

СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СФЕРІ БЕЗПЕКИ ТА ОБОРОНИ

ISSN 2311-7249

№ 3 (21)
2014

Науковий журнал

Засновник і видавець

Національний університет оборони України
імені Івана Черняхівського
Журнал заснований у 2008 році

Адреса редакції

Національний університет оборони України
імені Івана Черняхівського
Інститут інформаційних технологій

Повітрофлотський проспект, 28,
Київ, 03049

телефон: (044)-271-09-44, (066)-713-20-22
факс: (044)-271-09-44

Журнал зареєстровано в Державній реєстраційній службі України
(свідоцтво КВ №20490-10290ПР)

Журнал видається
українською, російською та англійською мовами

Журнал виходить 3 рази на рік

Постановою Президії Вищої атестаційної комісії України
від 14 жовтня 2009 р. №1-05/4 журнал включено до
Переліку наукових фахових видань України, в яких
можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на
здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук в
галузях “технічні науки” та “військові науки”

Рекомендовано до друку Вченою радою
Національного університету оборони України
імені Івана Черняхівського
(протокол № 18 від 24 листопада 2014 р.)

При використанні матеріалів посилання на журнал
“Сучасні інформаційні технології
у сфері безпеки та оборони” обов’язкове

Редакція може не поділяти точку зору авторів
Відповідальність за зміст поданих матеріалів
несуть автори

В номері:

Теоретичні основи створення і використання інформаційних технологій

- Варламов І.Д., Гаценко С.С.** Модель інформаційних потоків автоматизованих систем управління 5
- Гогоняц С.Ю.** Визначення запасу зенітних керованих ракет неповнодоступного угруповання зенітних ракетних військ для забезпечення ефективного відбиття удару повітряного противника 12
- Зуйко В.В.** Визначення ймовірності зйомки точкового об’єкту при веденні детальної оптико-електронної зйомки у кадровому режимі 16
- Каніфольський О.О., Конопенець М.М.** Коефіцієнти повноти корпусу корабля перехідного режиму руху 19
- Козуб А.М.** Оцінка бойових можливостей з радіоподавлення супутникового зв’язку з використанням безпілотних літальних апаратів постановки перешкод в операціях 23
- Прибілев Ю.Б.** Метрологічна надійність інформаційно-вимірювальних систем військового призначення 27
- Савченко В.А., Дзюба Т.М., Ревуцький А.В.** Визначення центрів гравітації об’єктів інформаційної інфраструктури 31
- Салій О.Я.** Декомпозиція частотного діапазону по системам і засобам зв’язку 37
- Світнев А.І., Бухал Д.А.** Методичний підхід щодо оцінювання зв’язності радіостанцій-ретрансляторів рухомої системи радіозв’язку 45
- Сова О.Я., Романюк В.А., Жук П.В., Ошурко В.М.** Метод координації цільових функцій інтелектуальних систем управління вузлами тактичних мобільних радіомереж 50
- Ткач М.Я.** Оптимізація технологічного процесу вакуумного газотермоциклічного іонно-плазмового азотування замкових різьбових з’єднань бурильної колони 59
- Фомін М.М., Житник І.В.** Обґрунтування впровадження технології мультипротокольної комутації по мітках як основи транспортної мережі зв’язку 64
- Хлапонін Ю.І.** Застосування методу сплайн-апроксимації для дослідження проблемних задач оцінки захищеності інформації 69
- Чорнокнижний О.А.** Система показників надійності функціонування географічної інформаційної системи військового призначення 73
- Штонда Р.М., Процюк Ю.О., Маковецький О.М., Мальцева І.Р.** Аналіз методів цифрової стеганографії зображень 78
- Інтерактивні моделі розвитку науково-освітнього простору у сфері безпеки та оборони**
- Дерев’яничук А.Й., Москаленко Д.Р.** Загальний методичний підхід до створення навчальних комп’ютерних 3D моделей військово-технічного призначення 82
- Цибанюк Т.І., Крайова О.В.** Використання технологій в області навчання англійської мови 89
- Сучасні військово-теоретичні проблеми**
- Бобильов В.С., Кононенко С.М.** Роль ментальних моделей в управлінні військами 93
- Литвиненко О.І., Литвиненко Н.І.** Аналіз сучасних підходів до вирішення проблем раннього попередження конфліктів 96
- Присяжний В.И., Прибылев Ю.Б., Левенко А.С., Паук О.Л.** Перспективи воздушно-космической обороны современной Украины 102

Редакційна колегія

Головний редактор

полковник *Пермяков Олександр Юрійович*,
доктор технічних наук, професор

Заступник головного редактора

полковник *Савченко Віталій Анатолійович*,
доктор технічних наук, старший науковий співробітник

Члени редколегії:

Бутвін Борис Леонідович,
доктор технічних наук, професор

Романченко Ігор Сергійович,
доктор військових наук, професор

Дробаха Григорій Андрійович,
доктор військових наук, професор

полковник *Рубан Ігор Вікторович*,
доктор технічних наук, професор

Жук Сергій Якович,
доктор технічних наук, професор

Рябцев Вячеслав Віталійович,
кандидат технічних наук, доцент

Загорка Олексій Миколайович,
доктор військових наук, професор

Сбітнев Анатолій Іванович,
доктор технічних наук, професор

полковник *Катеринчук Іван Степанович*,
доктор технічних наук, професор

Семон Богдан Йосипович,
доктор технічних наук, професор

Компанцева Лариса Феліксівна,
доктор філологічних наук, професор

Серватюк Василь Миколайович,
доктор військових наук, професор

Косевцов Вячеслав Олександрович,
доктор військових наук, професор

Солонніков Владислав Григорович,
доктор технічних наук, професор

Кравченко Юрій Васильович,
доктор технічних наук, професор

Телелім Василь Максимович,
доктор військових наук, професор

полковник *Лобанов Анатолій Анатолійович*,
доктор військових наук, професор

Флурі Філіпп,
доктор філософії

Потій Олександр Володимирович,
доктор технічних наук, професор

Шевченко Віктор Леонідович,
доктор технічних наук,
старший науковий співробітник

Репіло Юрій Євгенович,
доктор військових наук, професор

Шемаєв Володимир Миколайович,
доктор військових наук, професор

генерал-майор *Риснаєв Асхат Науризбайович*,
кандидат військових наук

Відповідальний секретар

майор *Тищенко Максим Георгійович*,
кандидат технічних наук

MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE SPHERE OF SECURITY AND DEFENCE

ISSN 2311-7249

№ 3 (21)
2014

Scientific journal

Founder and Publisher

National Defence University of Ukraine
named after Ivan Cherniakhovsky
The journal was founded in 2008

Address:

National Defence University of Ukraine
named after Ivan Cherniakhovsky,
Information Technology Institute
Povitroflotskiy ave. 28, Kyiv, 03049
Telephone: (044)-271-09-44, (066)-713-20-22
Fax: (044)-271-09-44

The journal is registered
in the State Registration Service of Ukraine
(certificate KB №20490-10290ПП)

The journal is published
in Russian, Ukrainian and English

The journal is published thrice a year

According to the resolution of the Presidium
of the Supreme Certification Commission of Ukraine
issued on October 14, 2009 (№ 1-05/4) the journal
was included into the Ukrainian list of specialized
scientific publications which are authorized to publish the
results of dissertations for doctoral degree
in engineering sciences and military sciences

*Recommended to publication
by the Scientific Council of the National
Defence University of Ukraine
named after Ivan Cherniakhovsky
(Protocol No. 18, 24 November 2014)*

When using the materials, the reference to the journal
“Modern Information Technologies
in the Sphere of Security and Defence” is mandatory

The editorial board can have a different viewpoint
than that of the authors
The content of the materials is the authors' responsibility

Contents:

Theoretical Foundations of Information Technologies Creation and Using

- Varlamov I.D., Hatsenko S.S.* Information streams model of automated command and control systems.....5
Hohoniants S.Y. Determination of anti-aircraft guided rockets supply of not fully accessible grouping of anti-aircraft rocket troops for providing effective repulse of an air enemy12
Zuiko V.V. Capture probability assessment of a point object when conducting detailed optoelectronic recording in the staffing mode.....16
Kanifolskiy O.O., Konotopets M.M. The completeness coefficients of ship hull for transitional mode.....19
Kozub A.M. Jamming combat capabilities assessment of satellite communication using jamming unmanned air vehicles in operations23
Pribyliev Y.B. Metrological reliability of military information measuring systems.....27
Savchenko V.A., Dziuba T.M., Revutskyi A.V. Gravity centers determination of information infrastructure objects31
Salii O.Y. Frequency range decomposition according to communication systems and means37
Sbitniev A.I., Bukhal D.A. Methodological approach to the estimating radio terminal-retransmitters connectivity of mobile radio system.....45
Sova O.Y., Romaniuk V.A., Zhuk P.V., Oshurko V.M. Method of objective functions coordination of intellectual nodes control systems of mobile radio networks50
Tkach M.Y. Optimization of vacuum gasthermalcyclic ion-plasma nitriding technological process of threaded tool joint of drill string59
Fomin M.M., Zhytnyk I.V. Implementation study of multi-protocol commutation technology on labels as the transport communication network basis64
Khlaponin Y.I. Application of spline approximation method for studying problem tasks of assessing information security69
Chornoknyzhnyi O.A. The functioning reliability indicator system of geographical information system for military use73
Shtonda R.M., Protsiuk Y.O., Makovetskyi O.M., Maltseva I.R. Analysis of digital images steganography methods78

Interactive Models of Scientific Educational Environment Development in the Sphere of Security and Defence

- Dereviyanchuk A.Y., Moskalenko D.R.* Common methodical approach to creating educational 3d computer models for military and technical use...82
Cybaniuk T.I., Kraiova O.V. The use of technologies in English language teaching.....89

Modern Military Theoretical Problems

- Bobylev V.Y., Kononenko S.M.* Role of mental models in command and control.....93
Litvinenko O.I., Litvinenko N.I. Analysis of modern approaches to solving early warning problems of conflicts96
Prysiachnyi V.I., Pribyliev Y.B., Levenko A.S., Pauk O.L. Aerospace defense prospects of modern Ukraine.....102

Editorial Board

Chief Editor

colonel *Permiakov Oleksandr Yuriiiovych*,
doctor of technical sciences, professor

Deputy Chief Editor

colonel *Savchenko Vitalii Anatoliiiovych*,
doctor of technical sciences, senior research fellow

Editorial Board members:

Butvin Borys Leonidovych,
doctor of technical sciences, professor

Drobakha Hryhorii Andriiovych,
doctor of military sciences, professor

Zhuk Serhii Yakovych,
doctor of technical sciences, professor

Zahorka Oleksii Mykolaiovych,
doctor of military sciences, professor

colonel *Katerynychuk Ivan Stepanovych*,
doctor of technical sciences, professor

Kompantseva Larysa Feliksivna,
doctor of philological sciences, professor

Kosevtsov Viacheslav Oleksandrovych,
doctor of military sciences, professor

Kravchenko Yurii Vasylovych,
doctor of technical sciences, professor

colonel *Lobanov Anatolii Anatoliiiovych*,
doctor of military sciences, professor

Potii Oleksandr Volodymyrovych,
doctor of technical sciences, professor

Repilo Yurii Yevhenovych,
doctor of military sciences, professor

major general *Ryspaiev Askhat Nauryzbaiovych*,
candidate of military sciences

Romanchenko Ihor Serhiiiovych,
doctor of military sciences, professor

colonel *Ruban Ihor Viktorovych*
doctor of technical sciences, professor

Riabtsev Viacheslav Vitaliiiovych,
candidate of technical sciences,
associate professor

Sbitniev Anatolii Ivanovych,
doctor of technical sciences, professor

Semon Bohdan Yosypovych,
doctor of technical sciences, professor

Servatiuk Vasyi Mykolaiovych,
doctor of military sciences, professor

Solonnikov Vladyslav Hryhorovych,
doctor of technical sciences, professor

Telelym Vasyi Maksymovych,
doctor of military sciences, professor

Fluri Philip,
doctor of philosophy

Shevchenko Viktor Leonidovych,
doctor of technical sciences,
senior research fellow

Shemaiev Volodymyr Mykolaiovych,
doctor of military sciences, professor

Executive Secretary

major *Tyshchenko Maksym Heorhiiiovych*,
candidate of technical sciences

Ігор Давидович Варламов (канд. техн. наук, начальник кафедри)

Сергій Станіславович Гаценко (ад'юнкт)

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

Складність і динамізм сучасних процесів управління, ставлять нові вимоги до обробки, аналізу та раціонального розподілу великих об'ємів інформації для командування з метою прийняття оптимального рішення. Здійснення даних процесів вимагають розробки моделі інформаційних потоків автоматизованих систем управління військами.

