- ▲ виробляються науково-технічні рішення по літальному апарату і його силовій установці комплексним, систематичним і регулярним, а не ситуаційним чином, що забезпечує системність і комплексність окремих заходів по літальному апарату;
- ▲ забезпечується кількісне прогнозування ефективності планованих заходів на літальному апараті, що підвищує об'єктивність оцінки і рівень обґрунтованості прийнятих рішень, а також відслідковується науково-технічна політика і тенденції основних виробників літальних апаратів і двигунів.

- ▲ complex method includes a the only a scientific and methodical approach based on mathematical modeling of working process power plant, of a given the flight cycle aircraft life cycle the airframe and engine propulsion system with a justification and forecasting the cost of the life cycle of the aircraft, its intensive use in different flight tasks, which is important for training and training-combat aircraft;
- ▲ produced scientific and technical solutions for aircraft and propulsion system of its comprehensive, systematic and regular, not a situational manner that ensures consistency and complexity of certain measures aircraft;
- ▲ provided quantitative of predicting the effectiveness of planned activities on the aircraft, which increases the level and objectivity of the validity of the decisions and monitored by scientific and technical policy trends and major manufacturers of aircraft and engines.

- ▲ Логинов В.В. Комплексный подход по формированию технического облика силовой установки, интегрируемой в планер, при синтезе летательного аппарата [Текст] / В.В. Логинов // Интегрированные технологии та енергозбереження. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2009. – №2. – С. 88–99.
- ▲ Логинов В.В. Формирование перспективных требований к параметрическому облику силовой установки транспортного самолета [Текст] / В.В. Логинов, Е.Ю. Иленко // Авиационно-космическая техника та технология. – №9(86). – 2011. – С. 13–18.
- ▲ Логинов В.В. Улучшение льотно-технических характеристик учебно-тренировочного самолета на основе выбора и замены двигателя силовой установки [Текст] / В.В. Логинов, И.Ф. Кравченко, А.В. Еланский, С.И. Смык // Системы озброєння і військова техніка. – 2012. – №1(29). – С. 60–67.
- ▲ Логинов В.В. Пути улучшения льотно-технических характеристик учебно-боевого самолета на основе замены двигателя силовой установки [Текст] / В.В. Логинов, И.Ф. Кравченко, А.В. Еланский, С.И. Смык // Авиационно-космическая техника и технология. – 2012. – №3(90). – С. 68–75.
- ▲ Логинов В.В. Исследование аэродинамических характеристик регионального транспортного самолета с различными ТРДД в системе силовой установки [Текст] / В.В. Логинов, И.Ф. Кравченко, А.В. Еланский // Авиационно-космическая техника и технология. – 2012. – №9(96). – С. 34–39.
- ▲ Анипко О.Б., Башинский В.Г., Логинов В.В., Семенов В.Б. Интеграция силовой установки и планера транспортного самолета: [монография]. – Запорожье: АО "Мотор Сич", 2013. – 329 с.
- ▲ Логинов В.В. Пути улучшения льотно-технических характеристик транспортного самолета на основе замены двигателя силовой установки [Текст] / В.В. Логинов, Е.Ю. Иленко, Р.И. Митяй, А.В. Еланский // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2012. № 1. С. 3541.
- ▲ Сорочкин А.Н. Анализ путей модернизации самолета-штурмовика типа Су-25 с целью улучшения его эксплуатационных характеристик [Текст] / А.Н. Сорочкин, В.В. Логинов, А.В. Еланский // Авиационно-космическая техника и технология. 2013. №7/104. С. 53–60.
- ▲ Логинов В.В. Сравнительный анализ авиационного дизельного и газотурбинного двигателей в системе легкого регионального самолета [Текст] / В.В. Логинов, Е.А. Украинцев. – Вест. Программний комплекс. – 2014. – С. 14–21.
- ▲ Украинцев В.В. Программный комплекс по формированию эксплуатационных характеристик двигателя силовой установки самолета [Текст] / В.В. Логинов // Авиационно-космическая техника та технология. – №9(126). – 2015. – С. 149–152.
- ▲ Логинов В. В. Сравнительная оценка эксплуатационных характеристик двигателей силовой установки для перспективного учебно-боевого самолета [Текст] / В.В. Логинов // Авиационно-космическая техника та технология. – №4/2(122). – 2015. – С. 25–28.

## Контактна особа Contact person

ЛОГИНОВ ВАСИЛЬ Васильович

Доктор технічних наук, старший науковий співробітник  
LOGINOV VASYL

Doctor of Technical Science, Senior Researcher  
(+38067) 25 65 405, e-mail: [login-w@ukr.net](mailto:login-w@ukr.net)

АНІПКО ОЛЕГ Борисович

Доктор технічних наук, професор  
Заслужений діяч науки і техніки України  
ANIPKO OLEG

Doctor of Technical Science, Professor  
Honored Scientist and Technician of Ukraine  
(+38068) 88 74 960



# Комплексна автоматизація процесів управління військами і бойовими засобами

## Comprehensive automation, system analyses of program-target planning and management troops and battle facilities

### Опис методології, що була розроблена

### Description of developed methodology

- Створення наукових принципів розробки, побудови, впровадження та використання АСУ військами і бойовими засобами. Розвиток наукового напрямку, пов'язаного з комплексною автоматизацією процесів управління військами і бойовими засобами. Розроблено еволюційний методологічний підхід і створено адаптивний інструментарій для формування вимог до АСУ, розробки системотехнічних рішень її створення та застосування

Creation of scientific principles of development, construction, introduction and use of ACS (automatic control systems) by troops and battle facilities. Development of scientific approach related to complex automation of processes of troops and battle facilities management. Evolutional methodological approach is worked out, and the adaptive tool for forming of the requirements for ACS, development of system technical solutions of its formation and application is created.

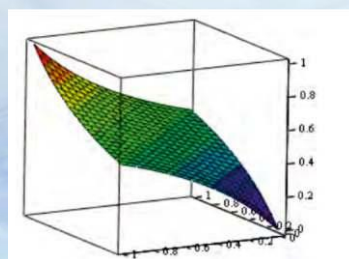
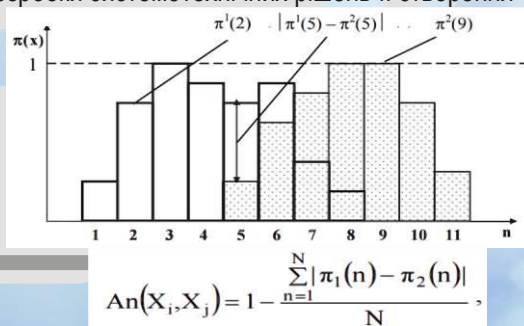


Рисунок 1 - Згортка нечітких множин двох аргументів за правилом  $\delta(a, b)$

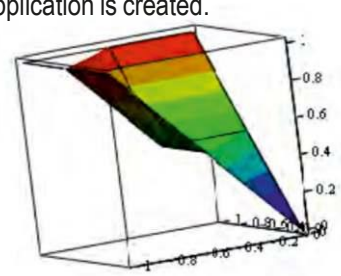


Рисунок 2 - Згортка нечітких змінних за правилом  $\max(x, y)$

### Головні переваги методології

- Запропоновано методологію розробки, побудови, впровадження та використання АСУ військами і бойовими засобами, що на відміну від існуючих заснована на еволюційному принципі розвитку та інтеграції різномірних бойових систем і об'єктів в єдиний інформаційний простір управління, що дозволяє підвищити ефективність застосування військ та озброєння.
- Розроблено концепцію та програму створення АСУ військами і бойовими засобами, що ґрунтуються на основі комплексної автоматизації процесів управління з урахуванням розвитку складу та методів вирішуваних в АСУ задач, інтеграції в ЄАСУ, використання знання орієнтованих технологій для побудови бойових алгоритмів.
- Запропоновано мережний принцип побудови АСУ із забезпеченням сумісності систем управління різних видів і родів військ, реалізацією розподіленої обробки, зберігання і захисту інформації, який на відміну від існуючих забезпечує гнучке управління мобільними бойовими системами і об'єктами.

41

### Галузі використання

- Методологія комплексної автоматизації процесів управління військами і бойовими засобами використовується у галузі оборонних технологій побудови автоматизованих систем управління військами та озброєнням видів Збройних Сил України та їх інтеграції у ЄАСУ Збройних Сил держави.

### Fields of use

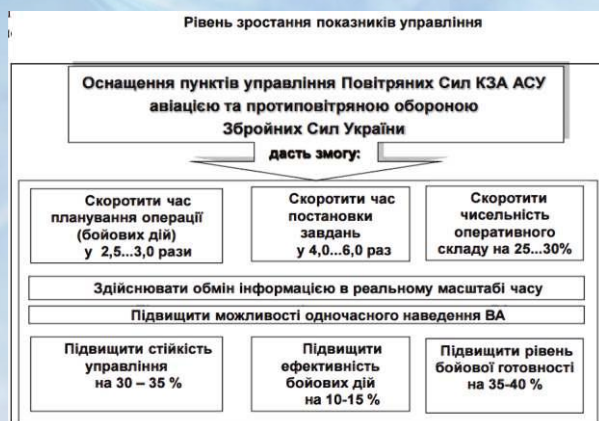
- Methodology of complex processes of troops and battle facilities automation management is used in the industry of defense technologies of ACS construction by troops and armament of the Armed Forces branches of Ukraine and their integration in ICCS of the state Armed Forces.



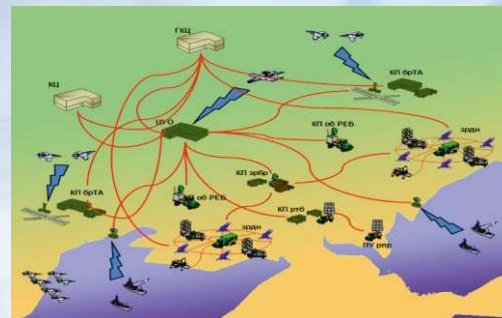
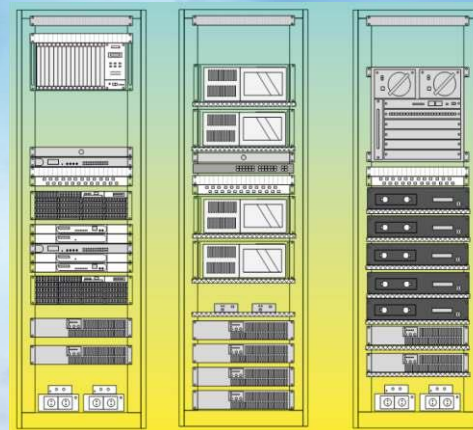
## Приклади практичних результатів

▲ Використання методології комплексної автоматизації процесів управління військами і бойовими засобами дозволило на теперішній час здійснити розробку та створення новітніх зразків комплексів засобів автоматизації зі складу АСУ авіацією та протиповітряною обороною України, які проходять державні випробування.

▲ The use of methodology of complex processes of troops and battle facilities automation management allowed at present to carry out development and creation of the newest standards of automation facilities complexes within ACS by Air Force and Air Defense of Ukraine, which are under the state tests.



## Examples of practical results



42

## Main advantages of methodology

1. Methodology of development, construction, introduction and use of ACS by troops and battle facilities is offered, that unlike existing model based on evolutionary principle of development and integration of the heterogeneous battle systems and objects in single informative space of management, allowing to promote efficiency of application of troops and armament.
2. Conception and program of creation of ACS are worked out by troops and battle facilities, that is founded on the basis of complex automation of management processes taking into account development of composition and methods of solvable in ACS tasks, integration in ICCS, use of knowledge of the oriented technologies for the construction of battle algorithms.
3. Network principle of ACS construction is offered with providing of different service and branches troops compatibility control system, with realization of the distributed processing, storage and securing of information that unlike existing one provides a flexible management of mobile battle systems and objects

## Головні публікації Main publications

- ▲ Низиенко Б. И. Методика автоматизированного синтеза формализованных описаний знаний для распознавания воздушных объектов / Б. И. Низиенко, О. В. Шевченко, А. В. Александров // Системы обработки информации. – 2004. – № 1. – С. 29-35.
- ▲ Низиенко Б. И. Метод формализации знаний, содержащих модальности для экспертных систем реального времени / Б. И. Низиенко, М. А. Павленко, П. Г. Бердник // Системы обработки информации. – 2004. – № 10. – С. 117-124.
- ▲ Низиенко Б. И. Метод формализации знаний, содержащих модальности для экспертных систем реального времени / Б. И. Низиенко, М. А. Павленко, П. Г. Бердник // Системы обработки информации. – 2004. – № 10. – С. 117-124.
- ▲ Низиенко Б. И. Разработка метода адаптивного управления информационными моделями в подсистеме информационного обеспечения процесса принятия решения по управлению сложными динамическими системами / Б. И. Низиенко, М. А. Павленко, П. Г. Бердник, С. Г. Шило // Системы обработки информации. – 2004. – № 11. – С. 140-146.
- ▲ Низиенко Б. И. Концептуальные основы создания перспективной АСУ протиповітряною обороною й авіацією Збройних Сил України / Б. І. Нізієнко, С. А. Войтович, В. М. Грачов, О. С. Бодяк // Системи озброєння і військова техніка. – 2005. – № 2. – С. 75-79.
- ▲ Нізієнко Б. І. Напрямки розвитку автоматизованих систем управління, що залучаються до виконання завдань протиповітряної оборони Збройних Сил України / Б. І. Нізієнко, В. В. Камінський, О. В. Сісков, О. В. Александров // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – 2010. – № 2. – С. 18-21.

## Контактна особа Contact person

НІЗІЄНКО БОРИС ІВАНОВИЧ  
кандидат технічних наук, професор

NIZIENKO BORIS  
Candidate of technical Sciences, Professor

(+38 067) 500-35-19  
E-mail: B.Nizienko@i.ua



# Технологія набуття організаційно-управлінських умінь в рамках системи фізичної підготовки

## The technology of organization and management skills acquisition in the physical training system

### Опис (особливості) методів

- ▲ Сформовано професійно-спрямовану технологію набуття організаційно-управлінських умінь в умовах освітньої системи фізичної підготовки, результатом використання якої стала підвищена здатність здійснення управління фізичною підготовкою в підлеглих підрозділах.
- ▲ Сутністю технології набуття організаційно-управлінських умінь є поетапне використання у навчально-виховному процесі інтерактивних методів у вигляді військово-професійної гри та методу практичної вправи.
- ▲ Ефективне засвоєння нової інформації при використанні професійно спрямованої технології набуття організаційно-управлінських умінь відбувається за результатом активної пізнавальної діяльності тих, хто навчається. Зміст навчання спрямовано на формування управлінських якостей, що забезпечує можливість ефективно здійснювати професійну діяльність відповідно до фахових службових обов'язків.



### Description (features) methods

Special features of technology.

- ▲ A professionally-oriented technology of organization and management skills acquisition in the conditions of the educational system of physical training has been formed. The result of this technology is an increased capability in organization of physical training in subordinate units.
- ▲ The essence of technology is a step-by-step implementation (application) of interactive methods, such as military professional games and method of practical exercises in the educational process.
- ▲ Effective mastering of new information in application of professionally-directed technology of organization and management skills acquisition is the result of active cognitive activity of students. The curriculum is aimed to form managerial qualities which make it possible to carry out professional activities in accordance with professional duties.

43

### Галузі використання методів

- ▲ Військові науки.
- ▲ Педагогіка.
- ▲ Психологія.
- ▲ Фізичне виховання та спорт.

### Fields of use of methods

- ▲ Military Sciences.
- ▲ Pedagogy.
- ▲ Psychology.
- ▲ Physical education and sport.





## Приклади практичних результатів

## Examples of practical results

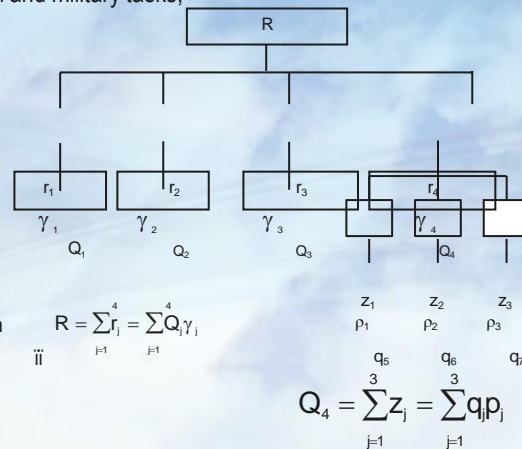
## Головні публікації Main publications

- Основною підставою проведення наукового обґрунтування адаптованої до сучасних вимог організаційно-управлінських умов офіцерів збройних сил концепції професійного спрямування системи фізичної підготовки вищої військової освіти стало врахування головних завдань концепції:
- освітньої системи вищої військової школи управлінські здатності і вміння офіцерів керувати й організувати дії військових підрозділів;
- чинної системи фізичної підготовки збройних сил забезпечення фізичної готовності військовослужбовців до виконання завдань фахової та бойової діяльності.

The basis for providing scientific rationale to the concept of a professionally oriented system of physical training in higher military education adapted to modern requirements for the organization and management skills of military officers was the taking the following factors into consideration:

- the main objectives of the concept of higher military education system;
- the skills of military officers in organizing and managing military units;
- the existing system of physical training in the armed forces to ensure the physical readiness of military personnel to carry out their professional and military tasks;

- Інтегральна оцінка (R) готовності до управління фізичною підготовкою в підпорядкованих підрозділах на основі кількісних показників та якісних критеріїв



- Integral estimation (R) of the readiness to manage physical training in subordinate units, based on quantitative indicators and qualitative criteria.

Обґрунтована значимість R - у визначенні за методом Дельфі та методом теорії ієрархічних систем Т.Л. Сааті кількісних показників ( $\gamma_1 - 0,113$ ,  $\gamma_2 - 0,438$ ,  $\gamma_3 - 0,265$ ,  $\gamma_4 - 0,184$ ) вагових коефіцієнтів ( $\rho_1 - 0,327$ ,  $\rho_2 - 0,535$ ,  $\rho_3 - 0,138$ ).

$$R = \sum_{i=1}^4 \gamma_i = \sum_{i=1}^4 Q_i \gamma_i$$

$$Q_4 = \sum_{j=1}^3 z_j = \sum_{j=1}^3 q_j p_j$$

Rational has been given to the value of R, and its quantitative indicators have been determined by the Delphi technique and by the Thomas L. Saaty's method of hierarchical systems.

статутних обов'язків.

- Ольховий О. М. Фізична підготовка в Повітряних Силах Збройних Сил України : [ навч. посіб. ] / В. М. Білуха, М. В. Корчачн, О. М. Ольховий та ін. Х. : ХУПС, 2006. – 260 с.
- Ольховий О. М. Теоретико-методичні засади системи навчання майбутніх офіцерів організації та проведенню форм фізичної підготовки / О. М. Ольховий // Слобожанський науково-спортивний вісник : наук.-теорет. журн. – Х. : ХДАФК. – 2010. – № 4. – С. 47 – 50.
- Ольховий О. М. Професійна діяльність офіцерів з питань управління фізичною підготовкою / О. М. Ольховий // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту : наук. журн. – Х. : ХОВНОКУ–ХДАДМ. – 2012. – № 10. – С. 50 – 54.
- Ольховий О. М. Ваговий коефіцієнт критеріїв інтегральної оцінки готовності майбутніх офіцерів до управління фізичною підготовкою / О. М. Ольховий // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту : наук. журн. – Х. : ХОВНОКУ–ХДАДМ. – 2012. – № 11. – С. 67 – 71.
- Ольховий О. М. Професійно-спрямована система фізичної підготовки майбутніх офіцерів / Т. Ю. Круцевич, О. М. Ольховий // Теорія і методика фізичного виховання і спорту : наук.-теорет. журн. – К. : НУФВІС України. – 2012. – № 4. – С. 73 – 77.
- Ольховий О. М. Технологія набуття організаційно-управлінських умов з управління фізичною підготовкою / Т. Ю. Круцевич, В. М. Красота, О. М. Ольховий // Спортивний вісник Придніпров'я / Наук.-практ. журнал. Дніпропетровськ: ДДІФКІС, – 2013. – № 2 – С. 107 – 111.
- Ольховий О. М. Концепція професійно спрямованої системи фізичної підготовки курсантів / О. М. Ольховий // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету ім. Т.Г. Шевченка. Вип. 112. Т. II // Наук. видання – Чернігів: ЧНПУ, – 2013. – С. 208 – 211.
- Ольховий О. М. Теоретико-методологічний аспект професійно спрямованої системи фізичної підготовки / О. М. Ольховий // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету ім. Т.Г. Шевченка. Вип. 118. Т. II // Наук. видання – Чернігів: ЧНПУ, – 2014. – С. 160 – 164.
- Ольховий О. М. Концептуальні зміни системи фізичної підготовки Збройних Сил / О. М. Ольховий // Вісник Кам'янець-Подільського НУ ім. Івана Огієнка Фізичне виховання, спорт і здоров'я людини. Вип. 8. – КПНУ, – 2015. – С. 254 – 260.
- Ольховий О. М. Теоретико-методичні засади підготовки збройних сил України: [монографія] / О. М. Ольховий. Х. : ХУПС, 2012. 286 с.
- Ольховий О. М. Теорія та організація фізичної підготовки військ: [ навч. посіб. ] / І. С. Овчарук, К. М. Сидорченко, М. В. Колот, О. М. Ольховий. Одеса : Військова академія, 2015. – Ч.2. – 234 с.
- Ольховий О. М. Теорія та методика наукових досліджень у фізичному вихованні та спорті : [ навч. посіб. ] / О. М. Ольховий. – Х. : ХДАФК, 2015. – 143 с.

44

## Головні переваги технології

- активізація засвоєння змісту теоретичних знань з організації фізичної підготовки у підрозділах військових частин;
- сприяння опануванню методичних прийомів і навичок навчання, розвитку та вдосконалення загальних і спеціальних фізичних якостей, військово-прикладних рухових навичок військовослужбовців;
- забезпечення позитивної динаміки рівня фізичного стану організму, розвитку загальних і спеціальних фізичних якостей та сформованості військово-прикладних рухових навичок;
- набуття фахових організаційно-управлінських умов з керівництва та організації дій підрозділів військових частин (у тому числі з питань фізичної підготовки), відповідно до

## The main advantages of the technology

- an activation of mastering the content of theoretical knowledge in organization of physical training in the military units
- facilitation the learning of methodological techniques and training skills, development and improvement of general and special physical qualities, motor skills of soldiers.
- provision of the positive dynamics of the level of physical state of the body, the development of general and special physical qualities and formation of military-applied motor skills;
- acquisition of professional skills in management and organization of activities (including physical training), in accordance with statutory duties.



***Контактна  
особа Contact  
person***

**ОЛЬХОВИЙ ОЛЕГ МИХАЙЛОВИЧ**

доктор наук з фізичного виховання та  
спорту, професор

**OLKHOVYI OLEN**

Doctor of Science in Physical Education and Sport,  
Professor

(+38 050) 301 02 58;

e-mail: [olkhovoleg@gmail.com](mailto:olkhovoleg@gmail.com)



# Ергономічне забезпечення розробки інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень в складних організаційних системах

## Ergonomic design providing intelligent decision support systems in complex organizational systems

### Опис (особливості) методів

- Одержані методи дозволяють будувати підсистеми інформаційного забезпечення прийняття рішень з використанням інтелектуальних технологій. Це дозволяє проектувати діяльність операторів АСУ з використанням методу поетапного моделювання (рис.1); оптимізувати режими роботи операторів; вдосконалювати системи управління ергатичного типу.
- Розробка інтелектуальних моделей та методів дозволяють: проводити розробку алгоритмів розпізнавання обстановки, відбирати та управляти параметрами відображення інформаційних ознак при формуванні інформаційних моделей, що забезпечують інформаційну підтримку процесу вироблення рішень операторами АСУ.