В роботі представлена модель випадкових однорідних фінітних регулярних та випадкових неоднорідних фінітних регулярних інформаційних потоків.

Ключові слова: *інформаційні технології; автоматизована система управління військами; інформаційні потоки.*

Вступ

Центральне місце в організації управління військами посідає питання чіткого розподілу функціональних обов'язків шляхом однозначного визначення задач посадовим особам усіх рівнів, що забезпечує ефективне використання часу, людського ресурсу та озброєння і військової техніки, а також ефективну взаємодію підрозділів (частин), з'єднань та об'єднань у виконанні завдань оперативного застосування військ. Одним із напрямів удосконалення систем управління в збройних силах передових країн світу є удосконалення інформаційної підсистеми автоматизованих систем управління, на основі раціонального розподілу інформаційних потоків між складовими (суб'єктами) органу військового управління [1, 2, 6, 11, 12].

Постановка проблеми. Окрім очевидних переваг застосування інформаційних технологій в сегменті оперативного управління військами, є ряд проблемних питань, які потребують ефективного вирішення.

Так, одним із них є питання ефективного функціонування інформаційної підсистеми автоматизованих систем управління військами (АСУ військами) в реальному масштабі часу з урахуванням обробки надзвичайно великих об'ємів інформації. Крім того, виходячи із високої динамічності сучасного бою, для здійснення ефективного управління командирами всіх ланок необхідна певна система, що буде надавати інформацію рекомендаційного характеру. Таким чином, стає актуальне питання створення інформаційної системи підтримки та прийняття рішень (ІСППР), на яку будуть покладені завдання збору, зберігання, раціонального розподілу, інформаційно-аналітичної обробки та видачі рекомендацій щодо прийняття рішень командирами всіх ланок, що потребують чіткої організації інформаційних потоків АСУ військами у відповідності зі структурою ІСППР [3]. Тому

ефективність роботи ІСППР напряму залежить від створення якісної моделі інформаційних потоків, яка буде реалізована в АСУ військами [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Незважаючи на те, що існує багато спроб та підходів створення математичних моделей та практичної реалізації ІСППР на теперішній час справді ефективного вирішення даного роду проблеми немає [9, 10].

Аналіз [13] функціонування існуючих інформаційних підсистем, а саме порядку отримання, обробки, передачі та розподілу інформації в органах військового управління, свідчить про нераціональний розподіл інформаційного ресурсу між суб'єктами управління, що суттєво знижує оперативність управління військами.

Проведений аналіз [13, 14] показує, що досвід передових країн світу щодо удосконалення АСУ військами здійснюється на основі раціонального розподілу інформаційних потоків в інтегрованому командному середовищі.

Мета статті. З урахуванням особливостей функціонування АСУ військами метою статті є розробка моделі випадкових однорідних фінітних регулярних та випадкових неоднорідних фінітних регулярних інформаційних потоків, що задовольняє усім сучасним вимогам та критеріям, через використання нових методів наукового дослідження та підходів у реалізації багаторівневої та багатокритеріальної інформаційної системи підтримки та прийняття рішень як підсистеми АСУ військами [4].

Виклад основного матеріалу дослідження

Структура системи управління визначає форми і методи інформаційної взаємодії між штабами по вертикалі та горизонталі, а також об'єми та зміст потоків інформації, що надходять та циркулюють в АСУ військами. Відповідно, процес управління

військами являє собою сукупність командно-адміністративних та технічних процесів, що складаються з послідовності операцій, які закріплені у функціональних обов'язках компетентних служб та підрозділів на всіх ланках управління, а також організовані у відповідності до статутів, керівних документів та стандартів. Виходячи із специфіки командно-адміністративного апарату збройних сил, будь-яка команда (вказівка), має наслідком сукупність взаємопов'язаних та взаємодіючих в залежності від рівня між видами, родами військ, чи службами та підрозділами операцій щодо виконання поставленого завдання [7].

Однак, з іншого боку, в АСУ військами, самому факту віддання наказу (команди), передую складний інформаційно-технологічний процес збору, розподілу, зберігання, інформаційно-аналітичної обробки інформації та видачі рекомендацій щодо прийняття рішень, в тому числі і на віддання відповідного наказу (команди, розпорядження) командирами всіх ланок. Таким чином, процес, що передую відданню наказу (команди), є сукупністю операцій з інформаційними потоками в інформаційному полі. Відповідно, підсистема АСУ військами, функціонування якої базується на алгоритмах обробки інформаційних потоків щодо виконання вищеперахованих завдань, являє собою інформаційну систему підтримки і прийняття рішень (ІСППР) (рис. 1).

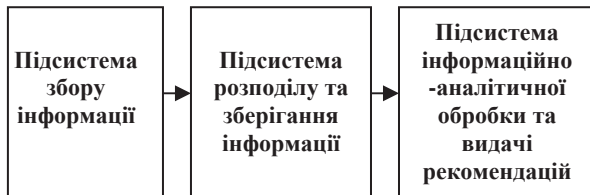


Рис. 1. Спрощена функціональна схема ІСППР

Підсистема збору інформації – сукупність усіх джерел надходження корисної інформації до ІСППР. На вихід підсистеми передається сформований інформаційний потік, який є сукупністю повідомлень із корисним інформаційним навантаженням.

Підсистема розподілу та зберігання інформації – програмно-алгоритмічна складова ІСППР та сукупність ПЗП (постійних запам'ятовувальних пристроїв), на яку покладено завдання виділення з потоку даних, що надходить від підсистеми збору інформації, кожного повідомлення та його запису до відповідної бази даних, де здійснюється її зберігання з метою подальшого використання.

Підсистема інформаційно-аналітичної обробки та видачі рекомендацій – програмно-алгоритмічна складова ІСППР в середовищі якої здійснюється аналітична обробка інформаційної складової повідомлень, результатом якої є видача

рекомендацій командирам всіх ланок щодо прийняття відповідних рішень чи віддання наказів (команд).

Виходячи із функціональної схеми, слідує висновок, що методи обробки інформаційних потоків в кожній підсистемі будуть значно відрізнятися, тому математичну модель ІСППР необхідно розглядати як інтегровану модель підсистем збору інформації, розподілу та зберігання інформації, інформаційно-аналітичної обробки та видачі рекомендацій. При цьому, послідовна схема з'єднання підсистем та низький коефіцієнт зворотного зв'язку між ними дають можливість функціонування кожної системи диференційовано.

Перед введенням понятійного апарату необхідного для розробки та детального дослідження математичної моделі підсистеми розподілу та зберігання інформації необхідно задати початковими умовами. Виходячи із наведеної спрощеної функціональної схеми ІСППР, на початковому етапі інформаційні потоки формуються в підсистемі збору інформації, що являє собою сукупність (від 1 до n) усіх працюючих засобів збору інформації АСУ військами на даний момент чи інтервал часу будь-якої тривалості (від засобів технічних видів розвідки до інформаційно-аналітичних документів компетентних органів). Далі, в міру надходження корисної інформації від засобів збору інформації, в масштабі часу близькому до реального в підсистемі збору інформації формується потік даних, що передається до підсистеми розподілу та зберігання інформації. Потік даних являє собою масив повідомлень, що містять корисне інформаційне навантаження, оскільки кожне повідомлення надходить до підсистеми збору інформації лише після щонайменше первинного аналізу на предмет інформаційної цінності (здійснюється компетентними особами на своєму напрямку збору та аналізу отриманих даних):

$$I = [i_1; i_z]$$

де I – інформаційний потік,

i – повідомлення,

z – кількість повідомлень, що формують інформаційний потік.

При цьому, дані особи перед відправленням кожного повідомлення до підсистеми збору інформації обов'язково вказують адреси необхідних для реєстрації баз даних. Таким чином, імовірність того, що в будь-який момент часу масив повідомлень, що формують інформаційний потік, буде містити повідомлення без корисного інформаційного навантаження, наближається до нуля:

$$P(i_0 = 1, i_0 \in [i_1; i_z]) \rightarrow 0$$

де i_0 – повідомлення без корисного інформаційного навантаження.

Виходячи з цього, кожному повідомленню інформаційного потоку, що надходить до підсистеми розподілу та зберігання інформації, можна поставити у відповідність запит на реєстрацію до відповідної бази даних. Таким чином, у відповідність інформаційному потоку можна поставити потік запитів:

$$I \rightarrow \Pi$$

В загальному, математична модель підсистеми розподілу та зберігання інформації характеризується параметрами:

- вхідний потік запитів (Π);
- схема підсистеми розподілу та зберігання інформації (S);
- характеристики якості обслуговування вхідного потоку запитів (p);
- дисципліна обслуговування потоку запитів (D).

Крім того, дані параметри, за винятком характеристики якості обслуговування вхідного потоку запитів, можна розглядати також і як базові елементи підсистеми розподілу та зберігання інформації.

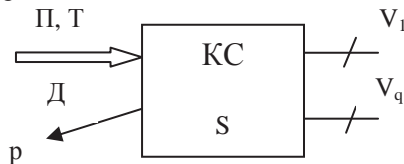


Рис. 2. Характеристики (елементи) підсистеми розподілу та зберігання інформації

На рисунку 2:

- Π – модель потоку запитів;
- D – дисципліна обслуговування потоку запитів;
- p – характеристики якості обслуговування;
- S – структура комутаційної схеми підсистеми розподілу та зберігання інформації. Так звана комутаційна схема призначена для створення каналів зв'язку між повідомленнями інформаційного потоку та відповідними базами даних, адреси яких вказані у запитах на реєстрацію;

V – канал зв'язку;

q – загальна кількість каналів зв'язку;

T – час затрачений на обслуговування.

Потік запитів – послідовність в часі моментів надходження запитів. Потік запитів є випадковою величиною, тому для його математичного опису та дослідження будуть використовуватись імовірнісні закони розподілу, по яких і буде визначено модель потоку – Π .

Дисципліна обслуговування – характеризує взаємодію потоку запитів із підсистемою розподілу інформації. Дисципліна обслуговування в основному описується наступними характеристиками:

способами обслуговування запитів (з втратами, з очікуванням, комбіноване обслуговування);

порядком обслуговування запитів (по черзі, у випадковому порядку, обслуговування пакетами та ін.);

законами розподілу тривалості обслуговування запитів (показниковий закон, постійна або будь-яка тривалість обслуговування);

наявністю переваг (пріоритетів) в обслуговуванні деяких категорій запитів;

наявністю обмежень при обслуговуванні всіх або деяких категорій запитів (по часу очікування, по кількості запитів, що очікують, по тривалості обслуговування);

законами розподілу ймовірностей виходу елементів комутаційної схеми з ладу.

Деякі з наведених характеристик можуть бути пов'язані з потоком запитів та (або) схемою, інші характеристики можуть не залежати ні від потоку, ні від схеми.

Структура системи розподілу інформації – описує спосіб реалізації так званої комутаційної системи.

Характеристики якості обслуговування – оцінюють роботу комутаційної схеми стосовно обслуговування поступаючих запитів. Перелік характеристик якості обслуговування для конкретних комутаційних схем залежить від дисципліни обслуговування.

Повідомлення (для випадку ІСПП) – сукупність інформації будь-якого роду, що має признаки початку та кінця і призначена для передачі через підсистему збору інформації в підсистему розподілу та зберігання інформації, де здійснюється її розподіл за визначеними алгоритмами та занесення до відповідних баз даних. Сукупність повідомлень, що надходить до приймальної сторони за певний інтервал часу формує інформаційний потік (потік даних). Для занесення повідомлення до відповідної бази даних необхідно здійснити запит на реєстрацію даної інформації.

Запит – це вимога, що надходить до підсистеми розподілу та зберігання інформації з метою отримання “дозволу” на реєстрацію повідомлення.

Запити розподіляються на види:

обслужений – який отримав “дозвіл” на встановлення зв'язку із відповідною базою даних для реєстрації повідомлення;

втрачений – який не отримав “дозвіл” на встановлення зв'язку із відповідною базою даних для реєстрації повідомлення по причині відсутності вільних ліній зв'язку із необхідною базою даних;

затриманий – який в черзі очікує на встановлення зв'язку із відповідною базою даних для реєстрації повідомлення;

первинний – перший для даного повідомлення;

повторний – який надійшов після втрати попереднього запиту, але відноситься до цього ж повідомлення.

Зайнятість – будь-яке використання елементів чи ліній зв'язку підсистеми розподілу та зберігання інформації з метою встановлення

зв'язку з базами даних незалежно від успішності реєстрації повідомлення до відповідної бази даних. Характеризується моментом та тривалістю.

Звільнення – повернення елементів чи ліній зв'язку підсистеми розподілу та зберігання інформації у вихідне положення. Характеризується тільки моментом встановлення (початку) даного стану.

Потік запитів – послідовність запитів, що надходять до підсистеми розподілу та зберігання інформації через будь-які інтервали часу (в будь-які моменти часу) при безперервному відліку часу. Загалом, до підсистеми розподілу та зберігання інформації можуть надходити потоки запитів двох типів – детерміновані та випадкові.

Детермінований потік – потік запитів, для якого послідовність моментів отримання запитів є заздалегідь визначеною та відомою, тобто запити надходять у визначені строго фіксовані не випадкові моменти часу або через визначені строго фіксовані не випадкові інтервали часу (Рис. 3).

Детермінований потік можна задати трьома способами:

послідовністю моментів запитів t_1, t_2, \dots, t_n ;

послідовністю часових інтервалів між моментами запитів Z_1, Z_2, \dots, Z_n ; де Z_n – інтервал часу між запитами i та $(i-1)$;

послідовністю кількості запитів k_1, k_2, \dots, k_n , що надходять протягом заданих інтервалів часу $[t_0, t_1), [t_0, t_2), \dots, [t_0, t_n)$.

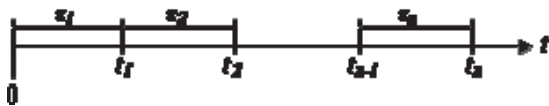


Рис. 3. Способи задання детермінованого потоку запитів

Слід зазначити, що детерміновані потоки запитів являються частковим випадком випадкових потоків запитів. Прикладами можуть бути: доповіді начальника чергової зміни оператора на посту кожну годину про хід несення ним служби; щодобові зведення з пунктів управління та підрозділів, що виконують завдання бойового чергування і т. д. Однак, навіть в таких випадках не рідко зустрічаються випадковості. У зв'язку з цим, для створення математичної моделі та її дослідження всі оперування будуть проводитись із випадковими потоками запитів.

Випадковий потік запитів – потік запитів, для якого послідовність моментів отримання запитів наперед не є відомою.

Визначення випадкового потоку запитів пов'язано з визначенням в імовірнісному значенні: послідовності моментів запитів; послідовності інтервалів часу між моментами запитів; послідовності кількості запитів, що надходять за інтервали часу $[t_0, t_1), [t_0, t_2), \dots, [t_0, t_n)$. Тому для

задання випадкових потоків запитів (як і для будь-яких інших випадкових величин чи процесів) будуть використовуватись функції розподілу випадкових величин. Так, функцією розподілу ймовірностей деякої випадкової величини X називається функція

$$F(x) = P\{X < x\},$$

яка визначає ймовірність того, що $X < x$, де x – визначена, задана величина.

З урахуванням вищевикладеного, для задання випадкового потоку запитів будуть використані наступні еквівалентні детермінованим потокам запитів способи:

закон розподілу n випадкових моментів запиту, що являє собою ймовірність надходження моментів запиту P_i в момент часу T_i , який є меншим деякої наперед заданої величини t_i :

$$P\{T_1 < t_1, i=1, 2, \dots, n\} = P\{T_1 < t_1, T_2 < t_2, \dots, T_n < t_n\}$$

де T_i – i -й момент запиту, $i=1, 2, \dots, n$, – порядковий номер запиту (n – кількість запитів у випадковому потоці, що розглядається);

закон розподілу n випадкових інтервалів часу між незалежними моментами запитів, який являє собою ймовірність P_i , що випадковий інтервал часу між запитами Z_i буде меншим наперед заданої величини інтервалу z_i :

$$P\{Z_i < z_i, i=1, 2, \dots, n\} = P\{Z_1 < z_1, Z_2 < z_2, \dots, Z_n < z_n\}$$

де Z_i – інтервал часу між $(i-1)$ та i -м моментами запиту, $i=1, 2, \dots, n$, – порядковий номер запиту (n – кількість запитів у випадковому потоці, що розглядається);

закон розподілу кількості запитів k_1, k_2, \dots, k_n , на n інтервалах часу $[t_0, t_1), [t_0, t_2), \dots, [t_0, t_n)$, який являє собою ймовірність P_i , що на інтервалі часу $[t_0, t_i]$, надійде i запитів:

$$P\{K(t_0, t_1) = k_1, i=1, 2, \dots, n\} = P\{K(t_0, t_1) = k_1, K(t_0, t_2) = k_2, \dots,$$

$$K(t_0, t_n) = k_n\},$$

де $K(t)$ – невід'ємна та неспадаюча функція, яка характеризує кількість запитів на інтервалі $[t_0, t_n]$, $i=1, 2, \dots, n$ – порядковий номер запиту (n – кількість запитів у випадковому потоці, що розглядається), $k_1 \leq k_2 \leq \dots \leq k_n; t_1 < t_2 < \dots < t_n$.

Потоки запитів можуть бути однорідними та неоднорідними. В неоднорідному потоці запитів кожний запит має дві та більше характеристик. Для АСУ військами це потоки запитів електронних повідомлень які надходять до підсистеми розподілу та зберігання інформації від підсистеми збору інформації. Вони характеризуються моментами надходження, напрямками встановлення з'єднань з відповідними базами даних і т. д. В свою чергу однорідний потік запитів характеризується лише послідовністю, що визначає лише закономірність надходження запитів, тобто послідовністю моментів надходження запитів, інтервалами часу між

запитами чи законом розподілу кількості запитів на інтервалах часу (будь-яким з трьох вищеописаних способів задання потоків запитів).

Потоки запитів, що циркулюють в АСУ військами являються неоднорідними, однак з метою створення дійсно ефективної математичної моделі підсистеми розподілу та зберігання інформації, яка дасть змогу здійснити детальний аналіз функціонування підсистеми на кожному етапі розподілу та зберігання інформації, спочатку необхідно описати однорідний потік запитів, який є частковим випадком неоднорідного потоку запитів.

До підсистеми розподілу та зберігання інформації надходять потоки запитів, в яких на будь-якому кінцевому інтервалі часу (що має початок та кінець) надходить кінцеве число запитів і математичне сподівання запитів, що надходять в потоці також є кінцевою величиною. Дані потоки називаються фінітними.

Математичне сподівання кількості викликів, що надходять за інтервал часу $(0, t)$ називається ведучою функцією потоку. Позначення функції:

$$\Delta(0, t)$$

Функція $\Delta(0, t)$ – невід’ємна, неспадаюча та в задачах для АСУ військами приймає кінцеве значення (слідє з визначення даної функції).

Потоки запитів з безперервною ведучою функцією називаються регулярними, а із ступінчастою – сингулярними. Так, ймовірність надходження хоча б одного виклику у визначений момент часу для регулярного потоку дорівнює нулю, а для сингулярного потоку в моменти розриву ведучої функції відмінна від нуля. В АСУ військами функціонують лише потоки запитів з безперервною ведучою функцією, тобто регулярні.

Окрім вищенаведеної класифікації потоків запитів (за кількістю характеристик та ведучою функцією) існує й загальний принцип їх класифікації.

Таким чином, розглянуті потоки запитів можуть класифікуватись на предмет стаціонарності, ординарності та післядії.

Стаціонарність потоку. Потік запитів є стаціонарним, якщо при будь-якому n спільний закон розподілу кількості запитів за інтервал часу $[t_0, t_1), [t_0, t_2), \dots [t_0, t_n)$

$$P\{K(t_0, t_i), i = 1, 2, \dots, n\} \quad (1.1)$$

залежить тільки від довжини інтервалів часу та не залежить від моменту t_0 . Тобто, незалежно від того, де на осі часу знаходиться інтервал часу $[t_0, t_1)$, ймовірність того, що надійде $K(t_0, t_1)$ запитів одна і та ж – незмінність (стаціонарність) ймовірнісного режиму в часі. Це означає, що для стаціонарного потоку запитів ймовірність надходження деякої кількості запитів за деякий інтервал часу залежить від довжини цього інтервалу та не залежить від його початку. В іншому випадку потік є нестаціонарним.

Інтенсивності інформаційних потоків, що надходять від джерел добування інформації, а відповідно й потоків запитів на виході із підсистеми збору інформації та в підсистемі розподілу та зберігання інформації, різко коливаються в залежності від обстановки (посилений режим функціонування військ, оперативне застосування військ, повсякденний режим діяльності, період доби і т. д.). Це означає, що ймовірність надходження певної кількості запитів на визначеному інтервалі часу залежить від місцезнаходження цього інтервалу на осі часу, відповідно потік запитів, що надходить протягом тривалого інтервалу часу (місяць, рік, навчальний період) є нестаціонарним. Однак в межах короткого інтервалу часу (робочий день, доба) нестаціонарність потоку запитів маловідчутна, що дозволяє для вирішення практичних задач з підвищення ефективності функціонування ІСППР, приймати його як стаціонарний (квазістаціонарний).

Ординарність потоку. Позначимо через $P_k(t, t + \tau)$ ймовірність надходження двох та більше викликів за інтервал часу $[t, t + \tau)$. Так, потік запитів є ординарним, якщо при $\tau \rightarrow 0$ границя ймовірності надходження двох та більше запитів за вказаний інтервал часу прямує до нуля:

$$\lim_{\tau \rightarrow 0} P_{k \geq 2}(t, t + \tau) = 0(\tau) \quad (1.2)$$

де $0(\tau)$ – величина більш високого порядку малості відносно τ . Таким чином, ординарність потоку виражає практичну неможливість одночасного надходження двох та більше запитів в будь-який момент часу t . Іншими словами це є практична неможливість групового надходження запитів.