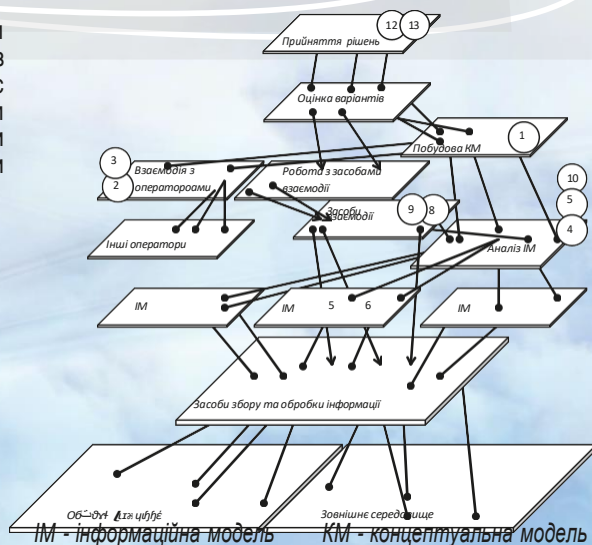


Рис. 1 Модель діяльності оператора

### Fields of use of methods

- розробка нових ергатичних систем;
- розробка інформаційних систем підтримки прийняття рішень операторами;
- вирішення складних задач інтелектуальної обробки інформації.
- моделювання складних систем;
- вирішення задач багатокритеріальної оптимізації.
- complex problems of smart information processing;
- modeling of complex systems;
- solving problems of multi-criteria optimization

- developing new ergative systems;
- developing information support systems for decision-making by operators;

інформаційні ознаки;  
 $\Pi^0_{Z_n}$ ,  $\Pi^A$ ,  $\Pi^*_{Z_n}$  — множина визначальних, додаткових та допоміжних інформаційних ознак.

### Description (features) methods

- The results obtained allow the formation of a subsystem of decision-making dataware using smart technologies. This allows to plan ACS operators work using the method of step-by-step modeling (Fig.1)
- Developing of smart models and methods allow carrying out the algorithms of situation recognition, selection and control of parameters of information characteristics displaying, that provide information support of the decision making process by ACS operators

$$Z_n : f_2 : u_j^0 \rightarrow \overline{W}_g^{Z_n} \Pi_{Z_n}^0$$

$$f_3 : u_j^A \rightarrow \Pi_{Z_n}^A$$

$$f_4 : u_j^* \rightarrow \Pi_{Z_n}^*$$

$Z_n$  — множина задач оцінки обстановки та дій повітряного противника;

$f_2, f_3, f_4$  — функції відображення;  
 $u_j^0, u_j^A, u_j^*$  — визначальні, додаткові та допоміжні

$Z_n$



## Приклади практичних результатів

## Examples of practical results

## Головні публікації Main publications

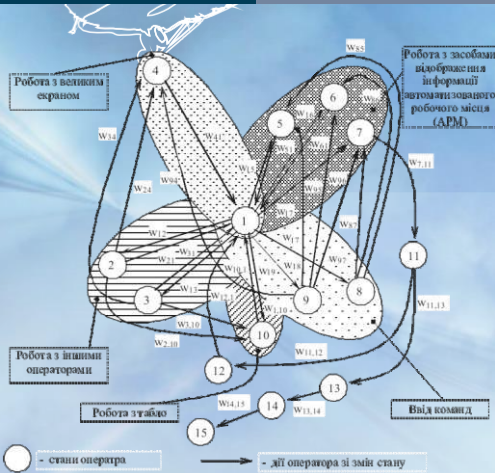


Рис. 2 Модель дії оператора з оцінки повітряної обстановки

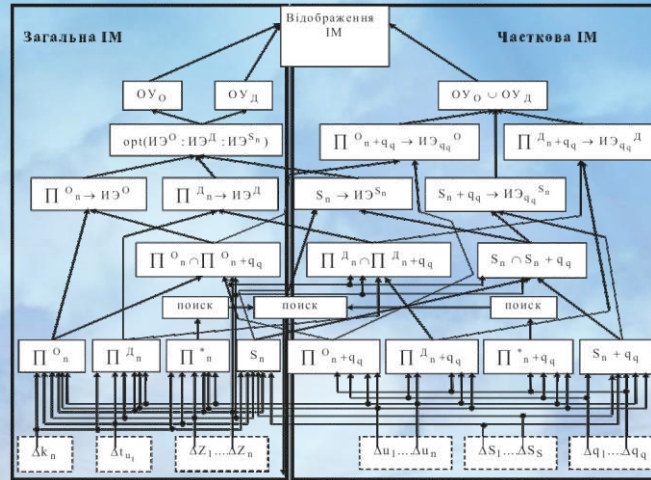


Рис. 3 Інтелектуальна модель



Рис. 4 Відображення

інформації про повітряну обстановку на робочому місці оператора

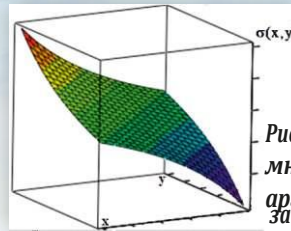


Рис. 5 Згортка нечітких множин двох аргументів за правилом  $\sigma(x,y)$

46

## Головні переваги методів The main advantages of the methods

- ▲ метод моделювання діяльності операторів АСУ дозволяє врахувати інтелектуальну діяльність оператора в різних умовах при управлінні складними системами або об'єктами;
- ▲ метод ситуаційного аналізу повітряної обстановки дозволяє підвищити обґрунтованість прийняття рішень;
- ▲ метод проектування та синтезу інформаційних моделей дозволяє забезпечити відображення інформації, відповідної до обстановки, що склалася;
- ▲ метод розробки моделі психологічного портрету оператора АСУ дозволяє формалізувати процес відбору операторів АСУ із заданими характеристиками;
- ▲ сукупність розроблених методів та моделей дозволяє скоротити час на розробку нових АСУ та впроваджувати інтелектуальні технології для вирішення завдань повітряного прийняття рішень.
- ▲ the method of ACS operators work modeling allows taking into account the mental performance of the operator under different conditions when controlling complex systems or objects;
- ▲ the method of situational analysis of aerial conditions allows to enhance the validity of decision making;
- ▲ the method of designing and synthesis of information models allows to provide data mapping, which corresponds to the current situation;
- ▲ the method of designing the model of psychological portrait of an ACS operator allows to formalize the process of selection of ACS operators with the necessary characteristics;
- ▲ the whole range of the methods and models developed allows to save time for the development of new ACSs and to implement smart technologies for solving decision-making support tasks.

- ▲ 1. Scenario approach to the engineering of information models, designed to enable the activities of operator in automated control systems / P.G. Berdnyk, A.S. Shevchenko // Системи обробки інформації. – Вип. 3(128).– Харків: ХУ ПС, 2015. – С. 32–35.
- ▲ 2. Гибридная модель знаний для распознавания ситуаций в воздушном пространстве/ Н.А. Корольюк, М.Ю. Гусак//Автоматика и вычислительная техника” Выпуск No. 5, 2014 (Vol. 49). – Рига: АВТ, 2014. – 16-25 с.
- ▲ 3. Прокладка маршрута движения воздушного объекта в разнородных зонах воздушного пространства // Системи обробки інформації. – Вип. 6(122).– Харків: ХУ ПС, 2014. – С. 67–70.
- ▲ 4. Problems of the education and training of combat control officers / V.G. Chernov, O.Y. Dorosh // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – X. : НАКУ «ХАІ». – 2014. – № 2 (66). – С. 121 – 124.





# Збереження гомеостазису суспільства

## в умовах системних трансформацій: силовий аспект

### Preservation of society homeostasis under the conditions

### of system transformations: power aspect

#### Опис (особливості) методів

#### Description (features) methods

- ▲ Дослідження присвячено феномену силового збереження гомеостазису суспільства в умовах соціокультурних трансформацій. Запропоновано філософську концепцію місця і ролі воєнної могутності та воєнної сили держави в системі збереження гомеостазису суспільства, що трансформується.
- ▲ Обґрунтовано сутність і розкрито особливості соціальних систем трансформативного типу.
- ▲ Здійснено аналіз стійкості й лабільності соціальної системи через дію варіативних величин, їхню роль у системі суспільних відносин;
- ▲ Визначено умови й принципи функціонування трансформативної соціальної системи, що дозволяють їй забезпечувати стійкість і стабільність.
- ▲ Досліджено й обґрунтовано динаміку перехідних процесів у період трансформацій.
- ▲ Обґрунтовано систему силового забезпечення гомеостазису суспільства; визначено, що її основою виступає воєнна могутність держави.
- ▲ Розкрито детермінацію державної діяльності в силовому забезпеченні гомеостазису суспільства.
- ▲ Запропоновано варіант розуміння сутності механізму забезпечення силового збереження гомеостазису та його типології, виокремлено основні компоненти структури такого механізму в умовах соціокультурних змін.



- ▲ The research deals with the phenomenon of power preservation of society homeostasis under the conditions of social and cultural transformations. The author suggests the philosophical conception of place and role of military power and military force of the state within the system of preservation of homeostasis of the society which is being transformed. The author grounds the essence and defines the peculiarities of transformative social systems, analyzes the strength and lability of social system via the variative values, their role in the system of social relations; the author defines the conditions and principles of transformative social system functioning that provide strength and stability. The dynamics of transition processes during the transformation period is also researched and grounded.
- ▲ The system of power provision of society homeostasis is grounded as well, the military power of the state is being considered as its basis. The determination of state activity in the power provision of society homeostasis is developed. The author suggests the variant of understanding the essence of homeostasis power preservation mechanism and its typology, and distinguishes the main components of such mechanism structure under the conditions of social and cultural changes.

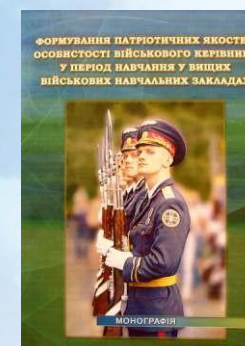
47

#### Галузі використання методів

- ▲ Вдосконалення методології дослідження використання воєнної сили в світі в межах соціально-філософського підходу;
- ▲ моделювання силового супроводу суспільства в умовах системних трансформацій;
- ▲ розробка пріоритетних напрямків удосконалення воєнної могутності України, її оптимізації в сучасних і перспективних умовах соціокультурних трансформацій.

#### Fields of use of methods

- ▲ Improvement of the research methodology of the use of military force in the world within the socio-philosophical approach;
- ▲ modelling of power support of the society under the conditions of system transformations;
- ▲ development of priority directions of the improvement of military power of Ukraine, its optimization under the current and future conditions of social and cultural transformations.





## Приклади практичних результатів

## Examples of practical results

- ▲ Результати дослідження складають певну світоглядно-методологічну базу для подальшої розробки сутності, структури та змісту феномену воєнної могутності держави;
- ▲ дозволяють глибше усвідомити проблему силового забезпечення феномену гомеостазису суспільства в умовах системних трансформацій;
- ▲ забезпечують можливість пролонгування можливого характеру розвитку сучасної збройної боротьби;
- ▲ внесення коректив до Воєнної доктрини України, системи забезпечення національної безпеки України;
- ▲ вироблення стратегії і тактики діяльності Збройних сил України в умовах сучасних асиметричних викликів, розробки і проведення військової реформи.



- ▲ The research results form a specific philosophical-methodological basis for further development of the nature, structure and content of the phenomenon of state military power,
- ▲ allow more deeply to see the point of power provision of homeostasis phenomenon of the society under the conditions of system transformations;
- ▲ provide the possibility of prolongation potential of the development of modern military struggle;
- ▲ the adjustments in Military doctrine of Ukraine, national security procedures of Ukraine;
- ▲ elaboration of the strategy and tactics of the Armed forces of Ukraine under the conditions of modern asymmetric challenges, development and realization of military reform.

48

## Головні переваги методів

## The main advantages of the methods

Запропоновано соціально-філософську концепцію силового забезпечення державою гомеостазису суспільства, що трансформується; запропоновано методологію аналізу особливостей силових аспектів діяльності держави в умовах системних трансформацій суспільства та його головних сфер (економічної, політичної, соціальної, духовної). На цій пізнавальній базі виявлено тенденції силового забезпечення функціонування соціуму у нових цивілізаційних, соціокультурних, політичних контекстах; розкрито значущість силових аспектів у здійсненні стратегій самозбереження та саморозвитку соціуму.

The proposed socio-philosophical conceptual idea of state power provision of society homeostasis that is transformed; the proposed methodology of the analysis of power aspects characteristics of state activity under the conditions of system transformations of society and its main spheres (economic, political, social, spiritual). On this cognitive basis, the power provision trends of society functioning in new civilizational, socio-cultural and political contexts were shown; the importance of power aspects in realizing the strategies of self-preservation and selfdevelopment of the society was revealed.

## Головні публікації Main publications

- ▲ Трансформація суспільства та воєнна могутність держави. //Наукові записки Харківського військового університету. Соціальна філософія. Педагогіка. Психологія. – Харків: ХВУ. – 2001. – Вип. 10. – С.123–128
- ▲ Концептуальний підхід до розгляду воєнної могутності держави в умовах посттоталітарної трансформації суспільства. //Наукові записки Харківського військового університету. Соціальна філософія. Психологія. – Харків: ХВУ. – 2003. – Вип. 16. – С. 54–64.
- ▲ Епоха стратегічної асиметрії: погляд на воєнний потенціал України. //Людина і політика. – 2003. – № 5. – С. 95–106.
- ▲ Національна безпека в контексті політичних засобів її реалізації. //Нова парадигма. Альманах наукових праць. Філософія. Політологія. Соціологія. – Випуск 35. – Запоріжжя: ЗДУ. – 2004. – С. 111–119.
- ▲ Соціальна безпека в контексті трансформаційних соціальних процесів. //Наукові записки Харківського військового університету. Соціальна філософія. Психологія. – Харків: ХВУ. – 2004. – Вип. 18. – С. 44–51.
- ▲ Еволюція воєнної могутності держав у сучасному світі. //Наукові записки Харківського військового університету. Соціальна філософія. Психологія. – Харків: ХВУ. – 2004. – Вип. 21. – С.41–48.
- ▲ Сучасна війна: проблема осмислення характеру та змісту. //Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. Науково-технічний журнал. (Тематичний випуск, присвячений 65 річчю перемоги у Великій Вітчизняній війні). — 2010. – № 1(3). – С. 47–52.
- ▲ Філософія воєнної сили: спроба осмислення. //Філософія і сучасність: Науково-теоретичний і практичний журнал. – Харків: ХДАДМ, 2011. – Випуск № 6. – С. 98–107.
- ▲ Соціокультурні аспекти інформаційної безпеки. //Зовнішня торгівля: економіка, фінанси, право. Науковий журнал. – 2013. – № 2. – С. 171–176.
- ▲ Соціально-гуманітарна сфера України перед глобальними викликами сучасності. //Монографія за заг. ред. проф. Панфілова О. Ю. – Харків: Видавництво «Інжек», 2013. – 236 с.
- ▲ Українське суспільство в умовах глобальних змін: цивілізаційний вимір. //Монографія ; за заг. ред. проф. Панфілова О.Ю. – Харків : Видавництво «Інжек», 2015. – 240 с.

## Контактна особа Contact person

**ПАНФІЛОВ ОЛЕКСАНДР ЮРІЙОВИЧ**  
доктор філософських наук, професор  
**PANFILOV OLEKSANDR**

Doctor of Philosophical Sciences, Professor

(+38 067) 812 65-13

e-mail: Philosophy\_AY@mail.ru



# Синтез гібридних алгоритмів прийняття рішень в умовах стохастичної та нечіткої невизначеності

## Synthesis of hybrid algorithms for decision making under conditions of stochastic and fuzzy uncertainty

### Опис (особливості) методів

### Description (features) methods

дозволяє для визначених умов проводити синтез гібридних алгоритмів прийняття рішень про відповідність реалізації  $\Phi$  спостережень сукупності  $S$  показників (кількісних параметрів та якісних факторів) деякому рішенню  $U_i, U, U_i, i \in \{1, 2, \dots, L\}$ , де  $L$  – кількість альтернатив. При цьому на множині альтернатив  $U$  кожен варіант рішення може бути заданий декількома компонентами  $u_{ik}$ .

При синтезі алгоритмів долаються два види невизначеності: апіорна щодо виду та параметрів розподілення параметрів (ознак) та факторів, які вивчаються, та апостеріорна – відносно виду та параметрів розподілень спостережень, за якими необхідно приймати рішення. Синтезуються багатоальтернативні алгоритми вибору одного з  $L$  можливих рішень за результатами  $\zeta$  спостережень ознак та факторів.

Для ознак  $s_j$ , що припускають стохастичний опис, вводиться модель з  $R_{ij}$  апіорних щільностей імовірності  $w_{ij}(s_j, s'_{ij}, s''_{ij})$  розподілу параметру  $s_j$  на кожному  $g$ -му інтервалі можливих значень  $[s'_{ij}, s''_{ij}]$  та  $D_{ij}$  функцій Дірака  $\delta(s_j - s_{ijd})$ , відповідних дискретним значенням параметру  $s_j$ .

Для факторів  $s_j$ , припускається, що кожний з них являє собою деяку  $j$ -ту,  $j \in \{1, 2, \dots, \zeta\}$ ,  $\text{Of} \in \{i, \dots, \zeta\}$   $\text{Ai} \in \{1, \dots, \zeta\}$  « $\circ$ » (висловлювальну) зміну з заданими на неї термами та визначаються апіорні функції приналежності  $\mu_{T_j}(s_j) \in [0, 1]$ .

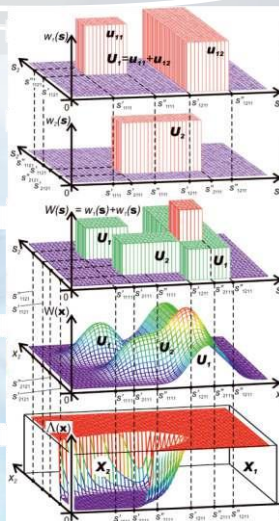
Знаходиться гібридний апостеріорний опис  $w(s)$  нпзмйг йц бмзуржсубуйг

$$w_i(s) = \prod_{j=1}^{\zeta} \left\{ \left[ \sum_{r=1}^{R_{ij}} p_{ijr} w_{ijr}(s_j, s'_{ijr}, s''_{ijr}) + \sum_{d=1}^{D_{ij}} p_{ijd} \delta(s_j - s_{ijd}) \right] + (1 - v_j) \mu_{T_j}(s_j) \right\}$$

та усереднені функції правдоподібності

$$w(x) = \int_{S_j} W(x|s) \left\{ \left[ \sum_{r=1}^{R_{ij}} p_{ijr} w_{ijr}(s, s'_{ijr}, s''_{ijr}) + \sum_{d=1}^{D_{ij}} p_{ijd} \delta(s - s_{ijd}) \right] + (1 - v_j) \mu_{T_j}(s_j) \right\} ds_j$$

Алгоритм прийняття рішення реалізує порівняння відношень правдоподібності  $\Lambda_i(x) = w_i(x) / w_j(x)$  з порогом  $C$ , який відповідає обраному критерию оптимальності.



The developed method allows under certain conditions to carry out the synthesis of hybrid decision-making algorithms about compliance of the implemented  $X$  observations together with  $S$  indicators (quantitative parameters and qualitative factors) to a kind of solution  $U, U_i, i \in \{1, 2, \dots, L\}$  where  $L$  is the number of alternatives. Thus, on the set of  $U$  alternatives each decision option can be specified by multiple components  $u_{ik}$ .

In the synthesis algorithms two types of uncertainty are overcome: a priori as for the types and settings of distribution parameters (signs) and factors that are studied, and a posteriori as for the types and parameters of distributions and observations which decisions need to be made on. Multiple-selection algorithms are synthesized by choosing one of  $L$  possible decisions based on the results  $\zeta$  observations signs and factors. For signs  $s_j$  that allow stochastic description, we introduce the model  $R_{ij}$  the a priori probability distribution density  $w(s_j, s'_{ij}, s''_{ij})$  parameter  $s_j$  in each  $r$ -th interval of possible values  $[s'_{ij}, s''_{ij}]$  and there are  $D_{ij}$  Dirac functions  $\delta(s_j - s_{ijd})$  to correspond to discrete values of the parameter  $s_j$ .

It is possible for factors  $s_j$  that each of them represents a certain  $j$ -th,  $j \in \{1, 2, \dots, \zeta\}$ , fuzzy linguistic (statement) variable with defined on it terms and which are determined by a priori membership functions  $\mu_{T_j}(s_j) \in [0, 1]$ . Hybrid posteriori description  $w(s)$  of possible alternatives

$$w_i(s) = \prod_{j=1}^{\zeta} \left\{ \left[ \sum_{r=1}^{R_{ij}} p_{ijr} w_{ijr}(s_j, s'_{ijr}, s''_{ijr}) + \sum_{d=1}^{D_{ij}} p_{ijd} \delta(s_j - s_{ijd}) \right] + (1 - v_j) \mu_{T_j}(s_j) \right\}$$

and the average likelihood function must be found

$$w_i(x) = \int_{S_j} W(x|s) \left\{ \left[ \sum_{r=1}^{R_{ij}} p_{ijr} w_{ijr}(s, s'_{ijr}, s''_{ijr}) + \sum_{d=1}^{D_{ij}} p_{ijd} \delta(s - s_{ijd}) \right] + (1 - v_j) \mu_{T_j}(s_j) \right\} ds_j$$

The decision-making algorithm implements the likelihood comparison  $\Lambda_i(x) = w_i(x) / w_j(x)$  of relationship with the threshold  $C$  that corresponds to the selected optimality criterion.

49

### Галузі використання методів

- Organizational and technical automated decision-making systems;
- Automatic systems of image and situation recognition;
- Automatic systems of information processing and situation prognostication.

### Fields of use of methods

- Organizational and technical automated decision-making systems;
- Automatic systems of image and situation recognition;
- Automatic systems of information processing and situation prognostication.

### Головні переваги методів The main advantages of the methods

- When a large number of signs, private signs, factors and partial factors, there is no need to piecemeal solutions – synthesized one-step algorithm that takes into account all the initial conditions of any complexity;
- In the same algorithm merged data processing with stochastic and fuzzy uncertainty, which is gebrannt algorithms synthesized;
- decreases the time of computation at the expense of the decision in one step;
- synthesized decision rules, the optimal relatively to the classical statistics of optimality criteria – Bissu, the maximum posterior probability, maximum likelihood, minimax, etc.;
- improving the quality of decision rules that are synthesized in the known heuristic algorithms.



# Приклади практичних результатів

# Examples of practical results

# Головні публікації Main publications

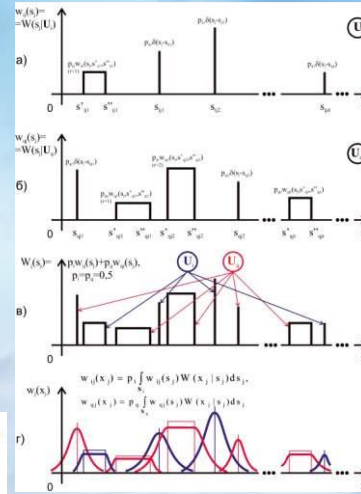
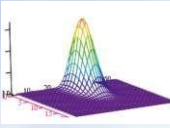
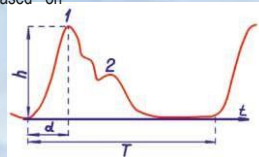
Оптимальне за критерієм Байєса правило перевірки належності нормальної вибірки спостережень  $\Phi$  одному з двох об'єктів  $U_1, U_0$ , що задані сукупностями інтервалів та дискретних значень у матриці сукупності  $S$  кількісних параметрів  $s_j$

Optimal rule by criterion of Bayes' rule determines whether normal sample observation  $X$  to one of two objects  $U_1, U_0$ , is defined by sets of intervals and discrete values in the metric aggregate  $S$  quantitative parameters  $s_j$ .

$$\delta_{\Phi} : \int_{S_q} W(x|s) \left[ \sum_{q=1}^{R_q} I_{qr} P_{qr} W_{qr}(s, s'_{qr}, s''_{qr}) + \sum_{d=1}^{D_d} I_{qd} P_{qd} \delta(s - s_{qd}) \right] ds \times \left\langle \int_{S_1} W(x|s) \left[ \sum_{r=1}^{R_1} I_{1r} P_{1r} W_{1r}(s, s'_{1r}, s''_{1r}) + \sum_{id=1}^{I_{id}} P_{id} \delta(s - s_{id}) \right] ds \right\rangle^{-1} \frac{p_i}{P_q} \frac{\Pi_{iq} - \Pi_{ij}}{\Pi_{qi} - \Pi_{qj}} = \mu \cdot c *$$

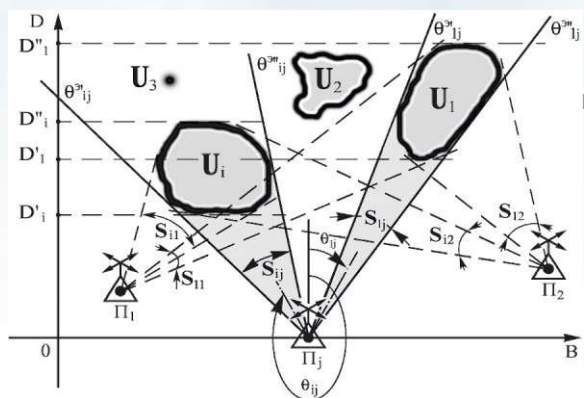
- Алгоритми автоматизованої діагностики порушень серцево-судинної системи на основі кількісних та якісних оцінок ознак.
- Algorithm for automated diagnostics of cardiovascular system disturbance based on quantitative and qualitative assessment of indication.