Післядія потоку. Потік запитів є потоком без післядії, якщо ймовірність надходження $K(t_0, t_1)$ запитів за інтервали часу $[t_0, t_i), i = 1, 2, \dots, n$ не залежить від ймовірнісного процесу надходження запитів до моменту t_0 :

$$P\{K(0, t_i) - K(0, t_0) = K(t_0, t_i), i = 1, 2, \dots, n\} \quad (1.3)$$

Тобто, відсутність післядії означає незалежність надходження запитів після будь-якого моменту часу від їхнього надходження до цього моменту.

Потік запитів є потоком з післядією, якщо ймовірність надходження запитів за деякий інтервал часу залежить від процесу надходження запитів до початку цього інтервалу. Прикладом потоків запитів з післядією є повторна передача запитів з підсистеми збору інформації до підсистеми розподілу та зберігання інформації у випадку перевантаження, збоїв у підсистемах чи нестабільною роботою каналів зв’язку між підсистемами.

Крім того, випадкові потоки запитів можуть бути з частковою післядією. Так, існує два типи часткової післядії – обмежена та проста.

Потік з обмеженою післядією – потік запитів у якого послідовність інтервалів часу між запитами $[t_0, t_1), [t_0, t_2), \dots [t_0, t_n)$ являє собою послідовність взаємно незалежних випадкових величин, що мають будь-які функції розподілу. До таких потоків відносяться потоки Пальма, Ерланга та Бернуллі математичний опис та властивості яких будуть розглянуті далі.

Основною ж характеристикою потоку запитів з простою післядією є залежність потоку запитів від стану комутаційної системи, який описується функцією $R(t)$ в будь-який момент часу t . Таким чином, потік з простою післядією – це ординарний потік, для якого в будь-який момент часу t існує кінцевий параметр потоку, що залежить тільки від стану $R(t)$ комутаційної системи в момент часу t та не залежить від процесу обслуговування запитів до моменту t .

До потоків запитів з точки зору післядії, зокрема такого класу як потоки без післядії, можна віднести: стаціонарний ординарний потік (він же найпростіший та стаціонарний пуассонівський),

нестационарний ординарний потік (нестационарний пуассонівський) та стаціонарний неординарний потік (неординарний пуассонівський) [8]. До потоків запитів з простою післядією відносяться примітивний потік та потік з повторними запитами.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином в роботі було здійснено математичний опис випадкових однорідних фінітних регулярних, а на їх основі випадкових неоднорідних фінітних регулярних потоків.

Матеріал статті в подальшому дасть змогу більш якісного вибору характеристик інформаційних потоків, при розробці математичної моделі підсистеми розподілу та зберігання інформації з метою оптимального розподілу інформаційних потоків в АСУ військами. Подальші дослідження доцільно присвятити дослідженню параметрів, властивостей, характеристик та математичним моделям інформаційних потоків.

Література

1. АСУ проблемы и решения [Электронный ресурс]. Режим доступа до ресурсу: <http://www.vko.ru>.
2. Автоматизированная система управления [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org>.
3. Барабаш Т. Н., Соколовская И. Н. Проектирование телекоммуникационных сетей: Учебное пособие. – Одесса: ОНАС, 2009. – 64 с.
4. Воронин А. Н. Многокритериальные решения: модели и методы: монография / Воронин А.Н., Зиатдинов Ю. К., Куклинский М. В. – К.: НАУ, 2011. – 348 с.
5. Ільяшов О. А. Тенденції розвитку збройної боротьби у війнах четвертого – шостого покоління України / О.А. Ільяшов // Наука і оборона. – 2009. – № 3 – с. 43–49.
6. Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Эффективность автоматизированных систем управления. Основные положения. ГОСТ 24.702-85. – [срок введения установлен с 01.01.87]. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1985.
7. Морозов А. О., Кузьменко Г. С., Яровий А. Д. Основні проблеми інформатизації Збройних Сил України на сучасному етапі // Наука і оборона, 2004, № 3 – С. 16-22.
8. Лившиц Б. С. и др. Теория

телетрафика / Лившиц Б. С., Пшеничников А. П., Харкевич А. Д. Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Связь, 1979. 224 с.
9. Пермяков О. Ю., Сбітнев А. І. Інформаційні технології і сучасна збройна боротьба / О. Ю. Пермяков, А. І. Сбітнев, – Луганськ.: Знання, 2008. – 204 с.
10. Пермяков О. Ю. Синергетичний підхід до підтримки єдиного інформаційного поля / О. Ю. Пермяков, В. А. Савченко, І. Д. Варламов // Матеріали постійно діючого наукового семінару кафедри ЗГПТтаКС ІІТ НУОУ 19 листопада 2012 року. – Київ: НУОУ, 2012. – С. 27-35.
11. Протасов А. А., Крейдин С. В., Егоров С. Ю. Системы управления войсками (силами) как инструмент стратегического сдерживания / А. А. Протасов, С. В. Крейдин, С. Ю. Егоров // Военная мысль. журн. – 2009. - №7. – С. 8–11.
12. Чельцов В. Сетевые войны XXI века / В. Чельцов, С. Волков // Воздушно-космическая оборона. – 2008. – № 4 (41). – С. 9-16.
13. Thomas T. L. Chinese and American network warfare // Joint Force Quarterly, July, 2005.
14. Клиланд Д., Кинг В. Системный анализ и целевое управление. Пер. с англ. – М.: Советское радио, 1974. – 280 с.

МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Ігорь Давыдович Варламов (канд. техн. наук, начальник кафедры)
Сергей Станиславович Гаценко (адъюнкт)

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

Сложность и динамизм современных процессов управления, ставят новые требования к обработке, анализу и рациональному распределению больших объемов информации для командования с целью принятия оптимального решения. Осуществление данных процессов требуют разработки модели информационных потоков автоматизированных систем управления войсками.

В работе представлена модель случайных однородных финитных регулярных и случайных неоднородных финитных регулярных информационных потоков.

Ключевые слова: информационные технологии; автоматизированная система управления войсками; информационные потоки.

**INFORMATION STREAMS MODEL OF
AUTOMATED COMMAND AND CONTROL SYSTEMS**

Ihor D. Varlamov (Candidate of Technical Sciences, Chief of a Department)

Serhii S. Hatsenko (Postgraduate Military Student)

National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine

The complexity and dynamism of modern management processes pose new requirements for the management, analysis and rational distribution of large volumes of information for command with a view to adopt an optimal decision. The implementation of these processes requires development of information streams model of automated troop command and control systems.

The model of casual homogeneous finitary regular and casual heterogeneous finitary regular information streams is presented.

Keywords: *information technologies; automated troop command and control systems; information streams.*

References

- 1. ACS problems** and solutions. [ASU *problemy i resheniya*], mode of access to resources: <http://www.vko.ru>.
- 2. Automatic** control system. [Avtomatyzirovannaja *systema upravleniya*], Available at: <http://ru.wikipedia.org>.
- 3. Barabash T. N.**, Sokolovskaya J. H. (2009), Design of telecommunication networks: Textbook. [Proektirovanie *telekommunikatsionnykh sistem: Uchebnoe posobie*], Odessa: ONAT, 64 p.
- 4. Voronin A. N.**, Ziatdinov Y. K., Kuklinsky M. V. (2011), Multicriteria decisions: models and methods: monograph [Mnogokriterialnyie *resheniya: modeli i metody: monografiya*], Kiev, NAU, 348 p.
- 5. Iliyashov O. A.** (2009), Trends in the armed struggle in the wars of the fourth - sixth generations Ukraine [Tendentsii *rozvytku zbroinoi borotby u viinakh chetvertoho – shostoho pokolinia Ukrainy*], Nauka i Oborona, № 3, pp. 43–49.
- 6. Unified** system of automated systems of management standards. The effectiveness of the automated control systems. Basic provisions. GOST 24.702-85. – [Term administration is set to 01.01.87] (1985), [Edinaya *sistema standartov avtomatizirovannykh sistem upravleniya. Effektivnost avtomatizirovannykh sistem upravleniya. Osnovnyie polozeniya. GOST 24.702-85. – [srok vvedeniya ustanovlen s 01.01.87]*], Moscow, Gosudarstvennyi komitet SSSR po standartam.
- 7. Morozov A. O.**, Kuzmenko H. E., Yarovy A. D. The main problems of informatization of the Armed Forces of Ukraine at the present stage (2004), [Osnovni *problemy informatyzatsii Zbroinykh Syl Ukrainy na suchasnomu etapi*], Nauka i oborona, № 3, pp. 16–22.
- 8. Livshits B. S.** et al. (1979), Teletraffic theory textbook for high schools. 2nd ed., Revised and add., [Teoriya *teletrafika Uchebnik dlya vuzov. 2-e izd., pererab. i dop.*], Moscow, Svjaz, 224 p.
- 9. Permiakov O. Y.**, A. I. Sbitnev Information technology and modern armed struggle [Informaciini *tehnolohii i suchasna zbroina borotba*], Luhansk, Znannia, 204 p.
- 10. Permiakov O.Y.** (2012), Synergetic approach to support common information field [Synerhetychnyi *pidkhid do pidtrymky yedynoho informaciiinoho polia*], Kyiv, NUOU, pp. 27–35.
- 11. Protasov A. A.**, Kreidin S. V., Egorov S. Y. (2009), Control system of troops (forces) as an instrument of strategic deterrence [Sistemnyi *upravleniya voyskami (silami) kak instrument strategicheskogo sderzhivaniya*], Voennaya Myisl, №7, pp. 8–11.
- 12. Cheltsov V.**, Volkov S. (2008), Network War of the XXI century [Setevyie *vojnyi XXI veka*], Vozdushno-Kosmicheskaja Oborona, № 4 (41), pp. 9–16.
- 13. Thomas T. L.** Chinese and American network warfare // Joint Force Quarterly, July, 2005.
- 14. D. Cleland, V. King** (1974), Systems analysis and targeted control. Trans. from English [Sistemnyi *analiz i tselevoe upravlenie*], Moscow, Sovetskoe Radio, 280 p.

Отримано: 26.09.2014 року

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАПАСУ ЗЕНІТНИХ КЕРОВАНИХ РАКЕТ НЕПОВНОДОСТУПНОГО УГРУПОВАННЯ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ВІДБИТТЯ УДАРУ ПОВІТРЯНОГО ПРОТИВНИКА

В роботі викладено підхід до вирішення актуального завдання в практиці військ щодо визначення запасу зенітних керованих ракет для забезпечення ефективного відбиття удару повітряного противника. Вирішення задачі ракетно-технічного забезпечення базується на формуванні потреб у зенітних керованих ракетах неповнодоступного угруповання зенітних ракетних військ для забезпечення ефективного відбиття удару повітряного противника. Це дає можливість визначення запасу ракет для типових зенітних ракетних підрозділів не лише з урахуванням їх вогневого внеску, а і ступеню участі кожного з них.

Ключові слова: зенітне ракетне прикриття; зенітні ракетні війська; бойовий комплект; зенітні керовані ракети.

Вступ

Постановка проблеми в загальному вигляді та аналіз літератури. Успіх виконання завдання відбиття удару повітряного противника залежить від якості реалізації принципів ведення протиповітряного бою, головною метою якого є знищення засобів повітряного нападу (ЗПН) вогнем зенітних керованих ракет [1-3].

Доля знищених ЗПН, при якому досягається потрібний ефект відбиття удару, визначається як потрібний рівень втрат повітряного противника і характеризується потрібним значенням математичного сподівання кількості знищених ЗПН [2, 4-5].

Саме кількість уражених ЗПН є важливим показником, що описує результати бойових дій військових частин зенітних ракетних військ (ЗРВ) і прагнення противника щодо подальших дій [4].

Відомо, що основними показниками вогневих можливостей військових частин зенітних ракетних військ є кількість стрільб та середня ефективність стрільби в межах завчасно створених запасів ракет [2-3]. Це положення описує чіткий зв'язок між ресурсами і потребами, зокрема кількістю зенітних керованих ракет (ЗКР) та кількістю стрільб, яку можна забезпечити при визначеному розході ракет за стрільбу. Підтвердженням цього факту є досвід бойових дій ЗРВ [1], де успіх відбиття удару повітряного противника досягався раціональною побудовою взаємопов'язаних систем зенітного ракетного вогню та ракетно-технічного забезпечення.

Тому питання створення такого запасу зенітних керованих ракет, наявність якого необхідна для забезпечення ефективного відбиття удару повітряного противника, є і досі актуальним в практиці бойового застосування ЗРВ і передбачає використання відповідного науково-методичного апарату.

Питанню дослідження взаємного впливу процесів зенітного ракетного вогню та ракетно-технічного забезпечення відбиття удару повітряного противника присвячена низка теоретичних досліджень які умовно можна розділити на дві групи.

Перша група [2-3] забезпечує дослідження можливостей системи ракетно-технічного забезпечення на основі аналітичних методик оцінки продуктивності технічних підрозділів. За їх допомогою можна визначити потенційні можливості технічних підрозділів щодо забезпечення ЗКР виходячи із часових нормативів виконання певних операцій.

Одночасно з тим дані методики не чутливі до опису взаємного зв'язку між потрібним ступенем реалізації вогневих можливостей та боекомплексом ЗКР, що треба створити на стартовій позиції вогневого підрозділу в інтересах виконання завдання. В [2-3] не описуються залежності між ступенем участі зенітних ракетних підрозділів та потребами у ракетах для відбиття удару повітряного противника.

Друга група [4-6] призначена для дослідження можливостей підрозділів ракетно-технічного забезпечення щодо задоволення потреб вогневих підрозділів військової частини зенітних ракетних військ. В основу зазначених методик покладено теоретичні положення методів аналітико-стохастичного моделювання протиповітряного бою, що описують взаємний зв'язок часткових показників вогневих можливостей та внесків типових зенітних ракетних комплексів із їх потребами у ЗКР. Поряд із цим, в [4-6] не достатньо об'єктивно відображають залежності потреб типових зенітних ракетних підрозділів у ракетах від змін просторових характеристик їх зон ураження – шаруватості зон зенітного ракетного вогню.

Проведений аналіз свідчить про наявність невирішеного завдання в теорії – недосконалість існуючого науково-методичного апарату дослідження процесів ракетно-технічного забезпечення бойового застосування ЗРВ. Розглянуті методики [2-6] не забезпечують опис впливу на потреби у ЗКР ступеню участі та шаруватості зон зенітного ракетного вогню зенітних ракетних підрозділів. Тим самим порушуються вимоги щодо адекватності отриманих результатів та формується невизначеність в прогнозах результатів відбиття ударів повітряного противника викликаних їх нечутливістю до неповнодоступності зон зенітного ракетного вогню зенітних ракетних підрозділів.

Метою даної статті є удосконалення підходу до визначення запасу зенітних керованих ракет неповнодоступного угруповання ЗРВ для забезпечення ефективного відбиття удару повітряного противника.

Виклад основного матеріалу дослідження

Відомо, що основним показником ефективності бойових дій угруповання ЗРВ є потрібне значення математичного сподівання кількості знищених ЗПН [6], яке для угруповання змішаного складу має вигляд

$$M_{\text{ЗПН}}^{\text{потр}} = \sum_{k=1}^q M_{\text{ЗПН}_k}^{\text{потр}},$$

де $M_{\text{ЗПН}_k}^{\text{потр}}$ – потрібне значення математичного сподівання знищених ЗПН зенітними ракетними підрозділами k-го типу, що приймають участь у відбитті удару повітряного противника;

q – кількість типів зенітних ракетних підрозділів у складі угруповання ЗРВ змішаного складу.

$M_{\text{ЗПН}_k}^{\text{потр}}$ визначається як частка ефекту від

$M_{\text{ЗПН}}^{\text{потр}}$ досягнутого групою із m_k зенітних ракетних підрозділів k-го типу [4]

$$M_{\text{ЗПН}_k}^{\text{потр}} = M_{\text{ЗПН}}^{\text{потр}} \alpha_k, \quad k = \overline{1, q},$$

де α_k – внесок групи із m_k зенітних ракетних підрозділів k-го типу визначається за формулою [4]

$$\alpha_k = \frac{m_k \mu_k N_{\text{цк}_k} R_k^2}{\sum_{k=1}^q m_k \mu_k N_{\text{цк}_k} R_k^2}; \quad k = \overline{1, q},$$

де μ_k – вогнева продуктивність зенітного ракетного підрозділу k-го типу;

$N_{\text{цк}_k}$ – кількість цільових каналів k-го типу;

R_k – середнє значення дальньої межі зони ураження зенітного ракетного підрозділу k-го типу, що реалізується.

Як зазначено вище, невирішене завдання в теорії сформоване нечутливістю існуючих методик до властивості неповнодоступності зон вогню. Високий рівень невизначеності даних про повітряного противника ускладнює прогноз дій його ЗПН та планування бойових дій угруповань ЗРВ.

Неповнодоступність викликана тим, що при відбитті удару повітряного противника можна визначити лише запропоновану область подолання зони вогню засобами повітряного нападу, орієнтовну кількість ЗПН $N_{\text{зпн}}$ і тривалість удару $t_{\text{уд}}$. В свою чергу, деякі зенітні ракетні підрозділи рзнесені в просторі й характеризуються обмеженою, індивідуальною для кожного зоною ураження – ступенем участі у вогневому впливі на ціль та неоднорідності стохастичних показників ефективності стрільби.

Ці два чинники існують одночасно і повинні бути ураховані в інтересах поставленого завдання.

Для цього розглянемо гіпотезу про те, що зенітні ракетні підрозділи забезпечують випереджувальне знищення ЗПН противника. Обстріл і знищення цілей із ефективністю стрільби можливий лише одним із тих вогневих засобів (еквівалентних одно каналних по цілі зенітних ракетних комплексів), зони ураження яких перекриваються на траєкторії польоту цілі [7].

Отже потрібна кількість стрільб зенітного ракетного підрозділу k-го типу чергою із $P_{\text{зкр}}$ визначається співвідношенням $M_{\text{ЗПН}_k}^{\text{потр}}$ потрібного значення математичного сподівання кількості знищених ЗПН підрозділу k-го типу [5] до добутку $P_{\text{ук}}^{\text{зкр}}$ ефективності стрільби та $K_{\text{уч}_k}$ коефіцієнту участі цього підрозділу

$$N_{\text{стр}_k}^{\text{потр}} = \frac{M_{\text{ЗПН}_k}^{\text{потр}}}{P_{\text{ук}}^{\text{зкр}} K_{\text{уч}_k}}, \quad k = \overline{1, q}.$$

Приймається, що $K_{\text{уч}_k} = f(C_3, \rho_k)$ залежить від C_3 середньої шаруватості створеної зони зенітного ракетного вогню, що є функцією $L_{\text{фр}}$ протяжності фронту та $L_{\text{г}}$ глибини зони зенітного ракетного прикриття [5]

$$C_3 = \frac{3,14}{L_{\text{фр}} L_{\text{г}}} \sum_{k=1}^q m_k N_{\text{цк}_k} R_k^2,$$

а також значення ρ_k коефіцієнта завантаження типового зенітного ракетного підрозділу, що приймає участь у відбитті удару ЗПН

$$\rho_k = \frac{N_{\text{зпн}}}{t_{\text{уд}} \mu_k}, \quad k = \overline{1, q}.$$

Оціночні значення $K_{\text{уч}_k}$ коефіцієнта участі зенітного ракетного підрозділу визначених за допомогою залежностей описаних у [4] наведені у табл. 1.

Коефіцієнти участі зенітного ракетного підрозділу у протиповітряному бою

$\begin{matrix} C_3 \\ \rho \end{matrix}$	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,5	2	3	4	5
0,1	0,249	0,377	0,535	0,721	0,84	0,927	0,945	0,983	1	1
0,2	0,238	0,355	0,497	0,666	0,8	0,868	0,9	0,969	0,998	1
0,4	0,242	0,338	0,454	0,592	0,734	0,784	0,836	0,949	0,998	1
0,6	0,27	0,348	0,443	0,556	0,674	0,735	0,799	0,937	0,997	1
0,8	0,312	0,376	0,454	0,547	0,644	0,71	0,781	0,932	0,996	1
1	0,364	0,416	0,48	0,556	0,636	0,704	0,776	0,93	0,99	1
1,5	0,502	0,534	0,573	0,619	0,669	0,73	0,796	0,936	0,997	1
2	0,631	0,65	0,673	0,701	0,732	0,782	0,835	0,949	0,998	1
3	0,814	0,821	0,83	0,84	0,852	0,88	0,909	0,972	0,999	1

Середня ефективність стрільби зенітного ракетного підрозділу k-го типу чергою із $n_{зкр}$, за умови відсутності накопичення втрат засобом повітряного нападу, визначається за виразом [2, 5]

$$P_{ук}^{пзкр} = 1 - (1 - K_{см} P_{Ік})^{n_{зкр}}, k = \overline{1, q},$$

де $P_{Ік}$ середнє значення ймовірності ураження засобу повітряного нападу зенітним ракетним підрозділом k-го типу за стрільбу однією зенітною керованою ракетою, визначається експериментальним шляхом;

$K_{см}$ – середнє значення коефіцієнта завад типу “Смальта”.

Аналізуючи зміни величини $P_{ук}^{пзкр}$ при різних значеннях $P_{Ік}$ та $K_{см} = 1$ зведених в табл. 2 можна стверджувати, що зростання ймовірності

ураження $P_{ук}^{пзкр}$ не пропорційно зростанню витрат ракет при стрільбі по цілі. Збільшення витрат ракет для збільшення ймовірності знищення цілі на одиниці відсотків недоцільне.

Тому враховуючи важливість цього чинника при оцінці середньої ефективності стрільби доцільно визначити таке значення кількості зенітних керованих ракет $n_{зкрк}^{потр}$, при якому забезпечується надійна стрільба, тобто достатньо висока ймовірність ураження цілі $P_y^{потр}$

$$n_{зкрк} \geq n_{зкрк}^{потр} = \frac{\lg(1 - P_y^{потр})}{\lg(1 - P_{Ік})}, k = \overline{1, q},$$

Таблиця 2

Середня ефективність стрільби зенітного ракетного підрозділу

$\begin{matrix} n_{зкр} \\ P_{Ік} \end{matrix}$	2	3	4	5	6
0,1	0,19	0,27	0,35	0,41	0,47
0,15	0,28	0,39	0,48	0,56	0,62
0,2	0,36	0,49	0,59	0,67	0,74
0,25	0,44	0,58	0,68	0,76	0,82
0,3	0,51	0,66	0,76	0,83	0,88
0,35	0,58	0,72	0,82	0,88	0,92
0,4	0,64	0,78	0,87	0,92	0,95
0,45	0,7	0,83	0,91	0,95	0,97
0,5	0,75	0,87	0,94	0,97	0,98
0,55	0,8	0,91	0,96	0,98	0,99
0,6	0,84	0,94	0,97	0,99	0,995
0,65	0,877	0,967	0,985	0,995	0,998
0,7	0,91	0,973	0,992	0,998	0,999
0,75	0,937	0,984	0,996	0,999	0,9998
0,8	0,96	0,992	0,998	0,9997	-
0,85	0,977	0,997	0,999	-	-
0,9	0,99	0,999	-	-	-
0,95	0,997	0,9999	-	-	-

З урахуванням цього, потрібний запас зенітних керованих ракет для m_k зенітних ракетних підрозділів k-го типу при стрільбі чергою із $n_{зкр}$ має вигляд

$$Q_k^{потр} = n_{зкрк}^{потр} N_{стрк}^{потр}.$$

А запас ЗКР неповнодоступного угруповання ЗРВ для забезпечення ефективного відбиття удару повітряного противника визначається за формулою

$$Q_{\Sigma ЗРВ}^{потр} = \sum_{k=1}^q Q_k^{потр}.$$

Висновки й перспективи подальших досліджень

Досвід проведення навчань і бойового застосування ЗРВ свідчить, що якісне ракетно-технічне забезпечення є запорукою успіху відбиття удару повітряного противника. Одним із головних задач ракетно-технічне забезпечення є завчасне створення запасу зенітних керованих ракет, наявність якого забезпечить ефективне відбиття удару.