№ алг	Описи аттестованому	Зарядки організму	Стадії аттестованого процесу			
			початкова	помірна	виражена	груба
1	Форма ксилі ЕЕГ	гостра вершина	закруглення верхньої кривої або повільне лінійно виражене плато	виражене закруглення або чітке, але не різко виражене плато	рівне закруглення верхньої кривої	утворення вираженого плато
2	Вираженість вторинних хвиль	добра	помірна або добра	помірна або слабка	відсутня або виражена дуже слабо	відсутня
3	Час частини хвилі, що сповзає до гравітації ушої квилі (0,1%)	0,09 - 0,11	0,10 - 0,16	0,15 - 0,23	0,25 - 0,29	не менш 0,29
4	Відривання часу частини квилі, що сповзає до гравітації ушої квилі (0,1%)	15 - 18	11 - 27,5	27,5 - 31,5	достигне 37,5	не менш 37
5	Час розгортання квилі (0,1%)	0,183 - 0,192	0,16 - 0,21	0,13 - 0,17	зменшується до 0,10	не більш 0,10
6	Амплітуда РР <sub>0</sub>	нормальна	нормальна	нормальна або можливо зменшується	значена (найчастіше зменшена)	зменшується значно



Ознаки s	Класи U <sub>i</sub>				
	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>	U <sub>4</sub>	U <sub>5</sub>
s <sub>1</sub>	1	1, 2	2, 3	3	4
s <sub>2</sub>	1	2	2	4	5
s <sub>3</sub>	0,09 - 0,11	0,10 - 0,16	0,15 - 0,23	0,25 - 0,29	0,29 - 0,34
s <sub>4</sub>	15 - 18	11 - 27,5	27,5 - 31,5	31,5 - 37,5	37 - 41
s <sub>5</sub>	0,183 - 0,192	0,16 - 0,21	0,13 - 0,17	0,10 - 0,13	0,08 - 0,10
s <sub>6</sub>	1	1	1, 2	2	3

$$w_1(x) = \frac{1}{\sigma_1^2 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-s_1)^2}{2\sigma_1^2}} \frac{1}{\sigma_2^2 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-s_2)^2}{2\sigma_2^2}} \frac{1}{0,02} \left[ F\left(\frac{0,11-s_3}{\sigma_3}\right) - F\left(\frac{0,09-s_3}{\sigma_3}\right) \right] \times \left[ 1 - F\left(\frac{18-s_4}{\sigma_4}\right) - F\left(\frac{15-s_4}{\sigma_4}\right) \right] \left[ 1 - F\left(\frac{0,192-s_5}{\sigma_5}\right) - F\left(\frac{0,09-s_5}{\sigma_5}\right) \right] \frac{1}{\sigma_6^2 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-s_6)^2}{2\sigma_6^2}}$$



- Безрук В.М., Певцов Г.В. Теоретические основы проектирования систем распознавания сигналов для автоматизированного радиоконтроля. [монография]. – Харьков: Коллегиум, 2007. – 430 с.
- Довдник з протиповітряної оборони. – Київ: МО України, Харків: ХВУ, 2003. – 368 с.
- Сідаш В.В., Певцов Г.В., Никифоров О.В. Теоретичні основи автоматизації управління льотною підготовкою військових льотчиків. [монография]. – Харків: «Цифрова друкарня №1», 2013. – 244 с.
- Певцов Г.В. Синтез алгоритма розпізнавання радіомішених на основі байєсового правила перевірки складних гіпотез // Известия вузов. Радиоэлектроника. – 1998. – Т.41, №4. – С.49-57.
- Певцов Г.В., Костецкий В.И., Галкин С.А. Методика синтеза алгоритма распознавания радиомішених, заданных сложным эталонным описанием, оптимального по критерию максимума апостериорной вероятности // Известия вузов. Радиоэлектроника. – 1999. – Т.42, №2. – С.61-68.
- Певцов Г.В. Синтез алгоритмов распознавания образов, заданных сложными эталонными описаниями в метрике азимутов на источниках радиомішених // Известия вузов. Радиоэлектроника. – 2000. – Т.43, №4. – С.38-45.
- Певцов Г.В., Галкин С.А. Синтез алгоритмов проверки радиомішених на основе оптимальной по критерию максимума апостериорной вероятности проверки статистических сложных гипотез // Известия вузов. Радиоэлектроника. – 2001. – Т.44, №8. – С.30-37.
- Певцов Г.В., Лупанин В.А. Синтез алгоритмов многоальтернативного распознавания образов на основе проверки сложных статистических гипотез по критерию максимума апостериорной вероятности // Известия вузов. Радиоэлектроника. – 2001. – Т.44, №11. – С.77-80.
- Певцов Г.В. Синтез байесовских алгоритмов многоальтернативного распознавания образов, заданных сложными эталонными описаниями // Известия вузов. Радиоэлектроника. – 2003. – Т.46, №1. – С.58-63.
- Певцов Г.В., Батулин Н.Г., Лупанин В.А. Синтез непараметрических алгоритмов распознавания групп радиомішених на основе линейной интерполяции статистических усредненных функций правдоподобия // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2003. – №4 (4). – С.10-12.
- Певцов Г.В. Составное эталонное описание объектов для статистического синтеза алгоритмов распознавания образов по совокупности измеренных параметров // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2004. – №1 (7). – С.10-12.
- Певцов Г.В. Синтез статистических алгоритмов распознавания образов, заданных составными эталонными описаниями // Известия вузов. Радиоэлектроника. – 2004. – Т.47, №12. – С.45-54.
- Певцов Г.В., Колосинченко Д.А. Синтез алгоритмов многоальтернативного распознавания образов, заданных сложными эталонными описаниями, при наличии класса неизвестных объектов // Известия вузов. Радиоэлектроника. – 2005. – Т.48, №12. – С.27-31.
- Певцов Г.В., Касьянова Е.В., Олейник М.А. Синтез алгоритмов автоматизированной диагностики нарушений сердечно-сосудистой системы на основе количественных и качественных оценок признаков и проверки сложных статистических гипотез // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2006. – № 1/2. – С.104-108.
- Певцов Г.В. Методика розпізнавання груп радіовипромінювань на основі непараметричного підходу до оцінювання усереднених функцій правдоподібності // Системи озброєння і військова техніка. – Харків: ХУ ПС, 2008. – Вип.2 (14). – С.94-99.
- Bezruk V.M., Pevtsov G.V. Signals recognition methods // Systemy rozpoznanja i walki elektronicznej. – Warszawa: Wojskowa Akademia Techniczna Wydział Elektroniki, 2008. – S.17-27.
- Певцов Г.В. Метод синтезу гібридних алгоритмів прийняття рішень в умовах стохастичної та нечіткої невизначеності // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – Харків: ХУ ПС, 2009. – Вип.1 (1). – С.14-18.
- Певцов Г.В., Яцуценко А.Я., Пінчугін М.Ф., Карлов Д.В., Трофіменко Ю.В. Теоретичні основи новітніх технологій побудови радіолокаційних систем // Наука і оборона. – 2014. – № 2. – С.45-53.

## Контактна особа Contact person

**ПЕВЦОВ ГЕННАДІЙ Володимирович**  
доктор технічних наук, професор,  
заслужений діяч науки і техніки України  
**PEVTSOV HENNADIJ**

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Honoured Scientist and Technician of Ukraine  
(+38 057) 700 24 65; (+38 067) 718 37 26  
e-mail: pgvn@yandex.ua



# Інформаційний захист регіонів та

# Information protection regions and

# угруповань військ у гібридних війнах

# groups of troops in the hybrid wars

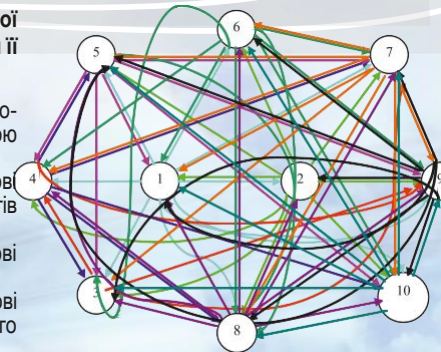
## Опис (особливості) методів

## Description (features) methods

Розроблена методика планування інформаційно-психологічної операції, яка реалізує системний підхід до підготовки, проведення та оцінки її ефективності, що включає:

- ▲ методику визначення рівня інформаційних загроз в інформаційно-психологічному просторі на основі математичних методів аналізу за допомогою когнітивних карт, експертного оцінювання та статистичного аналізу;
- ▲ методику сегментації інформаційно-психологічного простору на основі системного підходу з використанням методів експертного оцінювання, елементів кластерного аналізу, теорії множин та матриць;
- ▲ методику прогнозування об'єктів інформаційно-психологічного впливу на основі нечіткої моделі процесу інформаційного протистояння сторін;
- ▲ методику сугестивного аналізу інформації на підсвідомість людини на основі методів фонетичного та лінгвістичного аналізу, а також нейролінгвістичного програмування з використанням семантичного диференціалу;
- ▲ методику оцінювання ефективності виконання заходів протидії негативному інформаційно-психологічному впливу.

Розроблені моделі проведення інформаційно-психологічних операцій в умовах ведення гібридної війни.



Інструменти/засоби впливу

The method planning information and psychological operations, which implements a systematic approach to the preparation, implementation and evaluation of its effectiveness, including:

- ▲ method of determining the level of information threats in information-psychological spaces based on mathematical methods of analysis using cognitive maps, expert evaluation and statistical analysis;
- ▲ method of segmentation information and psychological space-based systems approach, using methods of expert evaluation elements cluster analysis, set theory and matrices;
- ▲ method of forecasting object information and psychological impact based on fuzzy process model information confrontation parties;
- ▲ suggestive method of analysis of information on the human subconscious techniques based on the phonetic and linguistic analysis and neurolinguistic programming using semantic differential;
- ▲ method of evaluating the effectiveness of the measures to counter negative information and psychological impact.

The models of information and psychological operations in conditions of hybrid warfare.

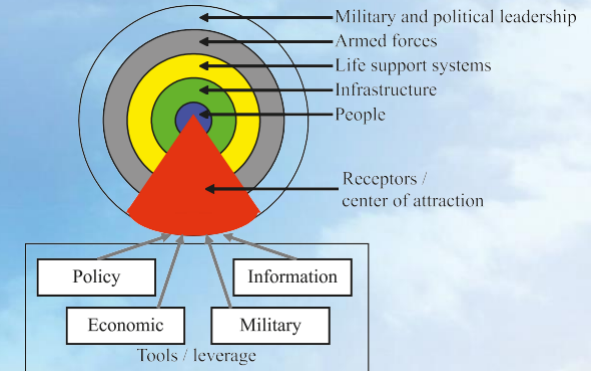
51

## Галузі використання методів

- ▲ інформаційна безпека держави та інформаційно-психологічна боротьба;
- ▲ автоматичні системи обробки інформації та прогнозування ситуацій.

## Fields of use of methods

- ▲ information security and information-psychological struggle;
- ▲ automatic systems of information processing and predict situations





# Приклади практичних результатів

# Examples of practical results

# Головні публікації Main publications

### Методика оцінювання ефективності виконання заходів протидії негативному інформаційно-психологічному впливу противника

Методика оцінювання ефективності виконання заходів протидії негативному інформаційно-психологічному впливу противника	Індекси оцінювання	Значення	Результат
1. Узагальнений показник якості планування заходів протидії ПІВ			0,62
11. Відповідність змісту слоганових заходів протидії негативному впливу, що здійснюється	0,45	0,70	0,32
12. Точність визначення об'єкта, що здійснюється негативним інформаційно-психологічним впливом	0,25	0,60	0,15
13. Точність визначення об'єкта, який здійснюється негативним інформаційно-психологічним впливом	0,30	0,50	0,15
14. Відповідність змісту слоганових заходів протидії ПІВ	0,18	0,65	0,12
21. Відповідність чисельності і кваліфікації особового складу заданим протидії, що впроваджується	0,45	0,70	0,32
22. Відповідність техніки і обсягу та їх бойових можливостей заходам протидії, що впроваджується	0,25	0,50	0,13
23. Відповідність технічних характеристик комунікаційних засобів заходам протидії, що впроваджується	0,30	0,70	0,21
3. Узагальнений часовий ресурс виконання заходів протидії ПІВ	0,08	0,54	0,10
31. Час планування заходів протидії ПІВ	0,30	0,60	0,18
32. Відповідність термінів проведення заходів протидії військ	0,20	0,50	0,13
33. Відповідність термінів проведення заходів протидії військ	0,20	0,50	0,13
4. Часовий інтервал між заходами	0,29	0,70	0,29
4. Узагальнений показник рівня взаємодії і синхронності структури	0,16	0,30	0,08
41. Якість взаємодії з органами місцевого самоврядування	0,09	0,30	0,03
42. Якість взаємодії з територіальними органами СБУ, МВС	0,17	0,50	0,09
43. Якість взаємодії з громадськими та релігійними організаціями	0,17	0,30	0,07
44. Якість взаємодії з місцевими засобами масової інформації	0,37	0,30	0,11
5. Ураження об'єкту негативного ПІВ виконанням заходів протидії	0,11	0,30	0,08
51. Імовірність ураження об'єкту негативного ПІВ виконанням заходів протидії	0,40	0,60	0,09
52. Імовірність радіоелектронного подавлення об'єкту негативного ПІВ виконанням заходів протидії	0,60	0,30	0,30
6. Масштабність протидії негативному ПІВ в інтернеті	0,14	0,50	0,07
61. Імовірність формування брешової пропагандистської сайти	0,23	0,50	0,12
62. Імовірність створення пропагандистських сайтів	0,41	0,50	0,21
63. Імовірність розміщення контрпропагандистських матеріалів в інтернет-виданнях	0,36	0,50	0,18

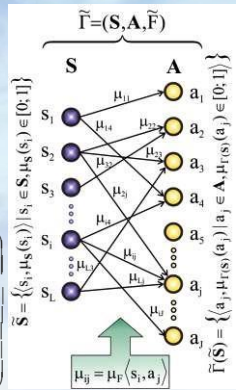
- Інформаційно-розрахункова задача щодо розрахунку ефективності виконання заходів протидії негативному інформаційно-психологічному впливу противника на війська та населення в ході ведення гібридної війни.
- Алгоритм визначення раціонального складу сил та засобів протидії негативному інформаційно-психологічному впливу противника на війська та населення в ході ведення гібридної війни.

- Information on the task of calculating the estimated effectiveness of the measures to counter negative information and psychological impact on the enemy troops and population during driving hybrid war.
- Algorithm for the management of forces and means of countering negative information and psychological impact on the enemy troops and population during driving hybrid war.

$$n_{psy.ch.opt} = \left[ k_{psy.ch.people} \frac{k_{people} N_{people} n_{psy.ch.people}}{day_{psy.ch}} \right] + 1$$

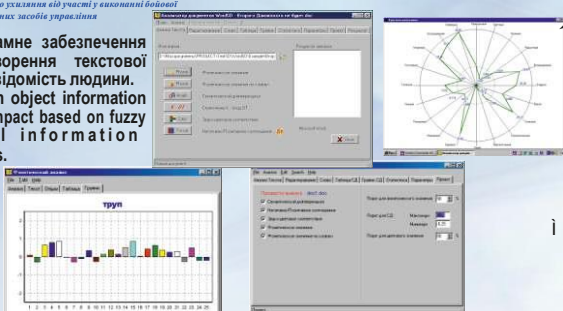
$$n_{printing.press} = \left[ \frac{N_{people} n_{copy.people} d_{paper}}{v_{printing.press} t_{work} n_{printing.press} d_{day} n_{printing.press}} \right] + 1$$

Алгоритм прогнозування об'єктів інформаційно-психологічного впливу на основі нечіткої моделі процесу інформаційного протистояння сторін.  
Prediction algorithm object information and psychological impact based on fuzzy process model information confrontation parties.



$$\tilde{A} = \begin{pmatrix} \mu_{11} & 0 & 0 & \mu_{14} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \mu_{22} & \mu_{23} & 0 & 0 & \mu_{25} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \mu_{34} & 0 & 0 & \mu_{36} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \mu_{44} & 0 & 0 & \mu_{47} \\ 0 & \mu_{52} & \mu_{53} & 0 & 0 & \mu_{55} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \mu_{66} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \mu_{77} \end{pmatrix}$$

- Спеціальне програмне забезпечення аналізу і перетворення текстової інформації на підсвідомість людини.
- Prediction algorithm object information and psychological impact based on fuzzy process model information confrontation parties.



52

# Головні переваги методів The main advantages of the methods

- Визначається наявність та оцінка рівня інформаційних загроз, встановлюється взаємна залежність загроз та виділяється підсистема системи забезпечення інформаційної безпеки, яка піддається найбільшому впливу;
- розділяється інформаційно-психологічний простір на сегменти, визначаються ядро та центр кожного з сегментів, проводиться оцінка їх зв'язності та визначається об'єкт інформаційно-психологічного впливу і виявляються його суттєві характеристики;
- проводиться аналіз текстів і виступів, визначається їх спрямованість (наявність аспектів сугестії) та надається можливість їх корегування відповідно заданим характеристикам впливу;
- існує можливість автоматизації процесу планування інформаційно-психологічної операції та оцінки її ефективності.
- Determined by the availability of information and assessment of threats, threats to established mutual dependence and released subsystem information security system, which is most impact;
- shared information and psychological space segments, defined core and center of each of the segments, assesses their connectivity and determined object information and psychological effects are its essential characteristics;
- the analysis of texts and speeches, determined by their orientation (suhesty aspects of existence) and given the opportunity to adjust accordingly given characteristics influence;
- the possibility of automating the process of planning information and psychological operations and evaluate its effectiveness.

# Контактна особа Contact person

**ПЕВЦОВ ГЕННАДІЙ Володимирович**  
доктор технічних наук, професор,  
заслужений діяч науки і техніки України  
**PEVTSOV HENNADI**  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Honoured Scientist and Technician of Ukraine  
(+38 057) 700 24 65; (+38 067) 718 37 26 e-mail: pgvn@yandex.ua

**ЗАЛКІН СЕРГІЙ Володимирович**  
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник  
**ZALKIN SERGIY**  
Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher  
(+38 097) 35 81 817 e-mail: sergejzalkin@yandex.ua



# Статистичні алгоритми обробки зображень

## Statistical algorithms of image processing

### Опис (особливості) методів

- ▲ Розроблено систему моделей, методів, алгоритмів і програмне забезпечення фільтрації, градаційної корекції, підвищення різкості, сегментації і розпізнавання зображень, що дозволяє підвищувати ефективність дешифрування аерофотознімків у системах оптичної повітряної розвідки.
- ▲ Розроблено сучасні алгоритми машинного навчання для об'єктів регулярного і нерегулярного виду.
- ▲ Розроблений ефективний підхід до побудови табличної функції перетворення яскравості зображення, який дозволяє вирішувати задачі з лінійної трудомісткості.

### Description (features) methods

- ▲ It is developed a system of models, methods, algorithms and filtering software, tonal correction, increasing of sharpening, segmentation and images recognition, that allows to increase decoding efficiency in optic aerial reconnaissance systems.
- ▲ The development of modern machine learning algorithms for objects of regular and irregular types.
- ▲ It is developed an effective approach to the tabular function construction of display brightness transformation, that allows to tackle linear laboriousness problems.

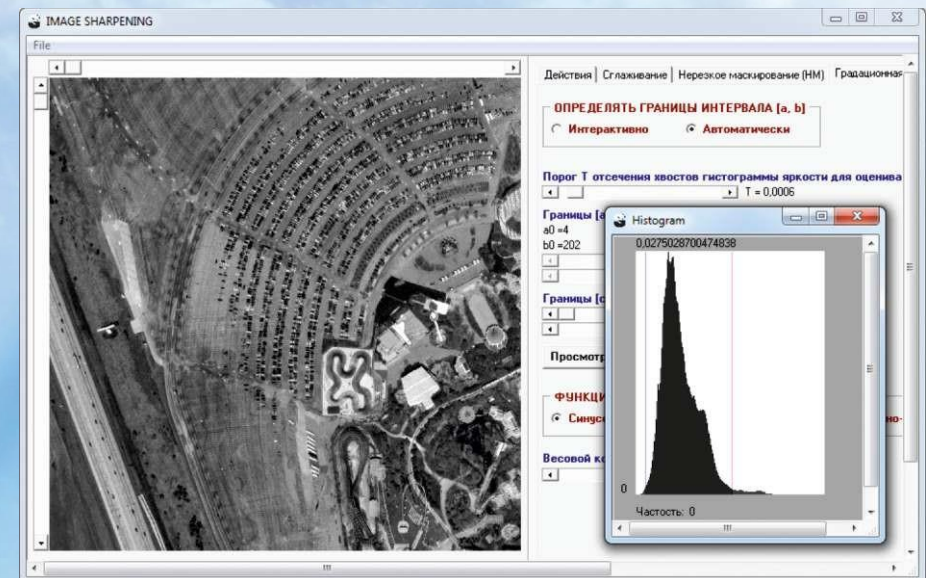
53

### Галузі використання методів

- ▲ Системи оптичної повітряної розвідки
- ▲ Системи дешифрування аерофотознімків
- ▲ Прогнозування розвитку ситуації у зонах проведення розвідки
- ▲ Системи машинного навчання

### Fields of use of methods

- ▲ Optical aerial reconnaissance systems.
- ▲ Aerial photographs decoding systems.
- ▲ Forecasting of situation development in the areas of reconnaissance.
- ▲ Machine learning. systems.





## Приклади практичних результатів

## Examples of practical results

Підвищення якості дешифрування зображень у системах оптичної повітряної розвідки за рахунок підвищення ефективності фільтрації, градаційної корекції, підвищення різкості, сегментації і розпізнавання зображень.

The improving of images decoding quality in optical aerial reconnaissance systems by increasing of filtration efficiency, tonal correction, sharpening, segmentation and image recognition.



54

## Головні переваги методів The main advantages of the method

- ▲ Підвищення оперативності аналізу розвідувальних даних.
- ▲ Короткостроковий прогноз розвитку ситуації у зоні проведення розвідки.
- ▲ Скорочення часу дешифрування аерофотознімків у системах оптичної повітряної розвідки.
- ▲ Зменшення ймовірності виникнення помилок дешифрування аерофотознімків у системах оптичної повітряної розвідки.
- ▲ Efficiency increasing of reconnaissance data analysis.
- ▲ The short-term forecast of the situation development in the reconnaissance area.
- ▲ The time reduction of aerial photographs decoding in optical aerial reconnaissance systems.
- ▲ The errors occurrence reduction of aerial photographs decoding in optical aerial reconnaissance systems.