Аналіз існуючого науково-методичного апарату дослідження процесів ракетно-технічне

Література

1. **Неупокоев Ф. К.** Противовоздушный бой / Ф. К. Неупокоев // М.: Воениздат, 1989. – 262 с.
2. **Радецкий В. Г.** Противови́тряна оборона у локальних війнах і збройних конфліктах / В. Г. Радецкий, І. С. Руснак П. В. Щипанський та ін. // НАОУ – К., 2007. – 254 с. 3. **Неупокоев Ф. К.** Стрельба зенітними ракетами / Ф. К. Неупокоев // М.: Воениздат, 1989. – 344 с. 4. **Єрмошин М. О.** Боротьба в повітрі / М. О. Єрмошин, В. М. Федай. – Харків: ХВУ, 2004. – 381 с. 5. **Городнов В. П.** Методики прогноза ефективності групувань родов войск ПВО /

забезпечення засвідчив його недосконалість, а саме його не чутливості до неповнодоступності зон зенітного ракетного вогню. Підхід до розв'язання такого завдання представлений вище і дає можливість із достатнім рівнем достовірності визначити потрібний запас зенітних керованих ракет неповнодоступного угруповання ЗРВ для забезпечення ефективного відбиття удару повітряного противника з урахуванням ступеню участі та неоднорідності стохастичних показників ефективності стрільби зенітних ракетних підрозділів.

В. П. Городнов. – Х.: ХВУ, 1999. – 32 с. 6. **Гогоняц С. Ю.** Часткова методика визначення потрібного запасу зенітних керованих ракет для угруповання зенітних ракетних військ змішаного складу / С. Ю. Гогоняц // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС, 2012. – № 4 (33). – С. 2-4. 7. **Городнов В. П.** Удосконалена аналітико-стохастична модель протиповітряного бою зенітного ракетного комплексу / В. П. Городнов, С. Ю. Гогоняц // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – К.: НУОУ, 2010. – №2 (8) – С. 47 – 54.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАПАСА ЗЕНИТНЫХ УПРАВЛЯЕМЫХ РАКЕТ НЕПОЛНОДОСТУПНОЙ ГРУППИРОВКИ ЗЕНИТНЫХ РАКЕТНЫХ ВОЙСК ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ОТРАЖЕНИЯ УДАРА ВОЗДУШНОГО ПРОТИВНИКА

Спартак Юрьевич Гогоняц (канд. воен. наук, начальник научно-исследовательской лаборатории)

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

В работе изложен подход к решению актуального задания в практике войск относительно определения запаса зенитных управляемых ракет для обеспечения эффективного отражения удара воздушного противника. Решение задачи ракетно-технического обеспечения базируется на формировании потребностей в зенитных управляемых ракетах не полностью доступной группировки зенитных ракетных войск для обеспечения эффективного отражения удара воздушного противника. Это дает возможность определения запаса ракет для типичных зенитных ракетных подразделений не только с учетом их озненового вноса, но и степени участия каждого из них.

Ключевые слова: зенитное ракетное прикрытие; зенитные ракетные войска; боевой комплект; зенитные управляемые ракеты.

DETERMINATION OF ANTI-AIRCRAFT GUIDED ROCKETS SUPPLY OF NOT FULLY ACCESSIBLE GROUPING OF ANTI-AIRCRAFT ROCKET TROOPS FOR PROVIDING EFFECTIVE REPULSE OF AN AIR ENEMY

Spartak Y. Hohoniants (Candidate of Military Sciences, Chief of a Research Laboratory)

National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine

The article describes the approach to solving the actual task in the troops practice regarding the determination of anti-aircraft guided rockets supply for providing effective repulse of an air enemy. Solving task of rocket-technical support is based on forming requirements in the anti-aircraft guided rockets of not fully accessible grouping of anti-aircraft rocket troops for providing effective repulse of an air enemy. This enables the determination of rockets supply for typical anti-aircraft rocket units, not only taking into account their contribution to fire, but also the involvement level of any one of them.

Keywords: air defense missile cover; anti-aircraft rocket troops; fire unit; surface-to-air missile.

References

1. **Neupokoev F. K.** (1989), Antiaircraft battle, [Protivovozdushniy boy], Moscow, Voensizdat, p. 262.
2. **Radetskiy V. H.,** Rusnak I. S., Shchypanskiy P. V., (2007), The air defense in local wars and armed conflicts, [Protivovitriana oborona u lokalnykh viinakh i zhroinykh konfliktakh], NAOU, p. 254. 3. **Neupokoev F. K.** (1989). Shooting anti-aircraft missiles. [Strelba zenitnymi raketami], Moscow, Voensizdat, p. 344.
4. **Yermoshyn M. O.,** Fedai V. M., (2004), Fighting in the air. [Borotba v novitri]. Kharkiv, KhVU, p. 381.
5. **Gorodnov V. P.,** (1999), Methodology future operating performance the air defense forces of labor groups. [Metodiki prognoza effektivnosti gruppirovok rodov voysk PVO], Kharkiv,

KhVU, p. 32. 6. **Hohoniants S. Yu.,** (2012), Partial method of determining the required margin anti-aircraft missiles for air defense troops groups with a mixed structure, [Chastkova metodyka vyznachennia potribnoho zapasu zenitnykh kеровanykh raket dlia uhrupovannia zenitnykh raketnykh viisk zmishanoho skladu], Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoho universytetu Povitrianykh Syl., № 4 (33)., pp. 2-4. 7. **Horodnov V. P.,** Hohoniants S. Yu., (2010), Improved analytical stochastic model air fight anti-aircraft missile complex, Suchasni informatsiini tekhnolohii u sferi bezpeky ta oborony, [Udoskonalena analityko-stokhastychna model protypovitrianooho boiu zenitnoho raketnoho kompleksu], NUOU, №2 (8), pp. 47 – 54

Отримано: 28.10.2014 р.

ВИЗНАЧЕННЯ ЙМОВІРНОСТІ ЗЙОМКИ ТОЧКОВОГО ОБ'ЄКТУ ПРИ ВЕДЕННІ ДЕТАЛЬНОЇ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОЇ ЗЙОМКИ У КАДРОВОМУ РЕЖИМІ

Наведені підходи до визначення ймовірності зйомки точкового об'єкту при веденні оптико-електронної зйомки космічними апаратами дистанційного зондування Землі. На основі використання нормального закону розподілу та функції Лапласа визначаємо ймовірність зйомки точкового об'єкту. Наведені розрахунки дозволяють планувати космічну зйомку з більшою ефективністю.

Ключові слова: космічна оптико-електронна зйомка; ймовірність зйомки точкового об'єкту; нормальний закон розподілення; функція Лапласа.

Вступ

Постановка проблеми. Аналіз досвіду застосування космічних систем оптико-електронного спостереження в останніх конфліктах свідчить про поширення меж використання даних систем в інтересах збройних сил і інших військових формувань. Особливу увагу приділяють виявленню малих за розміром об'єктів, які можна назвати точковими з точки зору космічної зйомки.

Згідно положень, які визначені у Загальнодержавній цільовій науково-технічній космічній програмі України на 2013-2017 роки актуальним питанням є гарантоване оперативне надання державним органам, що здійснюють повноваження у сфері національної безпеки та оборони інформації, що надходить із супутників дистанційного зондування Землі.

Тому визначення ймовірності зйомки точкового об'єкту, особливо під час ведення антитерористичної операції, є дуже важливим завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Традиційно в області аерокосмічної зйомки використовують методи, які оцінюють ефективність зйомки тільки по одному показнику [1]. Вони базуються на використанні математичного апарату теорії ймовірностей. Дані методи прийнято називати статистичними [1].

Особливістю статистичних методів є використання у якості критерію ефективності деякого параметру засобу космічної зйомки, який може бути промодельований та оцінений методами теорії ймовірностей та математичної статистики.

При аналізі [2-5] можна зробити висновок, що найкращих методів оцінки параметрів або параметру засобів космічної зйомки, якій підлягає нормальному закону розподілу, є метод найменших квадратів. Він може бути застосований при оцінці ймовірності зйомки точкового об'єкту.

Мета статті. Виходячи з вищевикладеного запропонована математична модель процесу

зйомки об'єкту малого розміру, яка дозволить визначити ймовірність зйомки заданого об'єкту.

Виклад основного матеріалу дослідження

Ступень визначення ймовірності зйомки об'єкту малого розміру залежить головним чином від координат точок, які покривають поверхню малого розміру об'єкта, який знімають.

Для кожної точки з координатами, наприклад, у двовірному випадку x, y (Рис. 1), буде мати місце своя ймовірність зйомки $G(x, y)$.

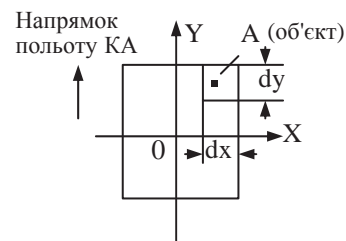


Рис. 1. Визначення ймовірності зйомки у кадровому режимі об'єкту А

Функцію $G(x, y)$, яку визначають експериментально, називають умовним координатним законом зйомки [1].

При розв'язуванні задачі очевидно потрібно задавати $G(x, y)$, тобто координати точки і визначати максимальну ймовірність зйомки.

Крім знання $G(x, y)$, її будемо задавати, необхідно знати закон розподілу щільності ймовірності таких випадкових величин, як координати точок зйомки $\phi(x, y)$.

Якщо відомі умовний координатний закон зйомки $G(x, y)$ і закон розподілу щільності координат точки зйомки $\phi(x, y)$, то ймовірність зйомки даного точкового об'єкту визначається наступним чином.

Ймовірність визначення об'єкта "А" з координатами x, y дорівнює $\phi(x, y) \Delta x \Delta y$. Об'єкт

“А” взятий в лапки тому, що $\phi(x,y)\Delta x\Delta y$ є ймовірність того, що точка попала в область $\Delta x\Delta y$.

Ймовірність зйомки об'єкту в цьому випадку буде дорівнювати $G(x,y)\phi(x,y)\Delta x\Delta y$.

Аналогічно, залежність буде мати місце для будь якої точки площини x, y і ці події є несумісними.

Таким чином, на підставі складання ймовірностей несумісних подій, можливо записати вираз для ймовірності зйомки об'єкта (W_3):

$$W_3 = \sum_{-\infty}^{+\infty} \sum_{-\infty}^{+\infty} G(x,y)\phi(x,y)\Delta x\Delta y. \quad (1)$$

Звідси при переході від Δx і Δy до dx і dy отримуємо формулу для ймовірності визначення об'єкта малого розміру об'єкта в інтегральному вигляді:

$$W_3 = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} G(x,y)\phi(x,y)dx dy. \quad (2)$$

Навколо точки (об'єкта малого розміру) можливо побудувати область, для якої буде справедливо $G(x,y)=1$, а за межами цієї області $G(x,y)=0$. При кадровій зйомці ця область має прямокутну форму, тоді для двомірного випадку можливо записати наступне співвідношення:

$$\begin{aligned} W_3 &= \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} G(x,y)\phi(x,y)dx dy = \\ &= \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} 1 \cdot \phi(x,y)dx dy. \end{aligned} \quad (3)$$

Із цього виразу бачимо, що задача визначення ймовірності зйомки звелась до визначення ймовірності зйомки деякої достатньо малої області, в якій знаходиться точка “А” (об'єкт зйомки).

Якщо координати точок x та y незалежні, що практично завжди має місце, то щільність ймовірності двомірної випадкової величини $\phi(\bar{o}, \bar{o})$ дорівнює множенню щільностей одномірних випадкових величин x та y :

$$\phi(x,y) = \phi(x)\phi(y)$$

Звичайно щільності ймовірності розподілення $\phi(x)$ і $\phi(y)$ випадкових величин x та y підпорядковується нормальному закону (закону Гаусса), тому можливо записати:

$$\begin{aligned} \phi(x) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_x}} e^{-\frac{x-x_0}{2\sigma_x^2}}; \\ \phi(y) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_y}} e^{-\frac{y-y_0}{2\sigma_y^2}}, \end{aligned} \quad (4)$$

де σ_x, σ_y – середнє квадратичне відхилення координат x та y ; x_0 та y_0 – координати центра об'єкта малого розміру (розсіювання навколо точки А).

При багатоспектральній зйомці зі збільшенням частоти дисперсія зменшується, і, відповідно, вона характеризує кінець зйомки, що обмежує число кадрів зйомки об'єктів малого розміру, тоді, отримуємо:

$$W_3 = \int_{-x_1}^{x_2} \int_{-y_1}^{y_2} \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_x}} e^{-\frac{(x-x_0)^2}{2\sigma_x^2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_y}} e^{-\frac{(y-y_0)^2}{2\sigma_y^2}} \right) dx dy = \quad (5)$$

$$\int_{-x_1}^{x_2} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_x}} e^{-\frac{(x-x_0)^2}{2\sigma_x^2}} dx \int_{-y_1}^{y_2} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_y}} e^{-\frac{(y-y_0)^2}{2\sigma_y^2}} dy.$$

При використанні функції Лапласа [2], формулу (5) можна записати у такому вигляді:

$$\begin{aligned} W_3 &= \frac{1}{4} \left[\Phi\left(\frac{x_2-x_0}{\sqrt{2\sigma_x}}\right) - \Phi\left(\frac{x_1-x_0}{\sqrt{2\sigma_x}}\right) \right] \times \\ &\times \left[\Phi\left(\frac{y_2-y_0}{\sqrt{2\sigma_y}}\right) - \Phi\left(\frac{y_1-y_0}{\sqrt{2\sigma_y}}\right) \right]. \end{aligned} \quad (6)$$

Якщо вивести зазначену функцію Лапласа [2], то можливо записати для ймовірності зйомки наступне визначення:

$$\begin{aligned} W_3 &= \frac{1}{4} \left[\hat{\Phi}\left(\frac{x_2-x_0}{E_x}\right) - \hat{\Phi}\left(\frac{x_1-x_0}{E_x}\right) \right] \times \\ &\times \left[\hat{\Phi}\left(\frac{y_2-y_0}{E_y}\right) - \hat{\Phi}\left(\frac{y_1-y_0}{E_y}\right) \right], \end{aligned} \quad (7)$$

де E_x і E_y – ймовірні відхилення вздовж осей X і Y .

У цьому випадку, коли центр розсіювання співпадає з центром об'єкта зйомки і нескінченно мала площа навколо точки А симетрична, ці формули приймають більш простий вигляд для прямокутної форми розсіювання:

$$W_3 = \Phi\left(\frac{x_1}{\sqrt{2\sigma_x}}\right) \Phi\left(\frac{y_1}{\sqrt{2\sigma_y}}\right) \quad \text{або} \quad (8)$$

$$W_3 = \hat{\Phi}\left(\frac{x_1}{E_x}\right) \hat{\Phi}\left(\frac{y_1}{E_y}\right),$$

де x_1, y_1 – полурозміри об'єкту в напрямку координатних осей.

Розглянемо надалі практичний випадок, а саме, ймовірність зйомки точкового об'єкту розміром $200\text{м} \times 60\text{м}$ космічними засобами оптико-електронної зйомки в кадрі, розміром $2000\text{м} \times 2000\text{м}$ при ймовірності відхилення $0,5$ та розсіюванням навколо точки (об'єкту) $R = 1000$.

Розв'язання.

При розмірі об'єкту $200\text{м} \times 60\text{м}$ будемо область кадру у вигляді прямокутника $1940\text{м} \times 1800\text{м}$ (рис. 2).

Потім знаходимо порогові значення (E_x, E_y) для розміру кадру, який заданий, тобто $E_x = E_y = R/2 = 1000/2 = 500\text{м}$.

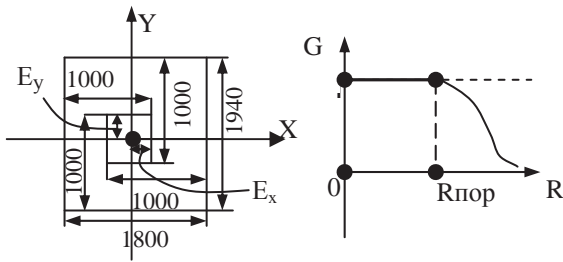


Рис. 2. Визначення ймовірності зйомки у кадровому режимі об'єкту на прикладі

Далі скористаємось наведеними формулами Лапласа [2] і розрахуємо ймовірність зйомки точкового об'єкту при веденні детальної оптико-електронної зйомки за формулою (8). Отримуємо $x_1 = 1940/2 = 970\text{м}$, $y_1 = 1800/2 = 900\text{м}$, тоді:

$$W_3 = \hat{\Phi}\left(\frac{970}{500}\right) \hat{\Phi}\left(\frac{900}{500}\right) = \hat{\Phi}(1,8) \cdot \hat{\Phi}(1,94). \quad (9)$$

Література

1. Ребрин Ю. К. Методы количественной оценки эффективности средств аэрокосмической разведки / Ю. К. Ребрин, С. А. Станкевич, С. П. Мосов. – К.: КИ ВВС, 1997. – 262с. 2. Вентцель Е. С. Исследование операций / Вентцель Е. С. – М.: Изд-во “Советское радио”, 1972. – 488 с. 3. Ковбасюк С. В. Метод наименьших квадратов та його практичне застосування: [монографія] / С. В. Ковбасюк, О. О. Писарчук,

В таблиці наведених функцій Лапласа [2] знаходимо $\hat{\Phi}(1,8) = 0,77$; $\hat{\Phi}(1,94) = 0,81$, після чого розрахуємо ймовірність зйомки $W_3 = 0,77 \cdot 0,81 = 0,62$.

Таким чином, за запропонованим підходом визначаємо ймовірність зйомки даного об'єкту на рівні 0,62.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Отриманий результат підтверджує функціонування алгоритму по запропонованій математичній моделі. У подальших дослідженнях будуть отримані результати підвищення ефективності зйомки з ймовірністю не нижче заданої (тобто, можливістю гарантованої зйомки заданих об'єктів).

Отримана за допомогою цього алгоритму кількість знімків, яка буде значно менша, повинна скоротити час необхідний для планування зйомки та обробки інформації, яка буде отримана.

М. Ю. Ракушев. – Житомир: ЖВІ НАУ, 2008. – 228с. 4. Сейдж Э., Мелс Дж. Теория оценивания и её применение в связи и управлении / Пер. с англ.; Под ред. проф. Б. Р. Левина. – М.: Связь, 1976. – 496с. 5. Семеняка Е. Н. Метод наименьших квадратов с кратными узлами / Е. Н. Семеняка, И. В. Сухаревский. – Харьков: ВИРТА, 1990. – 24 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ СЪЁМКИ ТОЧЕЧНОГО ОБЪЕКТА ПРИ ВЕДЕНИИ ДЕТАЛЬНОЙ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ СЪЁМКИ В КАДРОВОМ РЕЖИМЕ

Виталий Владимирович Зуйко (кандидат военных наук, старший преподаватель кафедры)

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

Приводятся подходы определения вероятности съёмки точечного объекта при ведении оптико-электронной съёмки космическими аппаратами дистанционного зондирования Земли. На основе применения нормального закона распределения и функции Лапласа определяется вероятность съёмки точечного объекта. Приведенные расчёты позволяют планировать космическую съёмку с большей эффективностью.

Ключевые слова: космическая оптико-электронная съёмка; вероятность съёмки точечного объекта; нормальный закон распределения; функция Лапласа.

CAPTURE PROBABILITY ASSESSMENT OF A POINT OBJECT WHEN CONDUCTING DETAILED OPTOELECTRONIC RECORDING IN THE STAFFING MODE

Vitalii V. Zuiko (Candidate of Military Sciences, Senior Teacher of a Department)

National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine

Approaches to capture probability assessment of a point object when conducting optoelectronic recording by Earth's remote sensing spacecraft are given. On the basis of using normal distribution law and Laplace functions assessment the capture probability of a point object. These calculations are capable of plane a space recording more efficiently.

Keywords: space optoelectronic recording; capture probability of a point object; normal distribution law; Laplace function.

References

1. Rebrin Y.K., Stankevich S.A., Mosov S.P. (1997), Quantitative estimation methods of means efficiency of aerospace reconnaissance, [Metodyi kolichestvennoy otsenki effektivnosti sredstv aerokosmicheskoy razvedki], KI VVS, Kiev, 262 p. 2. Venttsel E.S. (1972), Operations research. [Issledovanie operatsiy], Izdatelstvo “Sovetskoe radio”, Moscow, 488 p. 3. Kovbasiuk S.V., Pysarchuk O.O., Rakushev M.Y. (2008), The method of least squares and its practical application. [Metod naimenshykh kvadratov ta yoho

pratychnye zastosuvannia], Monohrafiya, ZhVI NAU, Zhytomyr, 228 p. 4. Seydzh E., Mels Dzh. (1976), Estimation theory and its application in communication and management. [Teoriya otsenivaniya i eyo primeneniye v svyazi i upravlenii], Per. s angl.; Pod red. prof. B.R. Levina., “Svyaz”, Moscow, 496 p. 5. Semenyaka E.N., Suharevskiy I.V. (1990), The method of least squares with multiple nodes. [Metod naimenshih kvadratov s kratnyimi uzlyami], VIRTA, Harkov, 24 p.

Отримано: 30.09.2014 р.

Олександр Олегович Каніфольський (канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри)¹

Микола Миколайович Конотопець (канд. техн. наук, доцент, професор кафедри)²

¹Одеський національний морський університет, Одеса, Україна

²Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

КОЕФІЦІЄНТИ ПОВНОТИ КОРПУСУ КОРАБЛЯ ПЕРЕХІДНОГО РЕЖИМУ РУХУ

У статті наведені погляди авторів щодо оцінювання доцільності прийняття рішення на створення нового чи переформування існуючого військового підрозділу на основі визначеного показника вартості життєвого циклу цього підрозділу.

Оцінювання доцільності прийняття рішення здійснюється за двома критеріями, тобто вирішується двокритеріальна задача. Ці критерії повинні відповідати таким вимогам: критерій показника воєнного ефекту повинен утримувати у собі кількісну оцінку воєнного ефекту від створення чи переформування військового підрозділу, з врахуванням його цільового призначення. Ця оцінка повинна відобразити вимоги до кінцевого цільового призначення військового підрозділу.