## Головні публікації Main publications

- ▲ 1. Модель и метод повышения резкости границ и линий / К.С.Смеляков, Дроб Є.М. // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2015. – № 1 (18). – С.139-141.
- ▲ 2. Повышение резкости цифрового изображения за счет фильтрации пикселей тени объекта / К.С. Смеляков, С.И. Хмелевский, О.В. Водолажко, Дроб Є.М.// Системи обробки інформації. – 2014. – № 5 (125). – С.149-156.
- ▲ 3. Анализ эффективности фильтров резкости изображений / К.С. Смеляков, Є.М. Дроб // Системи обробки інформації. – 2014. – № 8 (124). – С.137-143.
- ▲ 4. Модели и методы градационной коррекции цифрового изображения / К.С. Смеляков, О.В. Водолажко, Є.М. Дроб // Системи озброєння і військова техніка. – 2014. – № 4 (40). – С.110-116.
- ▲ 5. Програмні засоби обробки зображень. Керівництво до практичних занять з дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» / К.С. Смеляков, І.В.Рубан, О.В.Шитова, П.В. Потелешенко. – Х.: ХУПС, 2014. – 137 с.
- ▲ 6. Информатика: навч.-метод. посіб. / І.В. Рубан, К.С. Смеляков, О.В. Шитова. – Х.: ХУПС, 2013. – 164с.

## Контактна особа Contact person

**СМЕЛЯКОВ КИРИЛО Сергійович**  
доктор технічних наук, професор  
**SMELYAKOV KYRYLO**  
Doctor of Technical Science, Professor  
(+38095) 84 44 212 e-mail: smelks@mail.ru  
**СМЕЛЯКОВ СЕРГІЙ Вячеславович**  
доктор фізико-математичних наук, професор  
**SMELYAKOV SERGEI**  
Doctor of Physics and Mathematics Science, Professor  
(+38066) 22 94 464



# Дослідження проблем розвитку систем управління, інформаційно-аналітичного процесів управління військами (силами) в умовах нечітко визначеного ресурсу

## Research of control development system problems, of the information analytical troops (forces) management processes in conditions of unexpressly certain resource

### Опис (особливості) методів

### Description (features) methods

- ▲ Враховують суб'єктивні дані і знання органів управління, формалізація яких на підставі застосування методів нечіткого оцінювання збільшує ступінь обґрунтованості рішення на бойові дії;
- ▲ реалізують механізм формалізації когнітивного уявлення людини, що приймає рішення, явищ, подій і ситуацій, а також залежностей між ними в системі оброблення інформації в умовах обмеженого часу;
- ▲ дозволяють формувати багатоваріантний замисел бойових дій, який є основою рішення протягом його реалізації, із застосуванням методу моделювання ситуацій;
- ▲ надають можливість здійснювати розпізнавання ситуацій на основі використання нечіткої міри настання сукупності подій, побудови нечітких кластерів на відмінностях формалізованих ознак обраних пар об'єктів, що спостерігаються у динаміці розвитку оперативної (бойової обстановки);
- ▲ реалізують усереднення множинної «суб'єктивності» посадових осіб органів управління з розширенням можливостей методів багатокритеріального, багатокритеріального аналізу щодо об'єднання висновків з нечітких суджень органів управління на вході системи управління та отримання чіткого значення цієї оцінки на виході системи, що за прогнозними показниками ефективності бойових дій забезпечує обґрунтоване прийняття рішення у всій ієрархії багаторівневого управління;
  - ▲ реалізують адаптивну нечітку кластеризацію даних про динамічну оперативну (бойову) обстановку з використанням матриці даних спостереження відносин антагоністичних об'єктів із циклічним відновленням розміру й складу кластера, що забезпечує підвищення нечіткої міри впевненості у відборі повітряних цілей і об'єктів до складу кластерів, не потребує використання поняття центру кластера, що дозволяє застосовувати алгоритм методу в різних предметних галузях.

55

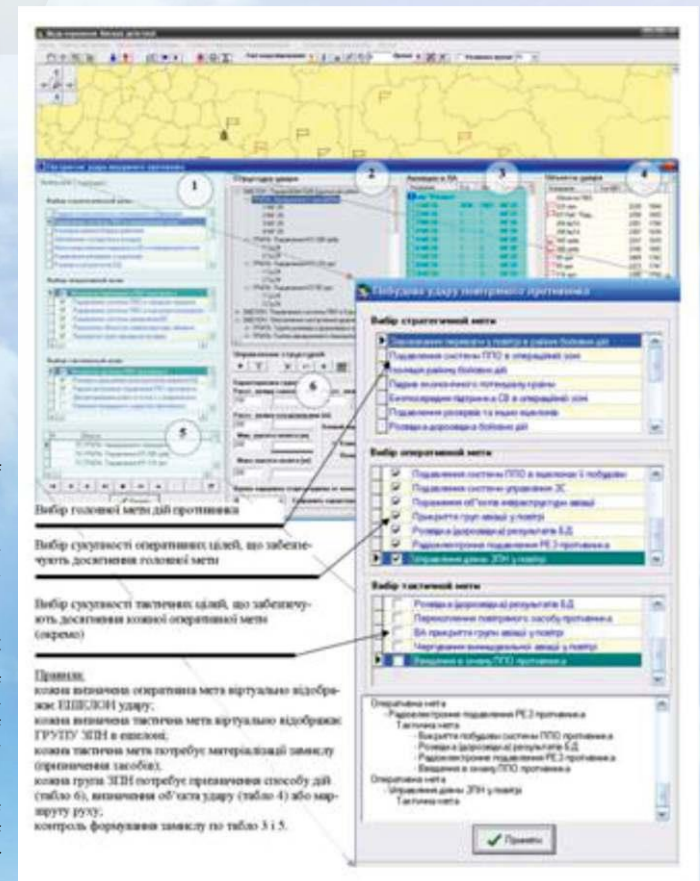
### Галузі використання методів

- ▲ системи управління військами (силами) різних видів збройних сил;
- ▲ автоматизовані системи управління військами (силами);
- ▲ інформаційно-аналітичні системи забезпечення процесів управління.

### Fields of use of methods

- ▲ troops ( forces) control systems of different types of military powers;
- ▲ automated troops( forces) control systems;
- ▲ information analytical systems of management processes providing.

- ▲ Take into account subjective data and knowledge management body, formalization of which on the basis of application of unclear evaluation methods increases the degree of validity of battle action decision;
- ▲ will realize the mechanism of formalization of cognitive presentation of a human who makes a decision, phenomena, events and situations, and also dependences between them in the system of the processing of information in conditions of limited time;
- ▲ allow to form the multiple project of battle actions, which is the basis of decision during its realization, with application of situation modeling method;
- ▲ give possibility to carry out recognition of situations on the basis of the use of unclear measure of offensive of aggregate of events, construction of unclear clusters on the differences of the formalized signs of selected pair s of objects which are observed in the dynamics of operative (battle) situation development ;
- ▲ will realize the averaging of plural «subjectivity» of public persons of management organs with enhancement methods of multivariable, multicriterion analysis in relation to the association of conclusions from unclear judgements of management organs on the entrance of the control system and receipt of clear value of this estimation on the output of the system, that on the prognosis indexes of efficiency of battle actions provides the grounded decision-making in all hierarchy of multilevel management;
- ▲ will realize the adaptive unclear clusterization of information about a dynamic operative (battle) situation with the use of matrix of information of supervision of antagonistic objects relations with cyclic renewal of size and composition of clusters will make the use of concept of center of cluster, does not need in a cluster which provides the increase of unclear measure of confidence in the selection of air aims and objects in the complement of clusters, that allows to apply the algorithm of the method in different subject industries.





# Приклади практичних результатів

# Examples of practical results

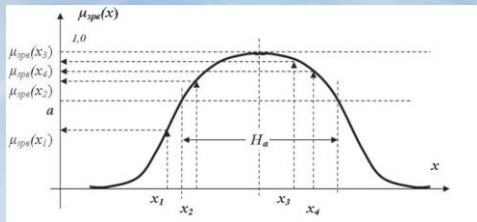
# Головні публікації Main publications

Кількісна оцінка ефективності розроблених методів інформаційно-аналітичного забезпечення процесів управління показує:

- на етапі планування бойових дій використанням багатоваріантного замислу вдається прогнозувати прибуток ефективності бойових дій до 20%;
- на етапі ведення бойових дій передбачається прогнозоване зменшення втрат до 23%;
- позитивні оцінки наукових результатів отримані безпосередньо у ході командно-штабних навчань, ігор, тренувань, при практичному застосуванні у роботі алгоритмів роботи посадових осіб органів управління при розробці КЗА "Ореанда-ПС".

The quantitative estimation of the developed methods efficiency of the information analytical providing of management processes shows:

- on the stage of battle actions planning it is succeeded to forecast the income of battle actions efficiency of the uses of multiple project to 20%;
- on the stage of conduct of battle actions the forecast diminishing of losses is foreseen to 23%;
- the positive estimations of scientific results are got directly during command staff studies, games, trainings, at practical application in-process algorithms of work of public persons of management organs at development of KZA "Oreanda-PS".



- Порядок отримання значень функції належності значень показників ефективності за обраним варіантом рішення до системи переваг органа управління.

Reception order of function implement significance of performance denotation by the chosen decision variant to the advantage system of operating control

$$\alpha = \int_{a}^{\mu_{\text{орп}}(x)} \text{Бг} = \sup_{a \in [0,1]} (A \wedge H_a)$$

$$\text{де } H_a = \{x \mid \mu(x) \geq a\}$$

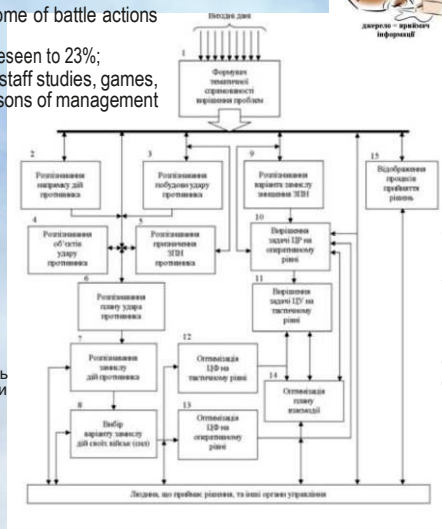


Схема обробки суб'єктивної інформації при прийнятті рішення (Scheme working of subjective information by passing a decision)

Функціональна структурна схема інформаційно-аналітичного забезпечення процесів прийняття рішення при управлінні ППО. (Functional structural scheme of information and analytic providing with decision-making processes by antiaircraft defence operation.)

56

## Головні переваги методів

## The main advantages of the methods

- розширюють можливості методів підготовки і прийняття рішень на основі врахування множин нечітких сужень органів управління, що збагачує замисел рішення і робить його адекватним умовам оперативної (бойової) обстановки, яка може скластися в ході ведення бойових дій;
- забезпечують здатність органів управління створювати, зберігати та використовувати певний обсяг знань про зовнішнє середовище і стан об'єктів управління для реалізації необхідної умови ефективного управління ними при підготовці й в ході ведення бойових дій у реальному масштабі часу;
- забезпечують визначення міри готовності ЛПР відібрати з багатоваріантного замислу бойових дій пропозиції з кращими значеннями показників ефективності після оброблення у віртуальному каналі нечіткої інформації про поведінку противника;
- зменшують час реакції системи управління на виникаючі зовнішні впливи, що будується на поєднанні переваг математичних алгоритмів з алгоритмами командирської логіки, що закладається в основу формалізованої когнітивної карти кожного суб'єкта управління;
- дозволяють розглядати процеси прийняття рішення на бойові дії в ієрархії управління зі стратегічного до тактичного рівня через створюване дерево цілей, що наочно показує взаємність вкладеності рішень одне в одне.

- extend possibilities of preparation methods and making a decision on the basis of account of plurals of unclear judgements of organs of management, which enriches the project of decision and does it the adequate to terms of operative (battle) situation which can be folded during the conduction of battle actions;
- provide ability of management organs to create, to keep and utilize the certain volume of knowledge about an external environment and state of management objects for realization of necessary condition of effective management of them at preparation and during the conduction of battle actions in real-time;
- provide determination of readiness measure of LPR to chose from the multiple battle actions of project suggestion with the best values of indexes of efficiency after treatment in the virtual circuit of unclear information about the conduct of opponent;
- diminish time of reaction of control the system on nascent external influences, that is built on combination of advantages of mathematical algorithms with the algorithms of commander logic which is mortgaged in basis of the formalized cognitive card of every subject of management;
- allow to examine decision-making processes on battle actions in the hierarchy of management from strategic to the tactical level through the created tree of aims, that evidently shows property inlaid of decisions in each other.

- Модельювання бойових дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними: монографія / В.І. Ткаченко, Г.А. Дробаха, Є.Б. Смірнов та ін. – Харків: ХВУ, 2004. – 410 с.
- Теорія прийняття рішень органами військового управління: монографія / В.І. Ткаченко, Г.А. Дробаха, Є.Б. Смірнов, Більчук В.М. та ін. [за ред. В.І. Ткаченка, Є.Б. Смірнова]. – Х.: ХУ ПС, 2008. – 545 с.
- Автоматизация процессов подготовки и принятия решений в системах военного управления: курс лекций / В. И. Ткаченко, Е.Б. Смирнов. – Харьков: ХУВС, 2009. – 320 с.
- Тактика: підручник / Є.Б. Смірнов, В.В. Вишняков, Г.А. Дробаха, А.А. Каленський. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2009. – 607 с.
- Інформаційні системи та мережі військ : підручник у двох частинах / В.І. Ткаченко, Є.Б. Смірнов, І.О. Романенко та ін.; за ред. І.В.Рубана. – Х.:ХУПС, 2013.
- Автоматизация процессов подготовки и принятия решений в системах военного управления: курс лекций / В. И. Ткаченко, Е.Б. Смирнов. – Харьков: ХУВС, 2009. – 320 с.
- Смірнов Є.Б. Критерійна оцінка ефективності протиповітряної оборони держави / Ткаченко В.І., Є.Б.Смірнов // 36. наук. праць Хар. унів. Пов. Сил. – Харків: ХУ ПС. – 2012. – Вип. 3(32). – С.34–38.
- Смірнов Є.Б. Принципи ситуаційного управління та їх реалізація в системі протиповітряної оборони держави / Ткаченко В.І., Є.Б.Смірнов // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2012. - №2 (22). – С. 149-156.
- Смірнов Є.Б. Концептуальные подходы к оценке устойчивости и адаптивности сложных организационных систем управления / В.И. Ткаченко, Е.Б. Смирнов, В.Е. Нерубацкий // 36. наук. праць Хар. унів. Пов. Сил. – Харків: ХУ ПС. – 2013. – Вип. 3(36). – С. 3–7.
- Смірнов Є.Б. Принципи реалізації програмно-цільового метода управління в ході ведення збройної боротьби / Смірнов Євген Борисович // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України: науково – технічний журнал. - №1(14) – Т. -Х.: МО України, ХУПС, 2014.- С. 38-41.
- Смірнов Є.Б. Використання нечітких оцінок в автоматизованих системах управління збройною боротьбою у повітрі. / Смирнов Євген Борисович // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2014. - №1(18). – С. 96-99.
- Смірнов Є.Б. Система обробки інформації при прийнятті рішень / Смирнов Євген Борисович // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2014. - №1 (29). – С. 96-99.
- Смірнов Є.Б. Методичні підходи щодо розпізнавання цілей і замислу операції (бойових дій) противника з використанням розвідувальних даних / Є.Б. Смірнов, І.А. Таран, А.В. Тристан. // Системи озброєння і військова техніка : Науковий журнал – 2014. – №2 (38). – С.158–160.

## Контактна особа Contact person

**СМІРНОВ ЄВГЕН БОРИСОВИЧ**  
доктор військових наук, професор  
**SMIRNOV IEVGEN**  
Doctor of Military Sciences, Professor  
(+38057)702-17-62  
(+38050)308-08-33  
e-mail: didglavlit@ukr.net

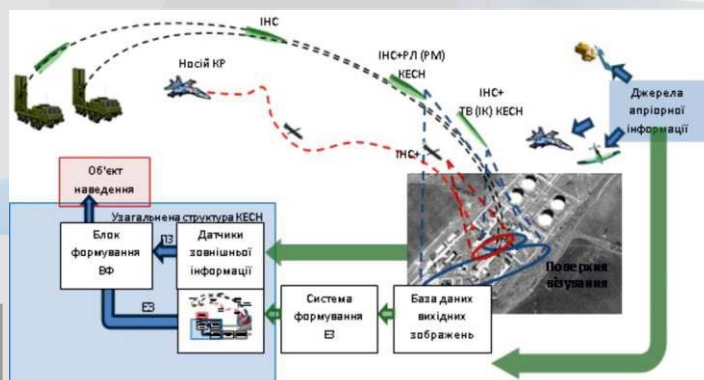


# Методи високоточної навігації літальних апаратів, оснащених кореляційно - екстремальними системами, в умовах впливу перешкод

## Methods high-precision navigation of aircraft equipped with the correlation - extreme systems under the impact of obstacles

### Опис (особливості) методів

### Description (features) methods



Розроблені методи формування унімодальної вирішальної функції комбінованої КЕСН, що дозволяють забезпечити необхідні точності та ймовірнісні характеристики системи в умовах впливу перешкод, спотворення поверхні візування, застосування засобів зниження помітності об'єктів. Методи та алгоритми базуються на розроблених методах оперативного на основі формування фрактального поля аналізу та позавчасного на основі формування кореляційного поля аналізу вихідних зображень. Відповідно до них розроблені методи та алгоритми формування вирішальної функції в умовах невідповідності сформованого ПЗ еталонному. Невідповідність, що виникає обумовлена, спотворенням поверхні візування, застосуванням засобів зниження помітності об'єктів та маскуванням. Ймовірність прив'язки (місцевизначення) має вигляд:

Description (features) of the algorithms and the methods for high-precision guidance and navigation of aircraft. Methods of forming of combined KESN unimodal decision function, allowing the required accuracy and probabilistic characteristics of the system under the impact of obstacles, distortion of viewing surface, the use of means of objects visibility reduce. The methods and algorithms developed are based on operational methods through the formation of fractal analysis field and anticipatory, which is based on the formation of correlation analysis of the source images field. According to those developed methods and algorithms of the formation of decision function under conditions of inconsistencies of formed software to the reference. The probability of binding (location determination) is:

$$P_{np} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2/2} \frac{\prod_{(p,s) \in L, R_1 \times L, R_2 / (p_0, s_0)} \left[ \Phi \left( \frac{x\sigma_{r_{p_0 s_0}} + \langle r_{p_0 s_0} \rangle - \langle r_{ps} \rangle}{\sigma_{r_{ps}}} \right) \right]}{dx}$$

де  $\langle r_{p_0 s_0} \rangle, \langle r_{ps} \rangle$  - математичне очікування вирішальної функції у точці дійсного суміщення зображень та в області бокових пелюстків, відповідно.

$\langle r_{p_0 s_0} \rangle, \langle r_{ps} \rangle$  - mathematic expectations of decision function at the point of actual combining of images and in the area of side lobes, respectively.

$x\sigma_{r_{p_0 s_0}}, \sigma_{r_{ps}}$  - відповідно середньоквадратичні відхилення сигнальної й завадової складових вирішальної функції.

$x\sigma_{r_{p_0 s_0}}, \sigma_{r_{ps}}$  - In accordance rms deviation of signal and interference of decision functions components.

57

### Галузі використання методів

- ▲ автономні високоточні системи навігації та наведення ЛА, в тому числі високошвидкісних, в умовах впливу перешкод, спотворення поверхні візування, застосування засобів зниження помітності об'єктів;
- ▲ системи моніторингу земної поверхні.

### Fields of use of methods

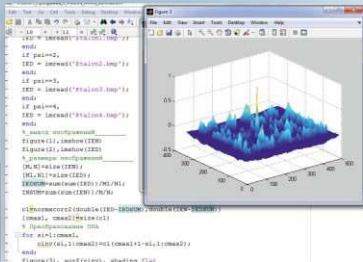
- ▲ Autonomous precision-guided systems and aircraft navigation, including high-speed ones, under the impact of obstacles, distortion of the surface sight, the use of means of the objects visibility reduce;
- ▲ Earth surface monitoring system.



## Приклади практичних результатів



- ▲ Поточне зображення поверхні візування, що сформовано КЕС
- ▲ The current image of the surface sight that is formed with CES.



- ▲ Вирішальна функція як результат порівняння поточного зображення та еталонного зображення за допомогою розробленого методу та відповідно алгоритму порівняння зображень.
- ▲ The decisive function as a result of comparing the current image and the reference image using the proposed method and according to the algorithm of image comparison.

## Examples of practical results



- ▲ Еталонне зображення що синтезовано завчасно за допомогою одного з розроблених методів.
- ▲ The reference image that is synthesized in advance via one of the developed methods.



## Головні публікації Main publications

- ▲ Сотников А.М. Матричные радиометрические корреляционно-экстремальные системы навигации летательных аппаратов. Монография / Антюфеев В.И., Быков В.Н., Гричанюк А.М., Иванченко Д.Д., Колчигин Н.Н., Краюшкин В.А. Х.: Министерство образования и науки Украины. ХНУ имени В.Н. Каразина - 2014. – 372 с.
- ▲ Сотников А.М., Задонский А.И. Применение панхроматических сигналов в радиометрических системах землеобзора. Сб. научн. тр. Вып. 2.– Х.: ХВУ, 1996. – 98-106.
- ▲ З. Сотников А.М., Алешин Г.В., Громыко И.А., Пустоваров В.Е. Влияние информационных признаков местности на показатели качества радиометрических систем. Управление и связь: Сб. научн. тр. – Х.: НАНУ, ПАНИ, ХВУ, 1996. – С. 111–114.
- ▲ Сотников А.М., Арепьев С.В. Влияние помех на качество функционирования систем навигации. Информационные системы: Сб. научн. тр. –Х.: НАНУ, ПАНИ, ХВУ, 1997. – Вып.1(5). –С.141–144.
- ▲ Сотников А.М., Пустоваров В.Е., Пустоваров В.В. Противодействие радиометрическим системам навигации. Системы обработки информации: 36. наук. пр. – Х.:ХФВ «Транспорт України», 2001. –Вип.1(11). – С. 191–194.
- ▲ Сотников А.М., Таршин В.А., Опенько П.В. Проблемы та напрямки розвитку кореляційно-екстремальних систем наведення керованих літальних апаратів. Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – К.: Національний університет оборони України, 2013.– Вип.№ 3 (18). – С. 93-96.
- ▲ Сотников А.М., Сидоренко Р.Г., Мегельбей В.В., В.А. Таршин. Подготовка эталонных изображений для высокоточных корреляционно-экстремальных систем навигации на основе формирования поля фрактальных размерностей. Системы озброєння і військова техніка – Харків. – 2015. Вип. 2(42). С. 142-144.
- ▲ Сотников А.М., Сидоренко Р.Г., Таршин В.А. Подготовка эталонных изображений для высокоточных корреляционно-экстремальных систем навигации на основе использования прямого корреляционного анализа. Наука і техніка ПС ЗСУ – Харків. – 2015. Вип. 2(19). С. 69-73.
- ▲ Сотников А.М., Таршин В.А. Метод оперативной подготовки эталонных на основе фрактальной обработки изображений с высокой объектовой насыщенностью. Техническое зрение – Москва. – 2014. Вип. 1(5). С. 2-9.

58

## Головні переваги методів

- ▲ Забезпечення функціонування комбінованих систем навігації та наведення в умовах апіорної невизначеності щодо стану поверхні візування;
- ▲ можливість оперативного перепланування траєкторії польоту ЛА;
- ▲ можливість в реальному масштабі часу здійснювати підготовку ЕЗ;
- ▲ забезпечення потрібних точносних характеристик в умовах різних впливів.

## The main advantages of the methods

- ▲ The main advantages of methods and algorithms of functioning of combined systems of navigation and guidance in conditions of a priori uncertainty regarding the state of the surface sight;
- ▲ the possibility of rapid aircraft trajectory redevelopment;
- ▲ opportunity in real time to train RI;
- ▲ providing the necessary accuracy characteristics under different influences

## Контактна особа Contact person

**СОТНИКОВ ОЛЕКСАНДР Михайлович**  
доктор технічних наук, професор  
**SOTNIKOV ALEXSANDER**  
Doctor of Technical Sciences, Professor  
(+38 095) 118 20 98  
e-mail: alexsot@ukr.ne



# Методи захисту літальних апаратів та їх радіоелектронних засобів від систем виявлення та потужного електромагнітного випромінювання

## Methods of protection of aircrafts and their systems of electronic means of detection and powerful electromagnetic radiation

### Опис (особливості) методів

### Description (features) methods

▲ Падаюча ЕМХ першою на своєму шляху зустрічає іонізований повітряний шар, що прилягає до напівпровідникового шару матеріалу покриття, який виникає за рахунок як нанесених на його поверхню радіоактивних плям, так і за рахунок випітаючих з нього  $\alpha$ -часток, викликаних радіоізотопними включеннями. Ці джерела іонізації приводять до створення самоузгодженої частини покриття за рахунок плавного зменшення в міру віддалення від нього концентрації заряджених часток, що у свою чергу забезпечить зниження відбиття падаючих на покриття ЕМХ. Крім того, вони є джерелами модифікації повітряного середовища, що безпосередньо прилягає до напівпровідникового шару, за рахунок створення в ній нерівноважного стану електронної підсистеми повітряного середовища, що приводить до збільшення поглинаючих властивостей КМРВ у цілому. Напівпровідникові шари КМРВ, кількість, яких визначається як вимогами до відбиваючих властивостей, так і вимогами до масогабаритних характеристик покриття, забезпечують роботу покриття в різних частотних піддіапазонах за рахунок використання радіоізотопних включень із різною по величині активністю, що визначає як число треків  $\alpha$ -часток, так і макроскопічні властивості твердотільної плазми (щільність часток, електропровідність, теплопровідність і т.д.) уздовж треків. Іонізація атомів речовини покриття уздовж треків приводить до створення неоднорідності в імпульсному просторі, обмеженому розмірами напівпровідникових шарів, і, як наслідок, до утворення нерівноважного стану електронної підсистеми, що може привести до істотного збільшення загасання ЕМХ у покритті. Треки  $\alpha$ -часток створюють нестационарну структуру провідності, яка приводить до розсіювання ЕМХ. Окрім того, до розсіювання ЕМХ приводять самі радіоізотопні включення, за рахунок яких при концентрації біля порогу протікання виникають нелінійні властивості провідності.

▲ A falling EMW first meets an ionised air balloon that is adjusted to the semiconducting balloon of the surface coating, which is due to surface deposited radioactive spots, and to departing  $\alpha$ -particles caused by radioisotope inclusions. These sources of ionization lead to the creation of self-consistent coverage due to a gradual decrease of distanced charged particles, which in turn will provide reduction of the surface falling EMW reflection. Besides, they are modification sources of air environment, directly adjusted to the semiconducting balloon by creating a non-equilibrium state of electronic airspace subsystem, resulting in increased absorption properties of Radio isotope contents (RIC) in general. Semiconducting RIC balloons, the amount of which is defined by the requirements for reflective properties and characteristics required to cover the overall dimensions, provide covering in different frequency sub-bands due to the use of radioisotope inclusions of varying magnitude activity that determines a number of tracks as  $\alpha$ -particles and macroscopic properties of solid-state plasma (particle density, electrical conductivity, thermal conductivity, etc.) along the tracks. Ionisation of atoms substance coverage along the tracks leads to the creation of heterogeneity in momentum space, limited by the size of semiconducting balloons, and, consequently, to the formation of non-equilibrium state of electronic subsystems, which can lead to a substantial increase in the attenuation of the EMW coating. Tracks of  $\alpha$ -particles create a non-stationary conducting structure, which leads to the dispersal of the EMW. Moreover, radioisotope inclusions lead to the dispersal themselves by which concentrating on the nearing percolation threshold appear nonlinear properties of conductivity.

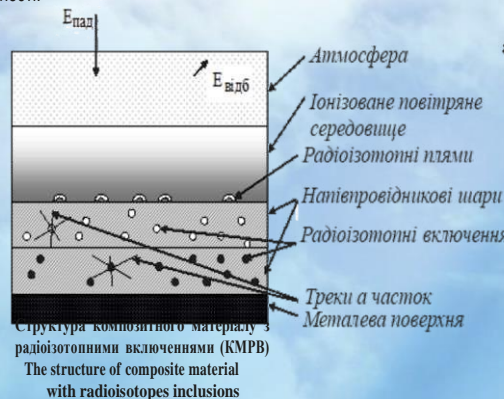
59

### Галузі використання методів

- ▲ малопомітні ЛА в широкому частотному діапазоні;
- ▲ антенні системи з малим рівнем бокових пелюстків;
- ▲ радіоелектронні засоби та автоматизовані системи управління, що застосовуються умовах впливу потужного електромагнітного випромінювання.

### Fields of use of methods

- ▲ inconspicuous aircrafts in a wide range frequency;
- ▲ antenna systems with low side lobe;
- ▲ radio equipment and automated control systems used in the conditions of influence of powerful electromagnetic radiation.



$$\epsilon(\omega, \vec{k}) = 1 + \epsilon_m + \sum_{i=1}^N \delta\epsilon_{\text{вкл}i}(\omega, \vec{k}) + \sum_{j=1}^M \delta\epsilon_{\text{неравн}j}(\omega, \vec{k}) + i \left\{ \frac{4\pi}{\omega} (\sigma_{\text{eff}}(\omega, \vec{k}) + \alpha_e E^2) \right\}$$

$\alpha_e, E$  - ефективна нелінійна провідність та середнє електричне поле, відповідно;  
 $\epsilon_m$  - діелектрична проникність напівпровідникового шару  
 $\omega, \vec{k}$  - частота й хвильовий вектор, відповідно;  
 $\sum_{i=1}^N \delta\epsilon_{\text{вкл}i}(\omega, \vec{k})$  - внесок у діелектричну проникність різних включень (радіоактивних включень і треків заряджених часток).

$$\sum_{j=1}^M \delta\epsilon_{\text{неравн}j}(\omega, \vec{k}) = \frac{4\pi e^2}{k^2} \int d\vec{p} \frac{1}{\omega - \vec{k}\vec{v}} \vec{k} \frac{\partial f}{\partial \vec{p}}$$

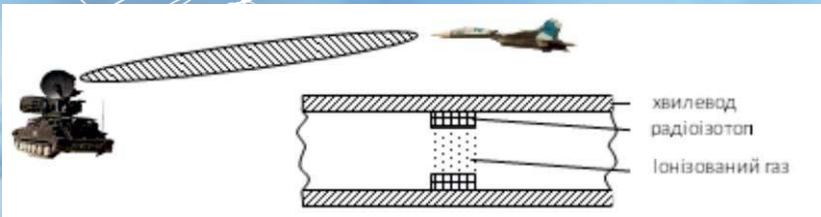
$4\pi\omega^{-1}(\sigma_{\text{eff}}(\omega, \vec{k}) + \alpha_e E^2)$  ▲ лінійні та нелінійні складові мнимої частини діелектричної проникності напівпровідникового шару

$\sum_{j=1}^M \delta\epsilon_{\text{неравн}j}(\omega, \vec{k})$  ▲ внесок у діелектричну проникність нерівноважного стану електронної підсистеми i-го шару



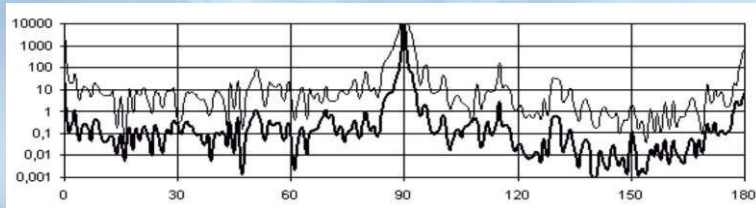
## Приклади практичних результатів

## Examples of practical results



Захист радіоелектронних засобів ЛА від потужного електромагнітного випромінювання

Protection of aircraft electronic means from powerful electromagnetic radiation.

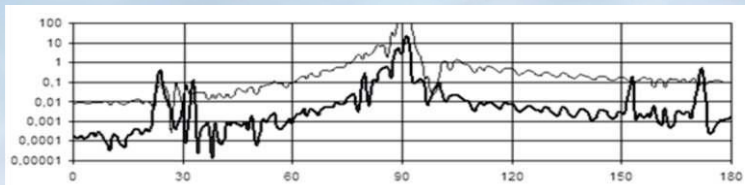


Ефективна площа розсіювання крилатої ракети на частоті 37,5 ГГц при куті місця 90°.

The effective area of dispersal of cruise missile at a frequency of 37.5 GHz at the angle of place 90°



$$\epsilon = 12,8 + j12 \quad \mu = 1 + j0$$



Ефективна площа розсіювання крилатої ракети на частоті 10 ГГц при куті місця 90°.

The effective area of dispersal of cruise missile at a frequency of 10 GHz at the angle of place 90°

60

## Головні переваги методів

## The main advantages of the methods

- ▲ забезпечення непомітності об'єктів в широкому частотному діапазоні при незначних масогабаритних характеристиках покриття;
- ▲ забезпечення малого часу перемикання;
- ▲ здатність витримувати рівень імпульсної потужності на два-три порядки більше напівпровідникових захисних пристроїв.

- ▲ ensuring the invisibility of objects in a wide frequency range at low mass and size characteristics of coverage;
- ▲ providing little switching time;
- ▲ the ability to maintain the level of pulse power for two to three orders of magnitude greater protection of semiconductor devices.

## Головні публікації Main publications

- ▲ Фрактальный анализ процессов, структур и сигналов. Монография / Под ред. Пашенко Р.Э. Харьков: Эко Перспектива, 2006. - 348 с.
- ▲ Сотников А.М., Коняхин Г.Ф., Клевец С.И. Обеспечение радиолокационной скрытности вооружения и военной техники с помощью фрактальных покрытий. Збірник наукових праць ХВУ.– Х: ХВУ, 2002.– Вип. 5(43). – С.48–53.
- ▲ Сотников А.М., Коняхин Г.Ф., Рыбалка Г.В., Кононенко С.И., Клепиков В.Ф., Литвиненко В.В., Новиков В.Е. Особенности электродинамических свойств фрактальных композитных материалов с -радиоактивными. Системы обработки информации.–Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ, 2002.– Вип.6(22). – С.142–154
- ▲ Сотников А.М., Коняхин Г.Ф., Мелашенко А.Ю., Белимов В.В. Оценка макроскопических параметров твердотельной плазмы в полупроводнике. Системы обработки информации.– Х: НАНУ, ПАНМ, ХВУ, 2002.– Вип.1(17). – С.228–231.
- ▲ Сотников А.М., Новиков В.Е. Неравновесная термодинамическая модель радиоизотопных покрытий и дробные обобщения кинетического уравнения Ленарда-Балеску с учетом релаксации потока. Моделирование та інформаційні технології.– К.: НАНУ, Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Е.Пухова, 2004.– Вип. 25.– С.224–229.
- ▲ Сотников А.М., Красношапка И.В., Гаврилов А.Б. Метод снижения радиометрической наблюдаемости наземных малоразмерных объектов. Системы обработки информации.– Х.: ХУ ПС, 2005.– Вип.1.– С. 169–174.
- ▲ Сотников А.М. Механизмы управления электрофизическими свойствами и принципы построения широкодиапазонных композитных материалов. Моделирование та інформаційні технології.–К.: НАНУ, Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Е. Пухова, 2005.– Вип. 33.– С.160–164.
- ▲ Сотников А.М. Оцінка зниження ймовірності правильної локалізації об'єкту кореляційно-екстремальною системою при використанні композитних радіоізоляційних покриттів. Системы озброєння і військової техніки. Науковий журнал.– Х.: ХУ ПС.– 2006.– № 2(6). – С.107–111.
- ▲ Сотников А.М. Определение влияния нестационарной структуры проводимости на отражающие свойства композитных радиоизотопных материалов. Авиационно-космическая техника и технологии. Науково-технічний журнал.– Х.: ХАІ, 2006.– № 4 (11). – С.110–114.

## Контактна особа Contact person

**СОТНИКОВ ОЛЕКСАНДР Михайлович**

доктор технічних наук, професор

**SOTNIKOV ALEXSANDER**

Doctor of Technical Sciences, Professor

(+38 095) 118 20 98

e-mail: alexsot@ukr.net

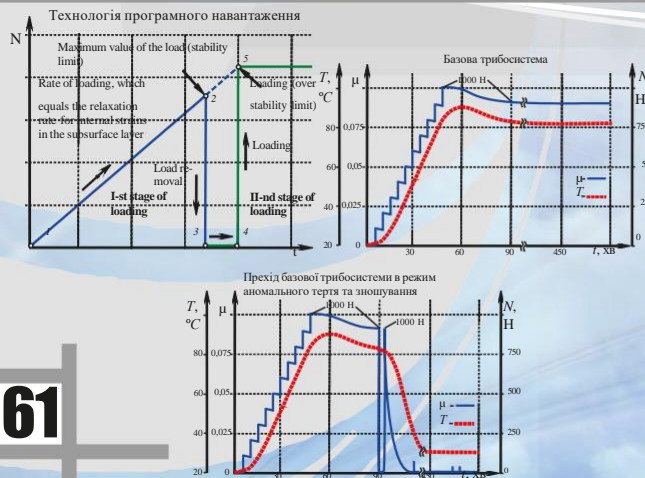


# Теоретичні та експериментальні дослідження в галузі нанотрибології

## Theoretical and experimental research in the field of nanotribology

### Опис фундаментального рішення

### Problem fundamental solving description



- ▲ Розроблена теоретична модель переходу трибосистем до умови аномально низького тертя та зношування. Дисипації енергії відбувається за каналом хвильової складової сили тертя, яка формує на поверхні розділу кінетичне нанополе, складовими якого при аномально низькому терті є процеси дисипації та антидисипації, що йдуть з поглинанням та виділенням енергії, за аналогією екзотермічною й ендотермічною реакціями в хімії.
- ▲ Оскільки в результаті контактної взаємодії ідеально пружних мікроступів формується хвиля напруг, яка бере участь у процесі дисипації енергії, що підводиться зовні, то кількісна оцінка сили тертя з урахуванням хвильової складової сили тертя  $F_w$  буде мати такий вигляд:  $F_f = F_a + F_d - F_w$ .
- ▲ Хвильова складова сили тертя  $F_w$  в умовах аномально низького тертя та зношування є тим «ентропійним насосом», який частину зовнішнього тертя  $F_a + F_d$ , що не компенсується, переводить у внутрішнє тертя.
- ▲ Теоретична модель отримала експериментальне підтвердження після розробки метода вимірювання нанозношування (реєстрації зношування в реальному часі після відділення першої частинки).
- ▲ Даний науковий напрямок є фундаментальним в науці трибології і дає можливість сформулювати наукові рекомендації у створенні гетерогенних матеріалів, багатшарових покриттів, що дозволяє збільшити ресурс трибосистем в десятки і сотні разів.

- ▲ Problem fundamental solving description of friction and wear-out in tribology
- ▲ They were designed the theoretical model of tribosystems transferring up to the condition of anomalous low friction and wear-out that occurs due to the energy dissipation using the wave component of friction force that forms the kinetic nanopore on the section surface. Upon anomalous low friction condition the processes of energy dissipation and antidissipation coming from the absorption and release of energy are similar exothermic and endothermic reactions in chemistry.
- ▲ As a result of perfectly elastic micro short – wavelength pattern cross impact, the waves voltage form and involve in process of energy dissipation running outside, the friction force quantification taking into account the wave component of the friction force will look like this: force  $F_w$  will look like this:  $F_f = F_a + F_d - F_w$ .
- ▲ The wave component of the friction force  $F_w$  in conditions of anomalous low friction and wear-out is the "antropomim pump", which is a part of the external friction  $F_a + F_d$ , which is not compensated, translates to internal friction.
- ▲ A theoretical model has received experimental confirmation afterward the the measurement method nanotechnology (registration of wear out in real time after the separation of the first particles) was developed.
- ▲ This researching area is a fundamental point in the science of tribology and provides an opportunity to formulate scientific advice in order to create heterogeneous materials, multilayer coatings that allows to increasing the resource of tribosystems in the tens and hundreds of times.

61

### Галузі використання

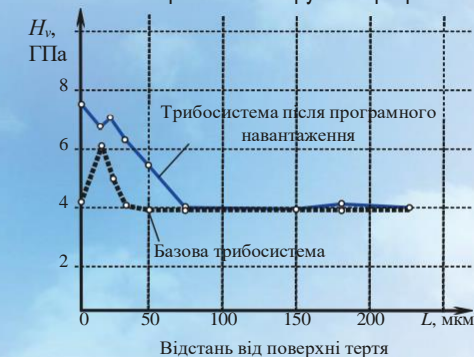
- ▲ Розробка програм припрацювання різноманітних трибосистем для переходу їх в режим аномально-низького тертя та зношування;
- ▲ Розробка технології фінішної обробки для сталь-бронза, що широко використовується в агрегатобудуванні спеціальним інструментом з використання мінералу групи амфіболів. Технологія дозволяє реалізувати принципи аномально низькому терті та зношуванні;
- ▲ Створення апаратних та програмних засобів автоматизованої системи трибодіагностики зі збору, збереження, оперативної обробки інформації при випробуванні трибосистем в умовах нанозношування;
- ▲ Розробка рекомендацій щодо товщини, фізико-механічних властивостей та структурної організації шарів іонно-плазмових багатоконпонентних багатшарових покриттів, використання яких забезпечує нанозносний режим тертя для реальних трибосистем.

### Fields of use

- ▲ Programs running- in development of different tribosystems to their transferring to the mode of anomalously-low friction and wear-out;
- ▲ Finishing- out of technology development of steel-bronze that is widely used in aggregate building with special tool of a mineral group amphiboles. The technology allows to realize anomalously low friction and wear-out principles;
- ▲ Creating the tribotek automated hardware and software system to collect, storage and upgrade information on tribosystems testing in nanotechnology terms;
- ▲ Recommendations developments in regards on thickness, physical and mechanical properties, structural organization of layer of ion-plasma multilayer multicomponent coatings, that using provides nano wear-out friction for real tribosystems.

Особливості фізико-механічних властивостей поверхневого шару

Features physical and mechanical properties of the surface layer



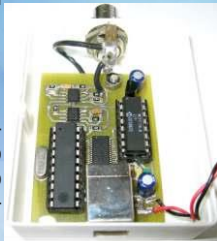


## Приклади практичних результатів

Акустико-емісійний метод контролю нанозношування  
Acoustic emission method of control nanotechnology

$$W = \eta \frac{vk_f \sigma_0^2 n_s}{f_c} \exp \left\{ - \left[ \frac{\sigma_0}{bf_c} + 8\pi^2 \gamma R_2 (1 - k_f) \right] \right\},$$

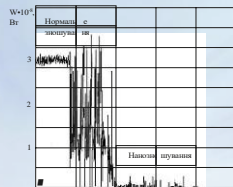
де  $W$  – усереднена потужність акустичної емісії;  $sn$  – концентрація осциляторів;  $\eta$  – частина потоку акустичного випромінювання, яка досягає зовнішню поверхню трибосистеми;  $b$  – поперечний розмір осцилятора;  $fk$  – коефіцієнт форми;  $v$  – переміщення поверхонь тертя.



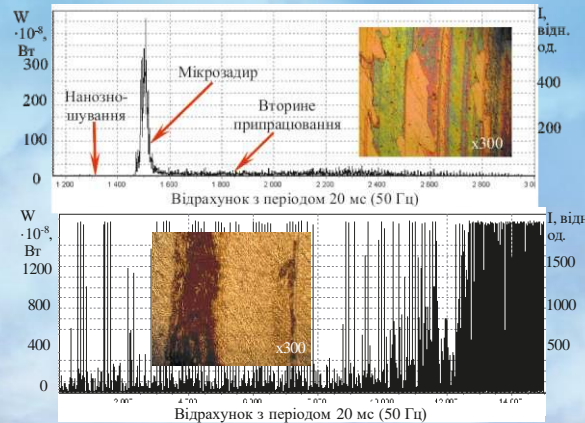
where  $W$  – the averaged power of acoustic emission;  $sn$  – the concentration of oscillators;  $h$  – the portion of the stream of acoustic radiation that reaches the outer surface of tribosystem;  $b$  – the transverse dimension of the oscillator;  $fk$  – the shape factor;  $n$  – the displacement of the friction surfaces

Розробка технологій гетерогенних матеріалів, що працюють за принципами хвильового тертя

Development of technologies of heterogeneous materials, that work according to the principles of the wave friction.

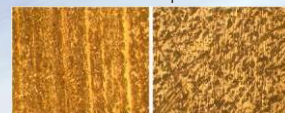


## Examples of practical results



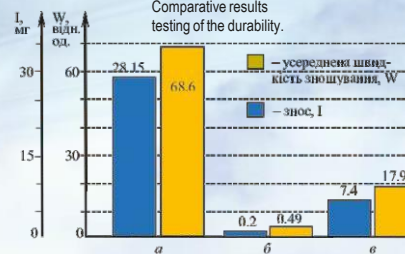
Шляхи досягнення

Ways to achieve goals



Порівняльні результати

випробувань на зносостійкість  
Comparative results testing of the durability.



## Головні переваги методів

## The main advantages of the method

- ▲ дисипація зовнішньої енергії, яка підводиться до трибосистеми при аномально низькому терті відбувається за двома складовими молекулярно-механічної і хвильової. Умовами переходу є формування в поверхневому шарі елементів трибосистеми позитивного градієнта твердості за глибиною. В умовах аномально низького тертя досягається рівність між молекулярно-механічною і хвильовою складовою;
- ▲ вивчення особливостей формування і фізико-механічних властивостей поверхневого шару при переводі трибосистеми до аномально низького тертя та зношування;
- ▲ конструювання поверхневого шару трибосистем шляхом нанесення багатшарових зносостійких покриттів;
- ▲ створення гетерогенних матеріалів, що працюють за принципами хвильового тертя;
- ▲ кардинальне підвищення ресурсу в агрегатів в авіа та двигунобудуванні.

- ▲ of external energy dissipation that is fed to the tribosystem with abnormally low friction and is made of two molecular-mechanical components and wave. On condition that transferring makes a layer surface of tribosystem positive hardness gradient element pursuant to depth. Upon the conditions of abnormally low friction the equality between molecular and mechanical wave component is achieved.
- ▲ studying of formation peculiarities and physical-mechanical properties of surface layer with tribosystem up to abnormally low friction and wear-out;
- ▲ the surface layer creating of tribosystems with multilayer wear-resistant coatings applying;
- ▲ heterogeneous materials creation that use wave friction;
- ▲ radically increase resource of units in aircraft and engine- building.

## Головні публікації Main publications

- ▲ Трошин О.М. Гипотеза в поясненні аномально низького тертя та зношування в трибології / О.М. Трошин // Проблеми створення, випробування, застосування та експлуатації складних інформаційних систем : зб. наук. пр. – Житомир : ЖВІ НАУ, 2016. – №12.
- ▲ Oleg M. Troshin, Viatcheslav M. Stadnichenko, Gray's Paradox and Wave Solutions in Explaining Anomalously Low Friction and Wear in Tribology, International Journal of Materials Science and Applications, 2016. Vol. 5, №1.
- ▲ Трошин О. Н. Диагностика типових повреждений агрегатов авиационной техники / О. Н. Трошин, В. Н. Стадниченко, А. А. Андрух и др. // Системи озброєння і військова техніка. – Х. : ХУПС, 2014. – №2(38). – С. 33–35.
- ▲ Трошин О. Н. Методические аспекты неравновесной самоорганизации трибосистем / О. Н. Трошин, В. Н. Стадниченко, Н. Г. Стадниченко, и др. // Системи озброєння і військова техніка – Х. : ХУПС, 2014. – №1(37). – С. 233–241.
- ▲ Запорожец В. В. Особенности аппаратной регистрации и обработки акусто-эмиссионного излучения при идентификации процессов трения и изнашивания / В. В. Запорожец, О. Н. Трошин, В. Н. Стадниченко // Проблеми трибології. – Хмельницький : ХНУ, 2014. – №1. – С. 19–26.
- ▲ Запорожец В. В. Теоретические и экспериментальные основы акустико-эмиссионной идентификации механизмов изнашивания и прогнозирования ресурса трибосистем / В. В. Запорожец, О. Н. Трошин, В. Н. Стадниченко // Проблеми трибології. – Хмельницький : ХНУ, 2013. №1. – С. 89–98.
- ▲ Трошин О. Н. Информативное содержание метода акустической эмиссии для безразборной диагностики узлов авиационной техники / О. Н. Трошин, Н. Г. Стадниченко, Р. Н. Джус // Наука і техніка ПС: зб. наук. праць ХУПС. – Х. : ХУПС, 2013, №2(11). – С. 80–83.
- ▲ Troshin O. Research of influence of thermal resistance of elements of tribosystem on wearproofness of friction units Proceeding / S. F. Filonenko, V. N. Stadnichenko // The fourth world congress. "Aviation in the XXI-st century", – 2010. Vol. #1 "Safety in Aviation and Space Technologies". – P. 12, 1-12, 4.
- ▲ Трошин О. М. Механизм дисипации энергии при терти металлокерамического шару в технологиях триботехнического восстановления деталей машин і механізмів / В. В. Запорожец, В. М. Стадниченко, // Системи озброєння і військова техніка. – Х. : ХУПС, 2010. – №2(22). – С. 113–118.
- ▲ Трошин О. Н. Прогнозирование ресурса трибосистем, работающих в режиме наноизнашивания, методом акустической эмиссии / О. Н. Трошин, В. Н. Стадниченко, А. В. Примак и др. // Збірник наукових праць ХУПС. – Х. : ХУПС, 2010. – №4(26). – С. 41–48.
- ▲ Рубан И. В. Автоматизация процессов лабораторных и стендовых испытаний в триботехнике / И. В. Рубан, О. Н. Трошин // Системи озброєння і військова техніка. – Х. : ХУПС, 2010. – №3(23). – С. 150–153.
- ▲ Стадниченко В.Н. Классификация видов наноизноса по значению коэффициента диссипации подводимой внешней энергии к трибосистеме / В. Н. Стадниченко, О. Н. Трошин, Н. Г. Стадниченко и др. // Збірник наукових праць ХУПС. – Х. : ХУПС, 2010. – №1(27). – С. 51–61.
- ▲ Трошин О. Н. Синергетическая концепция самоорганизации в трибологических системах при управлении тепловым потоком / О. Н. Трошин, В. Н. Стадниченко // Вісник технічного університету «ХП». 36. наук. пр. Тематичний випуск : Технології в машинобудуванні. – Х. : НТУ «ХП», 2007. – №17 – С. 49–62.

## Контактна особа Contact person

СТАДНІЧЕНКО МИКОЛА Григорович

кандидат технічних наук, доцент

STADNICHENKO MYKOLA

Candidate of Technical Sciences,

Associate Professor

(+38 057) 265 59 35;

(+38 068) 069 88 26

e-mail: aviaton@mail.com



# Розвиток електродинамічної теорії розсіяння в інтересах Збройних Сил України

## Progress in electromagnetic scattering theory in the interests of Armed Forces of Ukraine

### Опис (особливості) методів

### Description (features) methods

- ▲ Розроблені високочастотні методи для розрахунку характеристик розсіяння об'єктів складної форми (зі зламами поверхні), яку розташовані у вільному просторі та поблизу межі поділу двох середовищ. Повітряні та наземні об'єкти можуть бути ідеально провідними, частково чи повністю вкритими радіопоглинаючими покриттями, або повністю виконаними з композитів. На основі поверхневих інтегральних рівнянь запропоновані методи розрахунку розсіяння ідеально провідних та діелектричних об'єктів релеївських та резонансних розмірів. Також розроблені деякі питання теорії та техніки антен (розсіяння екранами кінцевої товщини, направлені властивості рефлекторних антен у присутності шару опадів).



- ▲ High frequency numerical methods for calculating radar scattering from complex shape objects (with surface breaks), placed in free space and above the ground interface are presented. Aerial and ground objects can be perfectly electrically conducting, wholly or partly covered with radar absorbing materials, or can be fully composite. Numerical methods, based on surface integral equations for scattering by perfectly electrically conducting and dielectric objects of Rayleigh or resonance sizes, are proposed. In addition, some problems of antenna theory and engineering (scattering by screens with finite thickness, directional properties of reflector antenna in presence of precipitation layer) are developed.

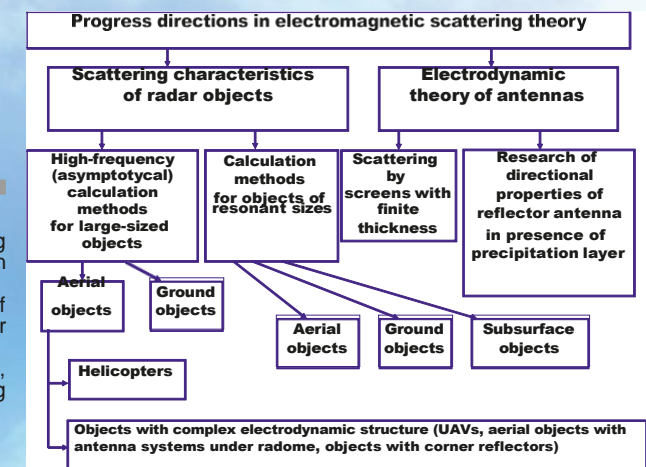
63

### Галузі використання методів

- ▲ Можливість отримання більш точних даних про вторинне випромінювання повітряних та наземних об'єктів складної форми у порівнянні з відомими методами розрахунку.
- ▲ Врахування наявності радіопоглинаючих покриттів на поверхні складних радіолокаційних об'єктів та отримання їх впливу на характеристики розсіяння.
- ▲ Оцінювання внеску металевих, діелектричних та композитних елементів конструкцій до вторинного випромінювання радіолокаційних об'єктів з урахуванням їх взаємодії.

### Fields of use of methods

- ▲ The possibility to get more accuracy data about scattering characteristics for aerial and ground radar objects with complex shape in comparing with known calculation methods.
- ▲ Accounting presence of radar absorbing coating on surface of radar objects with complex shape and obtaining its effect for object scattering characteristics.
- ▲ Estimation of contribution and interaction accounting of metal, dielectric and composite construction parts for scattering characteristics of radar objects.

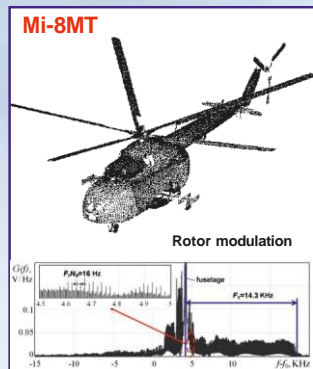
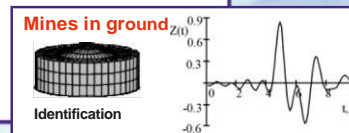
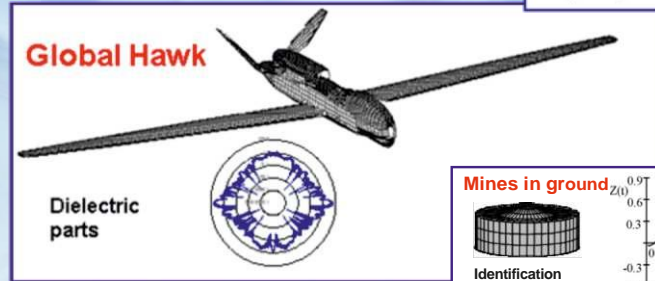
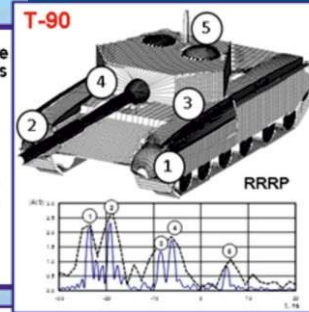
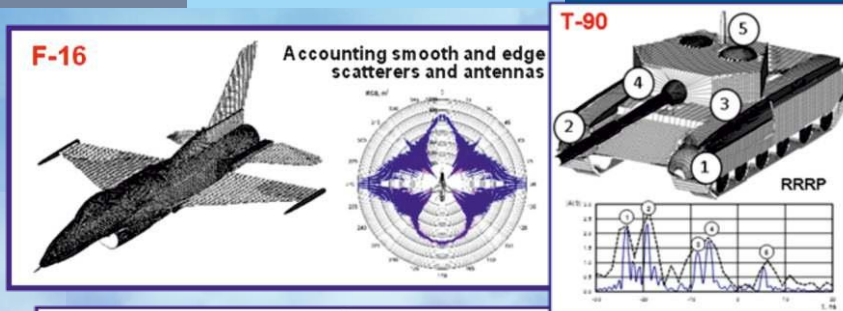
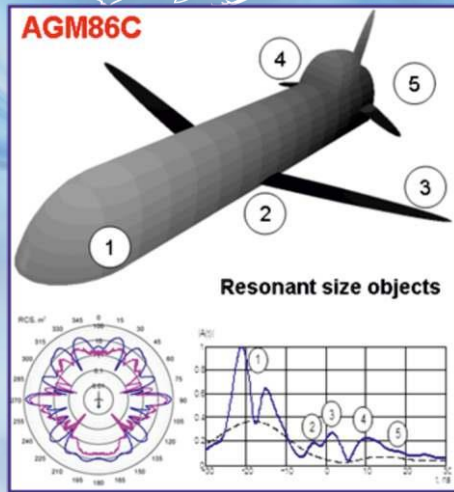




## Приклади практичних результатів

## Examples of practical results

## Головні публікації Main publications



64

## Головні переваги методів The main advantages of the methods

- ▲ Оцінювання характеристик розсіяння повітряних, наземних та підповерхневих радіолокаційних об'єктів у різних частотних діапазонах опромінення.
- ▲ При розробці рекомендацій та пропозицій щодо зменшення радіолокаційної помітності повітряної та наземної техніки, а також алгоритмів виявлення та розпізнавання відповідних об'єктів.
- ▲ При імітаційному моделюванні функціонування діючих радіолокаційних станцій
- ▲ Оцінювання характеристик виявлення діючих радіолокаційних засобів
- ▲ Scattering characteristics estimation for aerial, ground and subsurface radar objects in various frequency ranges of sounding.
- ▲ In recommendation and proposition development for reducing radar visibility of aerial and ground objects, and in detection and recognition algorithms for such objects.
- ▲ In computational modeling of operating real radars.
- ▲ Detection characteristics estimation of real and future radars.

- ▲ Физические основы диапазонных технологий типа "Стелс"/ Масалов С.А., Рыжак А.В., Сухаревский О.И., Шкиль В.М. – Санкт-Петербург: ВИКУ им. А.Ф. Можайского, 1999. –163с.
- ▲ Фундаментальные и прикладные задачи теории рассеяния электромагнитных волн / Сиренко Ю.К., Сухаревский И.В., Сухаревский О.И., Яшина Н.П.; под ред. Сиренко Ю.К. – Харьков: Крок, 2000 – 344с.
- ▲ Sukharevsky O.I., Gorelyshev S.A., Vasilets V.A., Muzychenko A.V., "Pulse signal scattering from perfectly conducting complex object located near uniform half-space," Progress in electromagnetic research, PIER 29, pp. 169-185, 2000.
- ▲ Sukharevsky O.I., Kukobko S.V., Sazonov A.Z. Volume integral equation analysis of two-dimensional radome with a sharp nose. // IEEE Trans. Antennas Propagat.-2005.-Vol.54,#4.-P.1500-1506.
- ▲ Рассеяние электромагнитных волн воздушными и наземными радиолокационными объектами / О.И. Сухаревский, В.А. Василец, С.В. Нечитайло, [и др.]; под ред. О.И.Сухаревского. – Харьков: ХУПС, 2009. – 468с.
- ▲ Ultrawideband radar: application and design / edited by James D.Taylor. Chapter UWB Pulse Backscattering from Objects Located near Uniform Half-Space / O.I.Sukharevsky, S.A.Gorelyshev, V.A.Vasilets – New York: CRC Press- 2012 – 520p.
- ▲ Sukharevsky O.I., Vasilets V.A. Mathematical Modeling of Radar Range Profiles of Aerial Objects. // Radioelectronics and Communications Systems – 2013. Vol. 56, No 11. –P. 503-512.
- ▲ Elctromagnetic wave scattering by aerial and ground radar objects. Edited by Oleg I. Sukharevsky. – CRC Press. Boca Raton, London, NY, 2014. – 337p.
- ▲ Sukharevsky O.I., Vasilets V.A., Zalevskiy G.S., Nechitaylo S.V. Secondary radiation of resonance perfectly conducting objects. // Journal of communications technology and electronics. Springer. – 2014, Vol. 59. No.12. –P.1321-1332.

## Контактна особа Contact person

**СУХАРЕВСЬКИЙ ОЛЕГ Ілліч**  
доктор технічних наук, професор,  
Заслужений діяч науки і техніки України  
**SUKHAREVSKY OLEG**  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Honoured Scientist and Technician of Ukraine  
(+38098) 284-16-41; (+38095) 687-93-63 sukharevsky@euro.dinos.net

**ВАСИЛЕЦЬ ВІТАЛІЙ**  
доктор технічних наук старший науковий співробітник  
**VASYLETS VITALIY**  
Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher  
(+38050) 323-13-97; rainbow.dom@gmail.com



# Автоматизація процесів прийняття рішень щодо наведення винищувачів на повітряні цілі на основі методів штучного інтелекту

## Automation of decision making for crews and fighter aviation units guidance at enemy air targets based on artificial intelligence methods

### Опис (особливості) методів

### Description (features) methods

Розроблений метод формалізації завдань прийняття рішень при управлінні винищувачами, заснований на апараті нечітких множин, що дозволяє враховувати динамічні властивості предметної області та особливості логіко-аналітичної діяльності офіцера бойового управління. Метод автоматизованого наведення винищувачів на повітряні цілі противника дозволяє визначити параметри перехоплення в умовах нестохастичної невизначеності. На основі запропонованого апарату формалізації розроблений метод нечіткого логічного виведення доцільних стратегій запланованого перехоплення винищувачами повітряної цілі із застосуванням сумісної процедури алгебраїчної апроксимації та нечіткої ідентифікації і розробленою системою вирішальних правил. Метод і математичні моделі рефлексивного вибору варіанту дій при управлінні винищувачами дозволяють встановити відносини порядку між альтернативами дій і визначити черговість впливу винищувачами по цілях протиборчої сторони.

The method of formalizing decision-making tasks when managing fighters, based on fuzzy sets that takes into account the dynamic properties of the subject area and features logical analysis of command and control officer. The method of automated guided fighter aircraft to enemy air targets to determine the parameters nonstochastic interception in conditions of uncertainty. Based on the proposed system formalize the method of fuzzy inference appropriate strategies intended fighters intercept air targets using joint procedures algebraic approximation and fuzzy system designed to identify and decision rules. Methods and mathematical models of reflexive choice options when managing fighters can establish order relations between alternatives of action and prioritize in order to influence fighters warring parties.

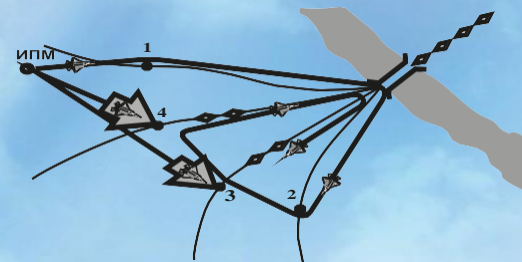
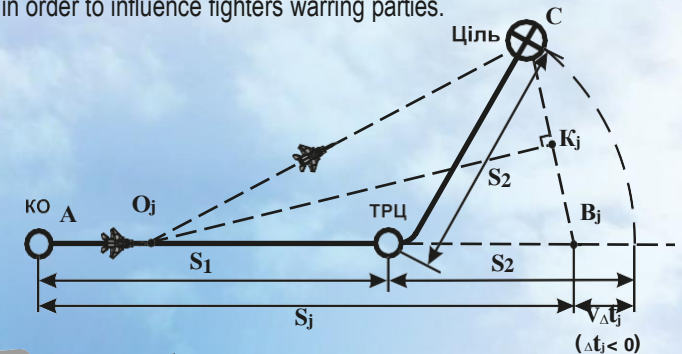
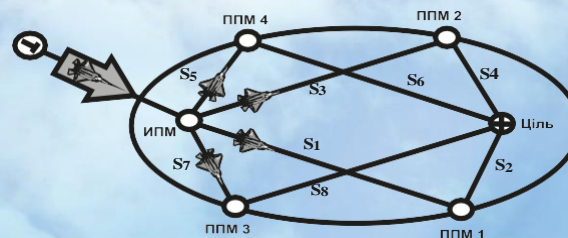
65

### Галузі використання методів

- автоматизовані системи управління авіацією та ППО;
- системи підтримки прийняття рішень для управління підрозділами та частинами авіації.

### Fields of use of methods

- automated control systems for aviation and defence;
- decision support system for aircraft units control.

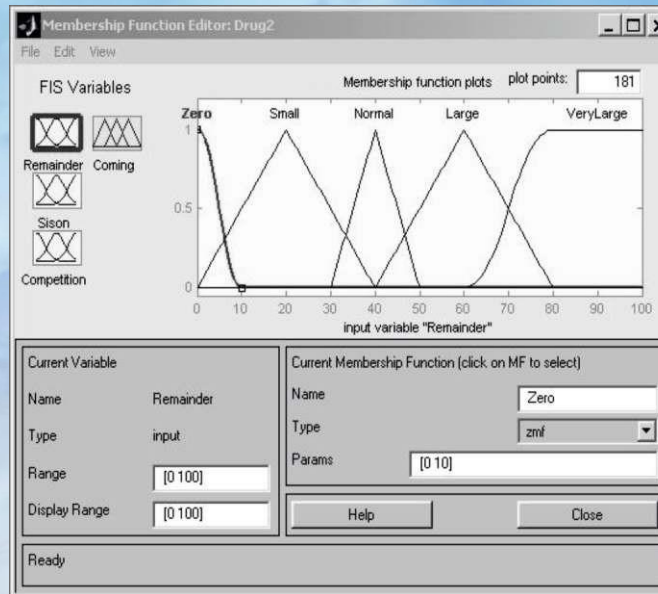




## Приклади практичних результатів

- ▲ Розроблений програмний модуль для систем підтримки прийняття рішень, що видає рекомендації командирів про застосування стратегії перехоплення, яка характеризується доцільними параметрами: метод наведення, на півсфера атаки, курсовий кут, дистанція виходу на повітряну ціль, висота атаки.
- ▲ Developed software module for decision support systems, which provides the commander with recommendations of the strategy interception which is characterized by appropriate parameters: the method of guidance, attack hemisphere, course angle, air-to-air range, the height of attack.

## Examples of practical results



## Головні публікації Main publications

- ▲ Компьютерно-физическое моделирование в авиации: монография / Я.И. Скалько, Г.Ю. Дукин, В.И. Лахно, В.К. Медведев, А.А. Приемко, А.И. Степаненко, А.И. Тимочко. – Х.: Септима ЛТД, 2001 – 224 с.
- ▲ Військово-економічний аналіз розробки, створення та експлуатації систем озброєння і військової техніки: навчальний посібник / О.І. Тимочко, О.А. Гаркуша. – Х.: ХІЛ ВПС, 1998. – 96 с.
- ▲ Основи побудови АСУ СП. Частина III. Дослідження операцій: навчальний посібник / О.М. Прозоров, М.М. Бобович, М.І. Гладенко, О.А. Гаркуша, В.К. Медведев, В.М. Резцов– Х.: ХІЛ ВПС, 2002. – 72 с.
- ▲ Комп'ютерні мережі (технології, протоколи та моделювання): навчальний посібник / І.В. Рубан, Ю.В. Стасєв, С.В. Дуденко, Д.В. Сумцов – Х.: ХУПС, 2005. – 359с.
- ▲ Обчислювальні засоби автоматизованих систем управління військами: навчальний посібник / І.В. Рубан, Ю.В. Стасєв, С.В. Смеляков, Б.І. Нізієнко, С.В. Дуденко, Д.В. Сумцов– Х. ХУПС. – 2006. – 120с.
- ▲ Обчислювальні засоби авіаційних засобів: підручник / І.В. Рубан, Ю.В. Стасєв, С.В. Смеляков, Ю.В. Стасєв, М.І. Науменко, С.В. Дуденко, Д.В. Сумцов– Х. ХУПС. – 2006. – 310с.
- ▲ Фролов О.І. Технічні засоби передачі та прийому розвідувальної інформації: навчальний посібник / О.І. Фролов, С.В. Чорний,– Х.: ХУПС, 2007. – 136 с.
- ▲ Теоретичні основи автоматизації процесів вироблення рішень в системах управління Повітряних Сил: навчальний посібник / О.А. Александров, Д.Е. Двухглазов, І.О. Романенко. – Х.: ХУПС, 2010. – 172 с.
- ▲ Лосєв Ю.І. Основи теорії передачі інформації в автоматизованих системах управління Повітряних Сил: навчальний посібник / Ю.І. Лосєв, О.М. Усачов– Х.: ХУПС, 2010. – 244 с.
- ▲ Чорний С.В. Обробка і передача розвідувальної інформації в комплексах повітряної розвідки: навчальний посібник / С.В. Чорний,– Х.: ХУПС, 2010. – 12 с.

66

## Головні переваги методів The main advantages of the methods

- ▲ забезпечення функціонування систем управління винищувальною авіацією в умовах нестохастичної невизначеності з врахуванням динамічних властивостей предметної області та особливостей логіко-аналітичної діяльності осіб, що приймають рішення;
- ▲ можливість формування доцільних стратегій запланованого впливу винищувачами по ПЦ противника в реальному масштабі часу з урахуванням принципів рефлексивного управління.
- ▲ Ensures the functioning of fighter aviation control systems in nonstochastic conditions of uncertainty with regard to the dynamic properties of the subject area and features of logical and analytical activities of persons who make decisions;
- ▲ Provides the possibility of forming appropriate strategies of the planned fighters impact at enemy targets in real time taking into account the principles of reflexive control.





# Методи та алгоритми розпізнавання та класифікація об'єктів повітряної розвідки

## Methods and algorithms for recognition and classification of aerial reconnaissance objects

### Опис (особливості) методів

Метод визначення множини найважливіших ознак для дешифрування об'єктів базується на досвіді і знаннях осіб, що приймають рішення. Основою процесу дешифрування є виділення на аерознімку множини ознак і порівняння їх значень з еталонними, що формуються постановкою та обробкою результатів експертизи. Введення нижньої межі для значень функції приналежності дозволяє розставити ознаки в порядку зменшення їх важливості. Метод автоматизованого дешифрування об'єктів розвідки на цифрових знімках у радіолокаційному, ультрафіолетовому, видимому та інфрачервоному діапазонах електромагнітного спектру випромінювання базується на побудові та навчанні згорткової нейромережі.

### Description (features) methods

The method of determining the set of the most important features to decrypt objects based on experience and knowledge of people who make decisions. The basis of the decryption process is the selection of aerial photographs on the set of attributes and compare them with standard values that form the formulation and processing of examination results. Entering the lower limit for the value of membership function allows to place signs in descending order of importance. The method of automated decoding object exploration on digital images in radar, ultraviolet, visible and infrared bands of the electromagnetic radiation spectrum based on the construction and training convolutional neural network.

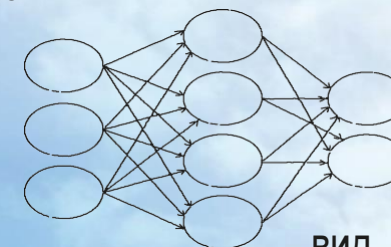
67

### Галузі використання методів

- системи повітряної розвідки;
- системи підтримки прийняття рішень на пунктах управління тактичного рівня;
- перспективні автоматизовані системи управління розвідувальною авіацією.

### Fields of use of methods

- aerial reconnaissance system method;
- decision support systems at command posts of tactical level;
- advanced automated control systems of surveillance aviation.



ВИД  
КЛАС  
ПІДКЛАС  
ТИП





## Приклади практичних результатів

- ▲ Розроблені методи автоматизованого дешифрування використовується для виявлення та класифікації об'єктів повітряної розвідки на аерофотоматеріалах у масштабі часу, близькому до реального. Апаратно-програмна реалізація дозволяє виконувати обробку розвідувальної інформації на борту літального апарату або наземному пункті управління.



## Examples of practical results



- ▲ The method of automated decoding is used to identify and classify objects of aerial reconnaissance at aerophotomaterials on a real time scale. Hardware and software implementation allows to perform the processing of intelligence information on board the aircraft or ground control station.

## Головні публікації Main publications

- ▲ Борисюк А.О. Теоретичні основи автоматизації процесів вироблення рішень в системах управління Повітряних Сил: навчальний посібник / А.О. Борисюк, М.А. Павленко – Х.: ХУПС, 2011. – 184 с.
- ▲ Волков О. І. Особливості автоматизованого управління винищувальною авіацією в умовах нестохастичної невизначеності / О. І. Волков, П. П. Зуев, Г. В. Певцов // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. - 2011. - № 2. - С. 26-29
- ▲ Удосконалення градієнтного методу для виділення контурів об'єктів розпізнавання / О. М. Маменко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. - 2012. - № 2. - С. 84-86
- ▲ Королюк Н.О. Основи побудови АСУ: підручник / Н.О. Королюк, – Х.: ХУПС, 2013. – 284 с.
- ▲ Багатоцільові комплекси засобів автоматизації пунктів управління тактичного та оперативного рівня Повітряних Сил: навчальний посібник / Н.О. Королюк, О.В. Ходич. – Х.: ХУПС, 2013. – 232 с.
- ▲ Тактика родів військ Повітряних Сил: конспект лекцій / С.Г. Іванов, П.М. Онпиченко, Є.І. Ряполов. – Х.: ХУПС, 2014. – 332 с.
- ▲ Об'єкти управління автоматизованих систем управління Повітряних Сил. Ч.1. Об'єкти управління автоматизованих систем управління радіотехнічних та зенітних ракетних військ: навчальний посібник / Ю.В. Глебов, Н.О. Королюк, С.А. Олізаренко. – Х.: ХУПС, – 2014. – 244 с.
- ▲ Герасимов С. В. Методи обробки вихідних сигналів динамічних систем при визначенні їх технічного стану / С. В. Герасимов// Системи обробки інформації. - 2014. - Вип. 6. - С. 31-35
- ▲ Павленко М. А. Сценарний підхід розробки системи інформаційних моделей для інформаційного забезпечення діяльності оператора автоматизованих систем управління / П. Г. Бердник, А. С. Шевченко // Системи обробки інформації. - 2015. - Вип. 3. - С. 32-35
- ▲ Онпиченко П. М. Аналіз методів складання розкладу занять для вдосконалення процесу підготовки льотного складу авіації Повітряних Сил Збройних Сил України / П. М. Онпиченко П. Г. Бердник // Системи обробки інформації. - 2015. - Вип. 12. - С. 199-201.
- ▲ Метод дешифрування аэроснимков на основе признакового пространства / С. А. Олизаренко, О. Ю. Лавров // Системи обробки інформації. - 2015. - Вип. 1. - С. 84-87

68

## Головні переваги методів The main advantages of the methods

- ▲ забезпечення функціонування систем повітряної розвідки в умовах апріорної невизначеності щодо об'єктів виявлення;
- ▲ можливість постійного оновлення бази еталонних знань та навчання штучної згортової нейронної мережі для автоматизованого розпізнавання та класифікації об'єктів повітряної розвідки;
- ▲ забезпечення необхідної оперативності та достовірності виявлення та класифікації об'єктів в умовах цілеспрямованої протидії противника.
- ▲ The main advantages of provision method of aerial reconnaissance system functioning under the conditions of expected uncertainty regarding detection objects;
- ▲ the possibility of permanent updating of reference knowledge and learning the artificial convolutional neuronet for automated recognition and classification of aerial reconnaissance objects;
- ▲ provision of necessary effectiveness and validity of identification and classification of objects under the conditions of purposeful enemy countering





# Дослідження систем управління, методологічних основ теорії прийняття рішень органами управління в умовах зростання невизначеності обстановки

## Research of control systems, methodological bases of the theory of making decisions by military authority in the conditions of growth of the situation uncertainty

### Опис (особливості) методів

### Description (features) methods

- ▲ побудовані на базі систематизації закономірностей і принципів прийняття рішень, на концепції планування ситуацій та ситуаційного управління;
- ▲ враховують багатоваріантність замислу бойових дій на етапі планування з послідовним відбором придатних варіантів за обраним критерієм у міру уточнення даних обстановки в ході бойових дій;
- ▲ використовують алгоритми створення на етапах підготовки до бойових дій бази знань та її використання в ході ведення бойових дій для розпізнавання замислу дій противника та вибору завчасно підготовленого варіанта замислу дій своїх військ (сил) у відповідь;
- ▲ реалізують концептуальну модель підготовки і прийняття рішень, яка розширює перелік параметрів оперативної (бойової) обстановки, що враховуються при формуванні управлінських впливів, та дозволяє послідовно знижувати її невизначеність;
- ▲ визначено адаптивність структури методу прийняття рішень до умов обстановки з врахуванням нестохастичної невизначеності по етапах підготовки і ведення бойових дій.

69

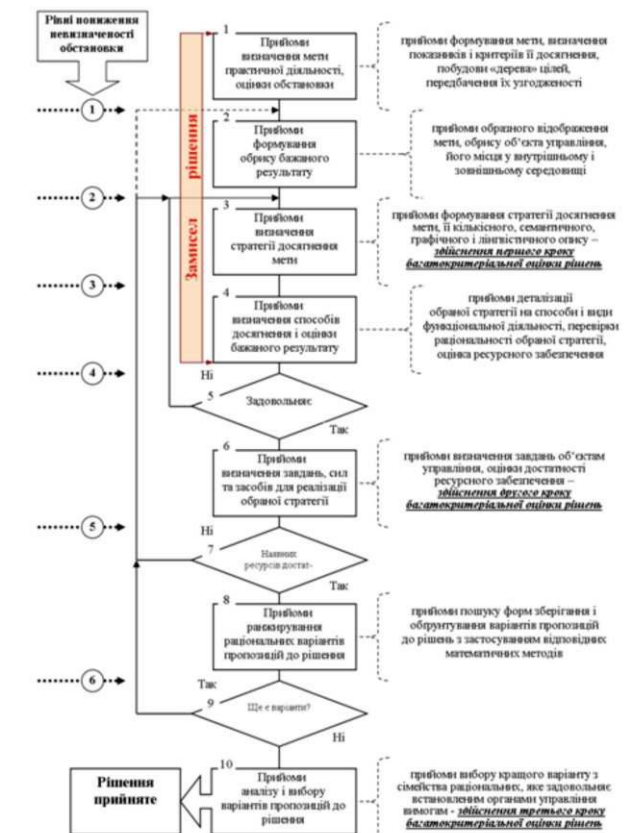
### Галузі використання методів

- ▲ системи управління військами (силами) різних видів збройних сил;
- ▲ автоматизовані системи управління військами (силами);
- ▲ інформаційно-аналітичні системи забезпечення процесів управління.

### Fields of use of methods

- ▲ Control systems of troops (forces) of different branches of Armed Forces;
- ▲ automated control systems of troops (forces);
- ▲ information-analytical system of providing the control processes

- ▲ they are built on the basis of systematization of regularities and principles of making a decision, on the conception of of situation planning and situation control;
- ▲ they take into account multi-variant approach of a project of battle actions on the stage of planning with the successive selection of suitable variants according to a selected criterion in the course of updating the information of the situation during battle actions;
- ▲ they utilize the algorithms of creation of the base of knowledge on the stages of preparation to the battle actions and its use during the battle actions to identify the enemy action project and to choose the variant of the own troops action project prepared beforehand in reply;
- ▲ they realize the conceptual model of preparation and making a decision, which extends the list of parameters of operative (battle) situation, which are taken into account while forming the influence of control, and allows consistently to reduce its uncertainty;
- ▲ the structure of method of making a decision is adapted to the conditions of situation taking into account an unstochastic uncertainty on the stages of preparation and conduct of battle actions.



Алгоритм прийняття рішення

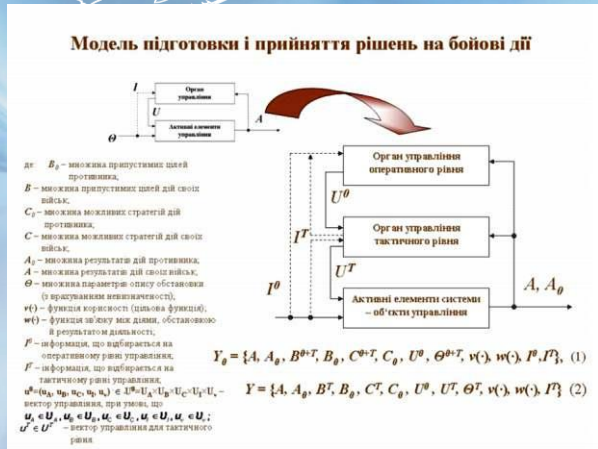
Decision-making algorithm



# Приклади практичних результатів

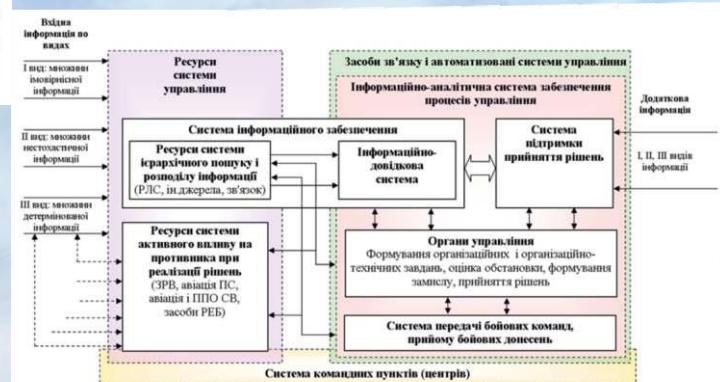
# Examples of practical results

# Головні публікації Main publications



Розроблені методи та технології підготовки і прийняття рішень дозволяють досягти у середньому близько 15 % приросту ефективності ППО за рахунок підвищення повноти інформації та оперативності функціонування інформаційно-аналітичної системи забезпечення процесів управління без суттєвих додаткових матеріальних витрат.

The designed methods and technologies of preparation and making a decision make it possible to obtain about 15 % of the increase of air defence efficiency in average due to the increase of information completeness and operationability of functioning of the information-analytical system of providing the control processes without substantial additional financial charges.



## The main advantages of the methods

70

Схема відкритої організаційно-технічної системи управління Повітряних Сил  
 A model of preparation and making a decision for battle actions

## Головні переваги методів

- враховують невизначеність оперативної (бойової) обстановки під час прийняття рішень як на етапі підготовки, так і в ході бойових дій з урахуванням наявних ресурсів;
- реалізують прогноз динаміки змін оперативної (бойової) обстановки, в якій війська (сили) розглядаються у складній ієрархічній системі;
- використовують багатокритерійний аналіз результатів бойових дій з метою визначення раціональних варіантів замислу;
- використовують сучасні інформаційні технології для підвищення достовірності та оперативності одержання результатів прогнозу;
- методи забезпечують своєчасне розпізнавання замислу дій повітряного противника та вибір раціональної стратегії управління військами (силами);
- дають можливість проведення одночасної оцінки ефективності бойового застосування як повітряного противника, так і військ (сил) протиповітряної оборони, забезпечують в заданих умовах своєчасне зменшення кількості варіантів сценарію розвитку бойових дій з перевіркою узгодженості їх мети для протидіючих сторін.

- they take into account the uncertainty of operative (battle) situation during making a decision both on the stage of preparation and during battle actions taking into account present resources;
- they make it possible to predict the dynamics of changes of operative (battle) situation in which troops (forces) are considered in a complex hierarchical system;
- they utilize the multicriterion analysis of results of battle actions with the purpose of determination of rational variants of the project;
- they utilize modern information technologies to increase the authenticity and operationability of receiving the results of prediction;
- these methods provide timely recognition of the project of air enemy actions and a choice of rational strategy of troops (forces) control;
- they enable to carry out simultaneous estimation of the efficiency of battle application of both air enemy and air defense troops (forces), provide the timely decrease of the amount of variants of scenario of development of battle actions for verification of co-ordination of their purpose for opposing sides in the given conditions.

- Політологія: наука про політику.: Підручник / Міністерство освіти і науки України; В.І. Ткаченко, В.Г. Кремень, М.І. Горлач та ін.; За заг. ред. В.Г.Кременя – Київ-Харків: Друкарський центр "Єдноріг", – 2001.– 640 с.
- Актуальні проблеми воєнної політології.: Підручник / Міністерство оборони України.; В.І. Ткаченко, В.С.Афанасенко, М.П.Деменко та ін. – Вінниця: Нова книга, – 2002. – 344 с.
- Ткаченко В.І. Актуальные проблемы военной политики в области воздушной обороны государства: Монография. – Х.: ХВУ, 2004. – 300 с.
- Моделювання бойових дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними: монографія / В.І. Ткаченко, Г.А. Дробаха, Є.Б. Смирнов та ін. – Харків: ХВУ, 2004. – 410 с.
- Теорія прийняття рішень органами військового управління: монографія / В.І. Ткаченко, Г.А. Дробаха, Є.Б. Смирнов, Більчук В.М. та ін. [за ред. В.І. Ткаченка, Є.Б. Смирнова]. – Х.: ХУПС, 2008. – 545 с.
- Автоматизація процесів підготовки і прийняття рішень в системах воєнного управління: курс лекцій / В. І. Ткаченко, Є.Б. Смирнов. – Харків: ХУВС, 2009. – 320 с.
- Інформаційні системи та мережі військ: підручник у двох частинах / В.І. Ткаченко, Є.Б. Смирнов, І.О. Романенко та ін.; за ред. І.В.Рубана. – Х.:ХУПС, 2013.
- Автоматизація процесів підготовки і прийняття рішень в системах воєнного управління: курс лекцій / В. І. Ткаченко, Є.Б. Смирнов. – Харків: ХУВС, 2009. – 320 с.
- Ткаченко В.І. Метод вибору раціональної та ефективності стратегії управління в ході збройної боротьби в умовах її нечіткого інформаційного ресурсу / Є.Б. Смирнов, В.І. Ткаченко, В.М.Більчук // Системи обробки інформації: зб. наук. праць. – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХУПС, 2007. – Вип. 9(67). – с.2- 10.
- Ткаченко В.І. Шляхи формалізації процесів багатокритеріальної оцінки в системі підтримки прийняття рішень / Є.Б.Смирнов, В.І. Ткаченко, Г.А. Дробаха // Системи озброєння і військова техніка: зб. наук. праць. – Х.: ХУПС, 2007. – №2 (10). – с.3 – 11.
- Ткаченко В.І. Основні поняття методології дослідження систем управління і визначення структур військової організації / В.І. Ткаченко, Є.Б. Смирнов // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – Х.: ХУПС, 2012. – Вип. 2(8). – С.20-28.
- Ткаченко В.І. Критерійна оцінка ефективності протиповітряної оборони держави / Ткаченко В.І., Є.Б.Смирнов // Зб. наук. праць Хар. унів. Пов. Сил. – Харків: ХУПС. – 2012. – Вип. 3(32). – С.34-38.
- Ткаченко В.І. Принципи ситуаційного управління та їх реалізація в системі протиповітряної оборони держави / Ткаченко В.І., Є.Б.Смирнов // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2012. – №2 (22). – С. 149-156.
- Ткаченко В.І. Обґрунтування структури та раціональної побудови системи ППО України.: Методичні рекомендації. – Харків: ХВУ. – 2002. – 25с.
- Ткаченко В.І. Метод поліваріантного аналізу і альтернативного вибору стратегії поведінки військ на етапі завчасної підготовки до бойових дій // Системи обробки інформації: зб. наук. праць. – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХУПС, 2008. – № 5(72). – С.2-8.
- Ткаченко В.І. Підхід щодо визначення адаптивної структури метода прийняття рішення на бойові дії в різних умовах невизначеності обстановки // Ткаченко В.І., Корняков О.С., Смирнов Є.Б. // Системи озброєння і військова техніка : Науковий журнал – 2008. – №4 (16). – С.2-4.

## Контактна особа Contact person

**ТКАЧЕНКО ВИКТОР ІВАНОВИЧ**  
 доктор військових наук, професор  
 заслужений діяч науки і техніки України  
**TKACHENKO VICTOR**  
 Doctor of Military Sciences, Professor,  
 Honoured Scientist and Technician of Ukraine  
 (+38050) 323 26 70  
 e-mail: gns321@ukr.net



# Моделювання рефлексивних процесів прийняття рішень при плануванні заходів інформаційно-психологічних операцій

## Modeling reflexive decision making processes for for planning information and psychological operations

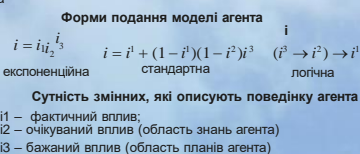
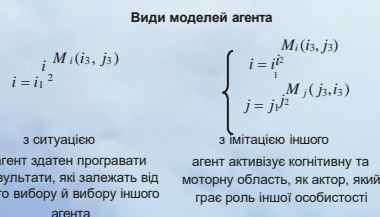
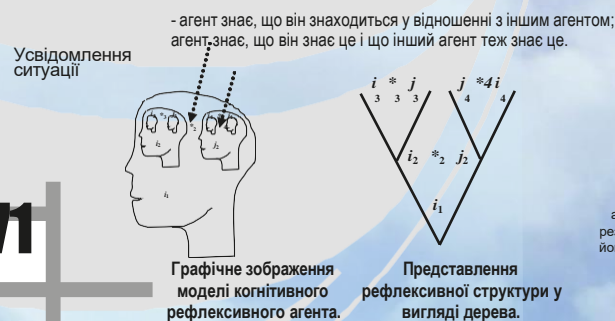
### Опис (особливості) моделей

### Description (features) models

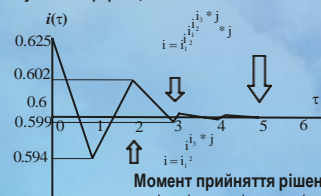
Розроблена модель дозволяє на основі удосконаленого математичного апарату теорії рефлексивних ігор розробляти науково обґрунтовані пропозиції щодо моделювання рефлексивних процесів прийняття рішень при плануванні заходів ІПСО.

The model based on improvement of reflexive games theory allows to develop proposals for modeling of reflexive decision making processes at the time of planning Info & PSYOps actions based on improvement of reflexive games theory.

Математична модель когнітивного рефлексивного агента.



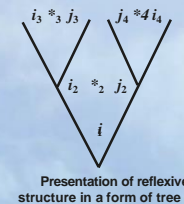
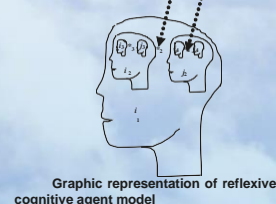
Моделювання процесу прийняття рішення в умовах інформаційно-психологічного впливу



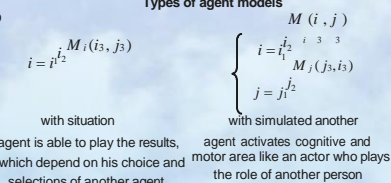
**Момент прийняття рішення** – це момент усвідомлення, при якому припиняється потік свідомості агента (процес модифікування плануємого образу себе). Результати інформаційно-психологічного впливу фіксуються в момент усвідомлення як продовження або припинення потоку свідомості.

Mathematical model of reflexive cognitive agent

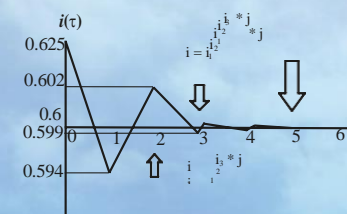
situation awareness agent knows that he is in a relationship with another agent agent knows that he knows it & that another agent knows it too



Types of agent models



Modeling a decision-making process under information and psychological influence



**The decision moment** is the moment of awareness where the stream of agent consciousness stops (the process of modification of planned self-image). The result of information and psychological influence are recorded at the moments of awareness as an extension or termination of agent consciousness stream.

### Галузі використання моделей

- Організаційні та технічні системи прийняття рішень, спеціальне математичне та програмне забезпечення для підрозділів збройних сил, які займаються плануванням заходів ІПСО.

### Fields of use of models

- Organizational and technical decision-making system, special mathematical and software for military units that involved in the planning of Info & Psy Ops actions.

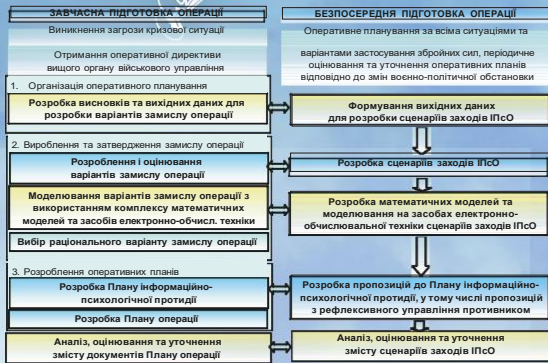


# Приклади практичних результатів

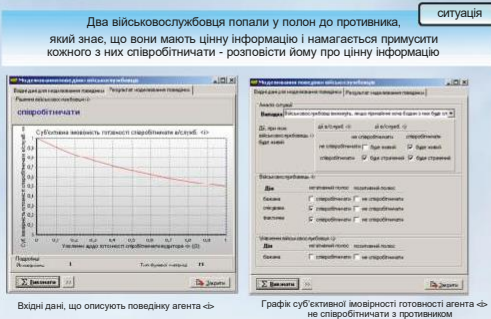
# Examples of practical results

# Головні публікації Main publications

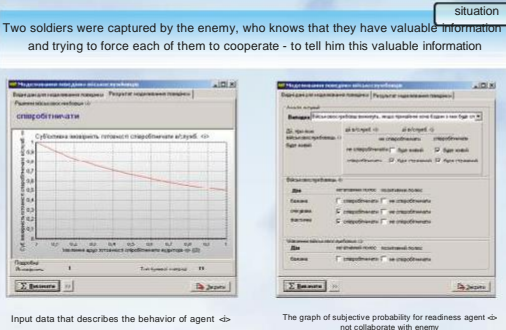
## 1. Використання математичних моделей сценаріїв ІПСО під час завчасної та безпосередньої підготовки операції.



## 2. Приклад моделювання процесу вибору військовослужбовців, які потрапили в полон, на основі моделі ситуації



## 2. Example of modeling the decision-making process for soldiers, who have been captured, based on the model of the situation



# Головні переваги моделей The main advantages of the models

- ▲ Вибір рефлексивної моделі заснований на удосконаленій класифікації методів формалізації рефлексивних процесів прийняття рішень.
- ▲ Використання сучасної моделі когнітивного рефлексивного агента для формалізації поведінки особи, яка приймає рішення, що дозволяє враховувати моменти прийняття рішень під час планування заходів інформаційно-психологічного впливу та протидії.
- ▲ Удосконалення моделі рефлексивної матричної гри 2x2 за рахунок формалізації деонтологічної невизначеності дозволяє використовувати модель під час планування заходів інформаційно-психологічного протистояння у сфері військово-технічного співробітництва.

- ▲ Selection of the reflective model is based on improving methods of classification and formalization reflexive decision-making processes.
- ▲ Usage of the modern model for reflexive cognitive agent to formalize the behavior of decision-making person takes into account moments of decision making during Info & Psy Ops planning and counter actions.
- ▲ An improvement of the reflexive 2x2 matrix game model by formalization of deontological uncertainty during the planning of Info & Psy Ops allows to use this model for military and technical cooperation.

- ▲ Феклістов А.О. Особливості формалізації конфліктних ситуацій у сфері військово-технічного співробітництва на основі рефлексивної матричної гри // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – Випуск №1. – Київ: ВІКНУ. - 2005. – С.143-148.
- ▲ Феклістов А.О. Класифікація методів формалізації рефлексивних процесів в інтелектуальних системах підтримки прийняття рішень // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – Випуск № 4. – Київ: ВІКНУ, 2006. – С.139-144.
- ▲ Феклістов А.О., П.В. Каїка Метод оцінки конкурентноспроможності продукції оборонного призначення в умовах інформаційного протистояння конкуруючих сторін // Збірник наукових праць Об'єднаного науково-дослідного інституту Збройних Сил. - Х.: ОНДІ ЗС. -2006. - Вип. 2 (4). - С.74-81.
- ▲ Рось А.О., Ленков С.В., Феклістов А.О., Перегудов Д.О., Каїка П.В. Особливості оцінки конкурентноспроможності продукції оборонного призначення в умовах інформаційного протистояння конкуруючих сторін // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – Випуск № 5. – Київ: ВІКНУ. - 2006. – С.98-103.
- ▲ Киризюк О.М., Каїка П.В., Феклістов А.О. Концептуальна модель взаємодії замовника і учасника процедури відкритих торгів із зменшенням ціни з закупівлі товарів, робіт і послуг для потреб Збройних Сил України // Збірник наукових праць Об'єднаного науково-дослідного інституту Збройних Сил. - Х.: ОНДІ ЗС. - 2007. - Вип. 2 (7). - С.202-214.
- ▲ Феклістов А.О., Герасимов С.В. Оцінка конкурентноспроможності засобів виміральної техніки за даними моніторингу їх експлуатації // Системи обробки інформації.– 2007.–Вип. 7 (65). – С.99-103.

# Контактна особа Contact person

**ФЕКЛІСТОВ АНДРІЙ Олександрович**  
кандидат технічних наук,  
старший науковий співробітник  
**FEKLISTOV ANDRII**  
Candidate of Technical Science,  
Senior Researcher  
(+38 067) 545 50 48  
e - mail: afek@ukr.net



# Методика відновлення видових зображень систем повітряного та космічного спостереження в умовах впливу мультиплікативних перешкод

## Methods of recovery of the species images of air and space surveillance systems under the influence of multiplicative interference

### Опис (особливості) методів

### Description (features) methods

#### 1. Удосконалення теорії побудови перешкодозахищених повітряних та космічних систем спостереження у напрямку підвищення якості відновлення видових зображень:

- ▲ удосконалена модель формування зображення при впливі мультиплікативної протяжної маскуючої перешкоди;
- ▲ розроблена методика знаходження та врахування коефіцієнтів відбиття та проходження випромінювання для відновлення спотвореного зображення;
- ▲ розроблені структурні схеми обробки чорно-білих та кольорових видових зображень при впливі мультиплікативних маскуючих перешкод.

#### 2. Розробка удосконаленої методики захисту зображень видового спостереження від впливу мультиплікативних перешкод:

- ▲ оцінка коефіцієнтів відбиття від спотвореного шару на основі розробленої моделі формування зображення;
- ▲ відновлення зображення з використанням методів математичної морфології;
- ▲ обрнотовано оптимальне значення ширини вікна обробки по критерію максимуму ентропії відновленого зображення.

#### 3. Удосконалення теорії оцінок у напрямку підвищення точності координатної прив'язки видових зображень:

- ▲ науково обгрунтовані ознаки реперних об'єктів, які забезпечують отримання оцінок координат реперних об'єктів, що відповідають нижнім границям нерівності Рао-Крамера;
- ▲ розробка нової методики вибору реперних об'єктів по новим інформаційним ознакам на зображеннях повітряних та космічних систем спостереження;
- ▲ оцінка потенційної точності виміру координат реперних об'єктів по новим інформаційним ознакам.



#### 1. Improving the theory of building interference-protective air and space surveillance systems to improve the quality of restoration of the species images:

- ▲ improved model of the image formation when exposed to extended multiplicative masking interference;
- ▲ the technique of finding and taking into account the coefficients of reflection and transmission of radiation to restore the distorted image;
- ▲ developed structural schemes of processing black-and-white and color images of the species under impact of multiplicative masking interference.

#### 2. Development of improved methods for protecting the image viewing from the influence of multiplicative interference:

- ▲ estimation of the coefficients of reflection of a distorted layer on the basis of the developed model of the image formation;
- ▲ restoration of images using methods of mathematical morphology;
- ▲ reasonably the optimal value of the width of the processing window on the criterion of maximum entropy of the restored image.

#### 3. Improvement of the theory of assessments towards increasing the accuracy of the coordinate reference specific images:

- ▲ evidence-based signs of reference objects that provide assessments to obtain the coordinates of reference objects corresponding to the lower limits of Rao-Cramer inequality;
- ▲ development of new methods of selection of reference objects on new information signs at the images of air and space surveillance systems;
- ▲ estimation of the potential accuracy of measuring the coordinates of reference objects in new information signs.

### Головні переваги методів

1. Набула подальшого розвитку теорія обробки видових зображень у напрямку підвищення якості обробки видових зображень при впливі мультиплікативних маскуючих перешкод.
2. Зменшення впливу артефактів типу «кромка» на межі освітленої та не освітленої областей при максимальній ентропії відновленого зображення.
3. При відновленні видових зображень в умовах впливу мультиплікативних маскуючих перешкод вииграш у значенні коефіцієнта використання енергії складає до 20%, у значенні коефіцієнта підперешкодової видимості - до 5 разів, у значенні коефіцієнта придушення перешкоди - до 4 разів.
4. Підвищення потенційної точності (середньоквадратичної помилки) прив'язки видового зображення до величини, меншої за один піксель (елемент розрізнення).
5. Стійкість визначення реперних об'єктів при впливі різного роду дестабілізуючих факторів (шуми зображення, поворот, зміна масштабу зображення).

73

### Галузі використання методів

- ▲ існуючі і перспективні програмно-технічні комплекси обробки видових зображень;
- ▲ існуючі і перспективні засоби обробки видових зображень повітряних і космічних систем спостереження.

### Fields of use of methods

- ▲ current and future software and hardware complexes for processing of the species image;
- ▲ current and future means of processing of the species images of air and space surveillance systems.



# Приклади практичних результатів

# Examples of practical results

# Головні публікації Main publications

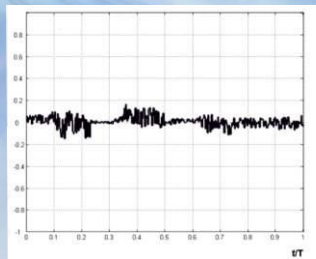
Модель формування зображення  
The model of the image formation



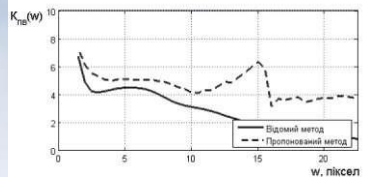
$$g(x, y) = \alpha + \frac{(1-\alpha)^2 \gamma^2 f(x, y)}{1-\alpha \gamma^2 f(x, y)}$$

$g(x, y)$ -відновлене зображення (restored image);  
 $f(x, y)$ -вхідне зображення (input image);  
 $\alpha$ -коефіцієнт відбиття (reflection coefficient);  
 $\gamma$ -множник (multiplier).

Усунення артефакту типу «кромка»  
(Elimination of artifacts such as "edge")



Оцінка коефіцієнту підперешкодової видимості  
(Estimate coefficient under noise visibility)



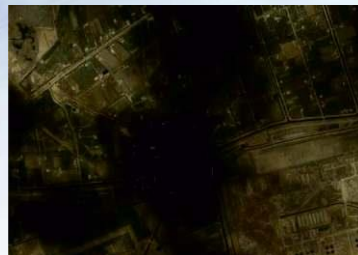
$$\sigma_{\tau} = \frac{1}{q \Delta_{exp}}$$

$\sigma_{\tau}$ -потенційна точність прив'язки зображення (potential precision of binding image);  
 $q$ -відношення сигнал/шум (relation of signal to noise);  
 $\Delta_{exp}$ -ефективна ширина спектру реперного об'єкта (effective width range of the reference object).

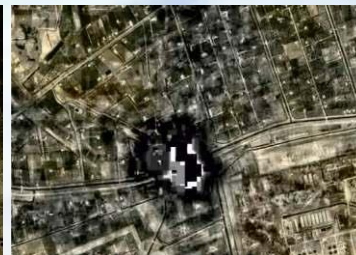
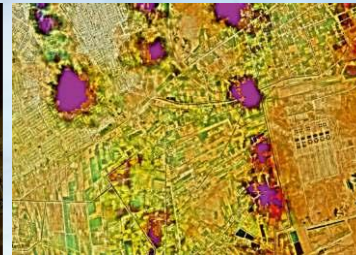
## The main advantages of the methods

1. Further development of the theory of processing the specific images towards improvement of the quality of processing of the species images under impact of multiplicative masking interference.
2. Reducing the influence of such type of artifacts as "edge" on the boundary of illuminated and non-illuminated areas with maximum entropy of the restored image.
3. When restoring the images of the species under the impact of multiplicative masking interference, the gain in the value of coefficient of energy use is up to 20%, in the value of coefficient under interference visibility - up to 5 times, the value of interference reduction coefficient - up to 4 times.
4. Increasing of the potential precision (standard error) linking to specific image size, less than one pixel (item of distinction).
5. The stability of the determination of reference objects when exposed to different kinds of destabilizing factors (noise image, rotation, zooming).

Вхідні зображення  
Input images



Відновлені зображення  
Restored images



1. Khudov G. Features of optimisation of two-alternative decisions by joint search and detection of objects. - Management and computer science problems, USA, 2003. - P. 51-59.
2. Голкін Д.В. Совместная байесовская оптимизация поиска и обнаружения объектов в радиолокационных системах / Д.В.Голкин, Г.В.Худов // Успехи современной радиоэлектроники. - М., 2003. - № 11. - С. 23-32.
3. Голкин Д.В. Совместная байесовская оптимизация поиска и обнаружения объектов в космических радиолокационных системах дистанционного зондирования Земли / Д.В.Голкин, Г.В.Худов // Космична наука і технологія. - К., 2003. - Т. 9. - № 4. - С. 84-93.
4. Худов Г.В. Особенности оптимизации двухальтернативных решений при совместном поиске и обнаружении объектов / Г.В.Худов // Проблемы управления и информатики. - 2003. - № 5. - С. 51-59.
5. Маковейчук А. Н. Теоретическое обоснование методики защиты видовых изображений от воздействия маскирующих помех / А.Н.Маковейчук, В.А.Подлипаев, Г.В.Худов // Системи обробки інформації. - Х.:ХУПС, 2005. - Вип. 6. - С. 62-71.
6. Гриб Д.А., Голкін Д.В., Карлов Д.В., Худов Г.В. Проблеми використання супутникових даних дистанційного зондування Землі для рішення задач Повітряних Сил Збройних Сил України / Д.А.Гриб, Д.В.Голкін, Д.В.Карлов, Г.В.Худов // Системи озброєння і військова техніка. - 2008. - Вип. 2(14). - С. 76-79.
7. Худов Г.В. Аналіз використання космічних систем у російсько-грузинському конфлікті 2008 року // Системи озброєння і військова техніка. - Х.: ХУПС, 2008. - Вип. 4(16). - С. 71-79.
8. Khudov G. Methods of mathematical morphology / G.Khudov, A.Makovychuk // Information Processing Systems. - USA, 2008. - P. 137-141.
9. Маковейчук О.М. Оцінка коефіцієнту використання енергії при захисті видових зображень від маскуючих перешкод штучного походження / О.М.Маковейчук, Г.В.Худов // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. - Х.: ХУПС, 2010. - № 2(4). - С. 75-77.
10. Павлій В.А. Аналіз відомих методів відновлення оптико-електронних зображень, искажених смазом / В.А.Павлій, Г.В.Худов // Системи обробки інформації. - Х.: ХУПС, 2013. - Вип. 6(113). - С. 118-121.
11. Павлій В.А. Функція розмиття точки оптико-електронних зображень при смазі і дефокусировке, обумовлених неоднорідністю атмосфери / В.А.Павлій, А.Н.Маковейчук, Г.В.Худов // Системи обробки інформації. - Х.: ХУПС, 2013. - Вип. 9(116). - С. 145-149.
12. Павлій В.О. Функція розмиття точки дефокусованих оптико-електронних зображень / В.О.Павлій, Г.В.Худов // Вісник Української академії залізничного транспорту. - Х.: УАЗТ, 2013. - № 5. - С. 34-38.
13. Соломоненко Ю.С. Перетворення Хоха як метод виділення контурів об'єктів на оптико-електронних зображеннях / Ю.С.Соломоненко, Г.В.Худов, Р.В.Дзюбчук // Проблеми створення, випробування, застосування та експлуатації складних інформаційних систем: Збірник наукових праць. - Ж.: ЖВІ ДУТ, 2014. - Вип. 9. - С. 98-104.
14. Малогабаритные беспилотные авиационные комплексы (Mini UAVS) / Башинский В.Г., Г.В.Худов, Бзот В.Б. и др. / Монография. - Запорожье: изд. АО «Мотор-Сич», 2014. - 261 с.

## Контактна особа Contact person

ХУДОВ ГЕННАДІЙ Володимирович

доктор технічних наук, професор,  
заслужений діяч науки і техніки України

HUDOV GENNADY

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Honored Scientist and Technician of Ukraine  
(+38 057) 701 52 64; (+38 067) 394 36 20

e-mail: ndv222@meta.ua



# Розвиток інформаційних основ управління силами та засобами протиповітряної оборони

## Development of information bases of control of air defence forces and means

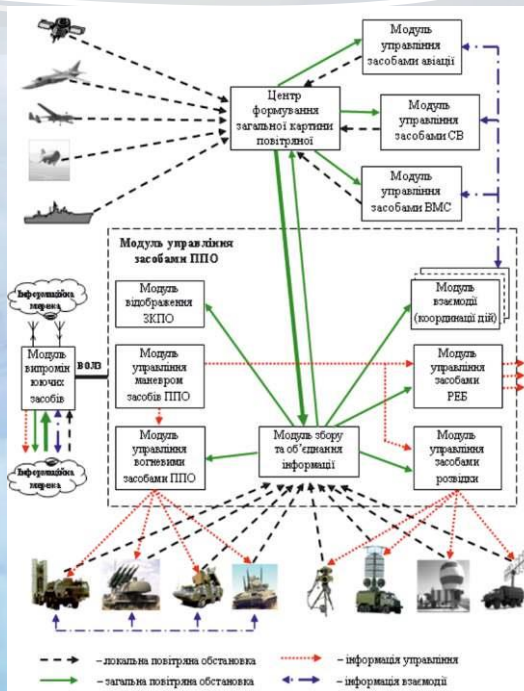
### Опис (зміст) наукових досліджень

### Description (features) of the scientific research

Дослідження спрямовані на розроблення наукової продукції за напрямками створення:

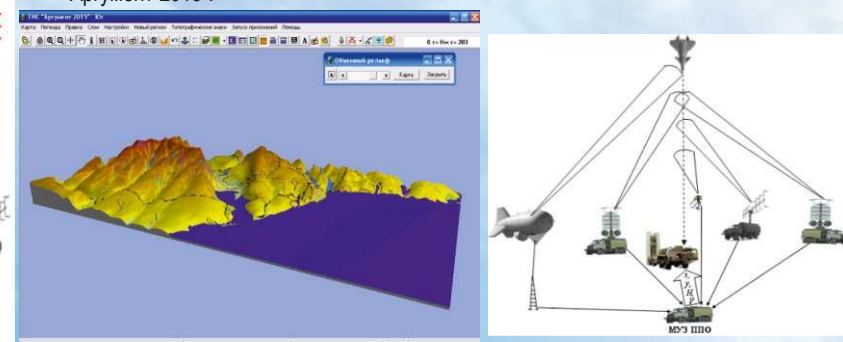
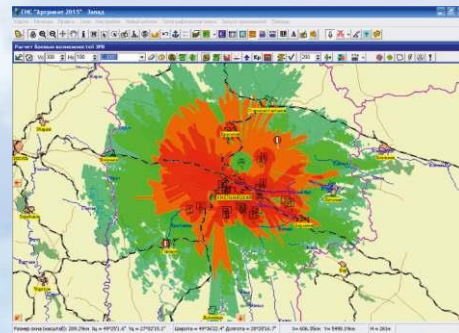
1. Інтегрованих інформаційних систем розвідки та управління (ІІСР і У), що включають:

- ▲ обґрунтування принципів створення та функціонування ІІСР і У для виконання завдань протиповітряної оборони (ППО);
- ▲ методу синтезу структури ІІСР і У;
- ▲ експериментальну перевірку на імітаційних моделях ефективності функціонування ІІСР і У в ході застосування частин та підрозділів ППО.



2. Автоматизованих систем підтримки прийняття рішень командирів частин та підрозділів ППО, що включають:

- ▲ обґрунтування методів управління силами та засобами ППО угруповань військ (сил);
- ▲ моделі оцінки бойових можливостей частин та підрозділів ППО, імітаційні моделі застосування угруповань ППО, реалізовані на основі геоінформаційної системи "Аргумент-2015".



The research is aimed at developing scientific products regarding the following directions:

1. Integrated Information Systems for Reconnaissance and Control (IISRC), including:

- ▲ substantiating principles of IISRC developing and functioning in order to perform Air Defence (AD) tasks;
- ▲ methodology of IISRC structure synthesis;
- ▲ experimental check of IISRC efficiency in the course of AD units use with the help of simulation models.

2. Automated systems of support of decisions made by AD units commanders, including:

- ▲ substantiating methods of control of AD forces and means of troops;
- ▲ estimation models of combat capabilities of AD units, simulation model of AD groups implemented on the basis of geographic information system "Argument-2015".

### Галузі використання методів

- ▲ Системи управління силами та засобами протиповітряної оборони.
- ▲ Науково-технічне, методологічне та програмно-алгоритмічне забезпечення процесу підготовки бойових дій сил протиповітряної оборони.

### Fields of use of methods

- ▲ Air Defence forces and means Control Systems.
- ▲ Scientific and technical, methodological and algorithmic software of process of preparation of Air Defence forces for fighting.



## Приклади практичних результатів

## Examples of practical results

## Головні публікації Main publications



### 3. Модульних розподілених в просторі пунктів управління (МРГПУ) силами та засобами ППО, що включають:

- ▲ концептуальну модель побудови модульних розподілених в просторі пунктів управління силами та засобами ППО;
- ▲ обґрунтування теоретико-методологічних підходів щодо побудови та функціонування модульних розподілених в просторі пунктів управління силами та засобами ППО.



- ▲ 3. Modular space- distributed control stations (MSDCS) directing AD forces and means, including:
  - ▲ conceptual model of developing modular space-distributed control stations directing AD forces and means;
  - ▲ substantiating theoretical and methodological approaches to developing and functioning modular space-distributed control stations directing AD forces and means.

76

## Головні переваги досліджень

## Research main advantages

## Контактна особа Contact person

1. Забезпечення можливості підвищення ефективності управління угрупованнями ППО за рахунок розвитку інформаційних основ управління силами та засобами ППО.
2. Розроблені теоретичні основи створення й оцінювання ефективності функціонування ІІСР і У, що дозволило прогнозувати розвиток подібних інтегрованих систем в майбутньому.
3. Розроблена концептуальна модель МРГПУ силами та засобами ППО угруповань військ дозволяє при реалізації підвищити живучість системи управління угруповання та ефективність застосування військ.
4. Автоматизована система підтримки прийняття рішень командирів частин та підрозділів ППО у вигляді комплексу алгоритмів і програм, реалізованих на основі геоінформаційної системи "Аргумент-2015", дозволяє підвищити якість та оперативність планування застосування частин та підрозділів ППО.

1. Opportunities to increase the efficiency of AD troops control due to the development of information bases of AD forces and means control are provided.
2. The theoretical basis for building and estimating IISRC efficiency was created, which enables predicting the development of similar integrated systems in future.
3. The conceptual model of modular space-distributed control station directing AD forces and means of troops was developed, the implementation of which enables increasing the survivability of the troops control system and the efficiency of forces use.
4. Automated system of support of decisions made by AD units commanders was developed as a complex of algorithms and programs implemented on the basis of geographic information system "Argument -2015", which enables increasing the quality and efficiency of planning AD units combat use.

**ЯРОШ СЕРГІЙ** Петрович  
доктор військових наук, професор  
**YAROSH SERHIY**  
Doctor of Military Sciences, Professor  
(+38 097) 501 35 98  
e-mail: syarosh@ukr.net




# СХЕМА

## замовлення наукової продукції Харківському національному університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба (на договірних умовах)



Замовники України

Підприємство (установа) - Замовник

  
Харківський  
національний  
університет  
Повітряних Сил


Україна, 61023, м. Харків,  
вул. Сумська, 77/79,  
тел. +380(57) 704-96-01  
Факс: +380(57) 704-96-43  
E-mail: info@hups.mil.gov.ua

Замовники інших держав

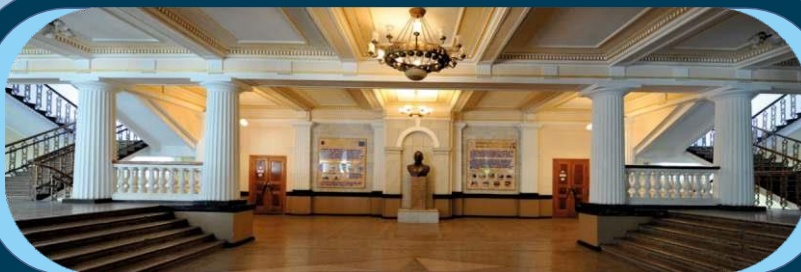
Підприємство (установа) - Замовник

Державна компанія  
«Укрспецекспорт»

Україна, 04119, м. Київ,  
вул. Дегтярівська, 36  
Тел: +380 (44) 461-94-27  
Факс: +380(44) 461-97-59;  
489-07-58  
E-mail: aira@ukrspecexport.com

  
Харківський  
національний  
університет  
Повітряних Сил

Україна, 61023, м. Харків,  
вул. Сумська, 77/79,  
тел. +380(57) 704-96-01  
Факс: +380(57) 704-96-43  
E-mail: info@hups.mil.gov.ua







# ORDER PROCEDURE

## of research and development products of Kharkiv National Ivan Kozhedub Air Force University ( on contract conditions )

Order givers of Ukraine

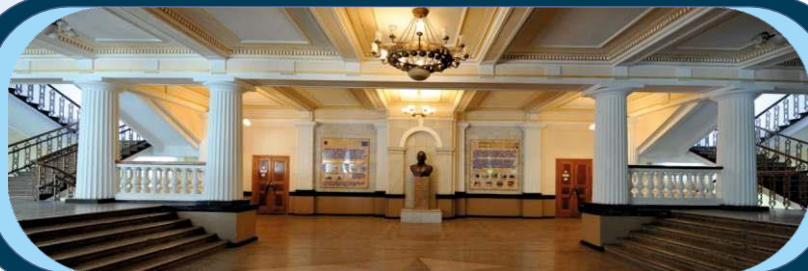


Corporate customer



**Kharkiv National Air Force University**

Ukraine, 61023, Kharkiv  
77/79, Sumska Street  
tel. +380(57) 704-96-01  
Fax: +380(57) 704-96-43  
E-mail: info@hups.mil.gov.ua



Order givers of other countries



Corporate customer



**State owned company «Ukrspesexport»**

Ukraine, 04119,  
Kyiv, 36,  
Dehtyarivska Street  
Tel: +380 (44) 461-94-27  
Fax: +380(44) 461-97-59; 489-07-58  
E-mail: aira@ukrspecexport.com



**Kharkiv National Air Force University**

Ukraine, 61023, Kharkiv  
77/79, Sumska Street  
tel. +380(57) 704-96-01  
Fax: +380(57) 704-96-43  
E-mail: info@hups.mil.gov.ua







**ВІД НАВЧАННЯ - ДО ПЕРЕМОГ!**

**FROM TRAINING TO THE VICTORY!**



Приймальна комісія:  
(057) 702-01-53 [www.hups.mil.gov.ua](http://www.hups.mil.gov.ua)  
[info@hups.mil.gov.ua](mailto:info@hups.mil.gov.ua)