Ключові слова: коефіцієнти повноти корпусу; перехідний режим руху; корвет; катер.

Вступ

Актуальність проблеми та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Перехідний режим руху плавзасобів в даний час вивчений недостатньо повно. Для цього варіанту експлуатації кораблів характерна наявність не тільки гідростатичних сил підтримки, але і поява гідродинамічної складової. Корабель при русі отримує диферент на корму, також відбувається загальна зміна осадки. Для зменшення опору води при русі вкрай важливо правильно вибрати коефіцієнти повноти корпусу майбутнього корабля. Необхідно відзначити, що в перехідному режимі можуть експлуатуватися різні типи кораблів, але в цій статті розглянуті дані по деяких з них: корветам, патрульним і ракетним катерам.

Аналіз останніх досліджень, публікацій. В існуючій літературі з проектування швидкохідних суден і кораблів перехідного режиму, зазвичай розглядається перша частина цього режиму руху від чисел Фруда за водотоннажністю $Fr_V = 1$ ($Fr_L = 0,4$) до $Fr_V = 2$ ($Fr_L = 0,7$). Діапазон відносних швидкостей від $Fr_V = 2$ до $Fr_V = 3$ залишився недослідженим. Необхідно з'ясувати прийнятні значення коефіцієнтів повноти корпусу швидкохідного однокорпусного корабля. Основна мета при виборі коефіцієнта загальної повноти судна c_b - це мінімізація опору води при русі судна, що особливо важливо для суден і кораблів перехідного режиму руху, хоча цей коефіцієнт враховується і при оцінці інших морехідних і експлуатаційних якостей судна.

Для початку перехідного режиму руху, при числах Фруда по довжині більш ніж 0.4 і менш ніж 0.6, в якості середнього значення пропонується прийняти коефіцієнт загальної повноти корпусу судна рівним 0,5 [1].

Для цього ж діапазону відносних швидкостей існує формула Ліндблада $c_b = 1,085 - 1,68Fr_L$ [2].

$$\text{Застосовуючи формулу } c_b = \frac{0,425 \pm 0,025}{Fr_L^{0,25}} \quad [3],$$

можна оцінити коефіцієнти загальної повноти суден, з відносною швидкістю менше ніж $Fr_L = 0,6$.

Тому мета статті полягає у з'ясуванні прийнятих значень коефіцієнтів повноти корпусу кораблів перехідного режиму руху, зробити статистичний аналіз даних та дати рекомендації для вибору цих показників при проектуванні.

Викладення основних положень матеріалу статті

У роботі [4] запропонована формула $c_b = 0,62 - 0,34Fr_L$, в якій враховані статистичні дані різних авторів, а також дані по сучасним побудованим швидкохідним поромам. Ця формула застосовується до суден перехідного режиму руху при відносних швидкостях $0,4 \leq Fr_L \leq 0,7$. Трансформували цю формулу з урахуванням того, що $Fr_L = 0,29Fr_V + 0,11$, отримаємо

$$c_b = 0,58 - 0,1Fr_V \quad (1)$$

У книзі [5] відзначено, що коефіцієнт загальної повноти для глісерів не є характерним параметром і не так важливий, як для суден з меншими швидкісними характеристиками, і тому зазвичай не розглядається в теоретичних дослідженнях. В цьому ж першоджерелі запропоновані статистичні дослідження щодо коефіцієнтів загальної повноти глісерів та запропоновано діапазон значень цього коефіцієнта в межах від 0,3 до 0,6.

Проаналізувавши попередні дані можна відзначити, що в дослідженнях, які є в літературі, практично відсутні формули по вибору коефіцієнта загальної повноти корпусу судна для кораблів перехідного режиму руху, з відносними

швидкостями $0,7 \leq Fr_L \leq 1$. Такі числа Фруда по довжині відповідають числам Фруда по водотоннажності $2 \leq Fr_V \leq 3$.

Для отримання формули, що дозволить розрахувати коефіцієнт загальної повноти корпусів перехідного режиму руху, з відносними швидкостями $2 \leq Fr_V \leq 3$, можливе застосування даних по побудованим суднам і кораблям для цих відносних швидкостей. Були використані дані по швидкохідним однокорпусним поромам, корветам і патрульним катерам [6], рис. 1. На цьому ж рисунку круглим типом маркера показані дані по корвету проекту 1124М і ракетному катеру проекту 1241.1 [7].

Для оцінки відхилення величини коефіцієнта загальної повноти від його середнього значення необхідно обчислити дисперсію, яка характеризує розкиданість випадкової величини і визначається середнім значенням квадрата відхилення випадкових величин від математичного очікування.

$$D_\zeta = \sum_{i=1}^{i=m} \frac{(c_{b_i} - c_{b_{cp}})^2}{m} = 0,0029 \quad (2)$$

Середньоквадратичне відхилення (стандарт)

$$\left| \sigma_\zeta = \sqrt{D_\zeta} = 0,05 \right| \quad (3)$$

Існуюча в теорії ймовірностей нерівність Чебишева стверджує, що випадкова величина в основному приймає значення, близькі до свого середнього.

Випадкова величина, що досліджується, не розподіляється по нормальному закону, але можна відзначити, що практично всі точки, в діапазоні відносних швидкостей, на рисунку 1, потрапляють у поле, охарактеризоване формулою.

$$c_b = c_{bc} \pm 1,5\sigma = 0,41 \pm 0,08 \quad (4)$$

В [2] наводяться рекомендації різних дослідників щодо вибору коефіцієнта поздовжньої повноти c_p , при $0,45 < Fr_L < 0,6$. В основному в цьому швидкохідному режимі пропонується значення цього коефіцієнта, яке відповідає мінімуму опору води при русі, в межах 0,62-0,65.

Рекомендації щодо вибору цього коефіцієнта дано також в [8]. Необхідно з'ясувати які значення коефіцієнта поздовжньої повноти прийнятні, при числах Фруда по довжині $0,7 \leq Fr_L \leq 1$, що відповідає другій половині перехідного режиму руху. В цьому дослідженні виявляються корисними дані роботи [6], в якій зазначено, що значення коефіцієнта поздовжньої повноти, що сприяють зниженню опору води, при числах Фруда по водотоннажності близько 2,5 лежать в межах від 0,6 до 0,66. Цей діапазон відповідає значенням цього ж коефіцієнта для першої половини перехідного режиму руху.

Рекомендації по вибору коефіцієнта повноти площі ватерлінії дані в [4]. Для швидкохідних водотоннажних суден з відносними швидкостями $0,45 \leq Fr_L \leq 0,7$ важливі форми і кути загострення носових і кормових гілок ватерлінії, тому що вони впливають не тільки на ходовість, а й на площу палуб. Величина кута загострення носової гілки ватерлінії на один борт, за рекомендаціями різних дослідників, на відносних швидкостях $Fr_L > 0,4$ повинна становити $10-14^\circ$. Шлях розрахунку значень коефіцієнта повноти площі ватерлінії, із застосуванням різних математичних кривих наведено в [4]. В результаті розрахунків отримано середнє значення c_w біля 0,82. Дані роботи [6], свідчать про те, що значення коефіцієнта повноти площі ватерлінії, що сприяють зниженню опору води, при числах Фруда по водотоннажності близько 2,5 лежать в межах від 0,72 до 0,82, що відповідає тим значенням, які отримані в [4] для швидкохідних однокорпусних водотоннажних суден, що експлуатуються в першій половині перехідного режиму.

Значення коефіцієнтів повноти мідель – шпангоута c_m і вертикальної повноти χ легко обчислити при відомих c_b , c_w та c_p , по

$$\text{формулам } c_m = \frac{c_b}{c_p} \text{ та } \chi = \frac{c_b}{c_w}.$$

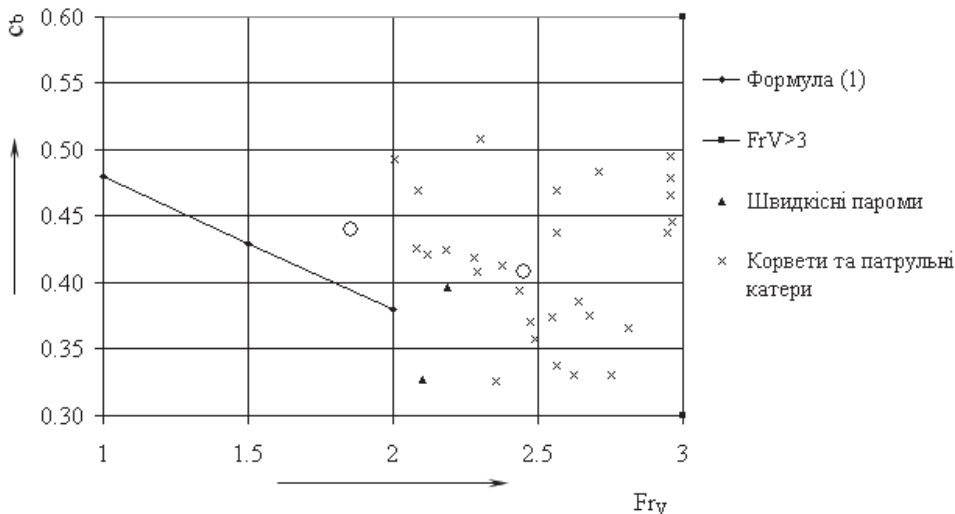


Рис. 1. Значення коефіцієнта загальної повноти корпусу для суден і кораблів перехідного режиму руху

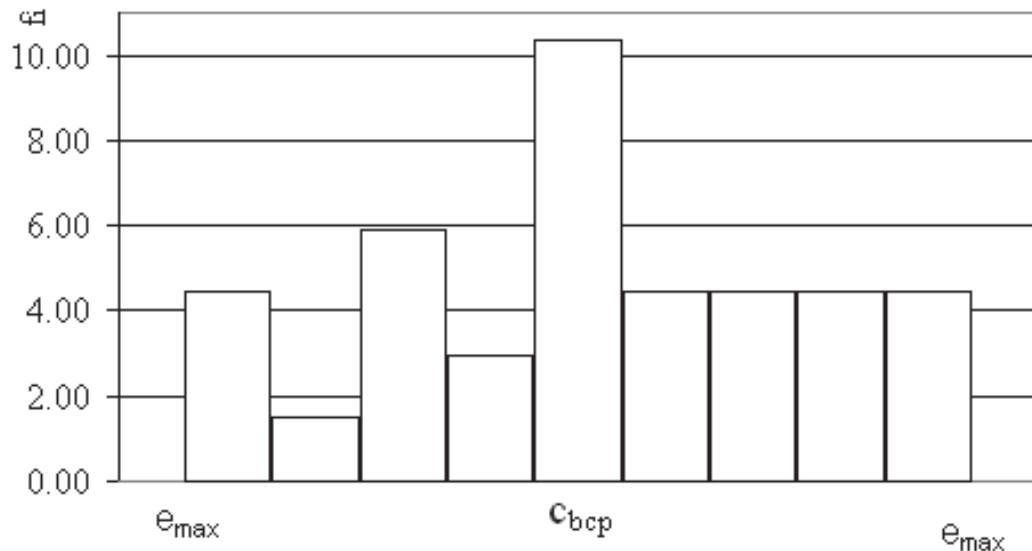


Рис. 2. Гістограма відхилень від середнього значення коефіцієнта загальної повноти корпусу судна, для суден та кораблів перехідного режиму руху

Висновки

Таким чином для суден та кораблів з відносними швидкостями $1 \leq Fr_V \leq 2$ коефіцієнт загальної повноти корпусу судна може бути визначений за формулою $c_b = 0,58 - 0,1Fr_V$, а для кораблів та

суден з числами Фруда $2 \leq Fr_V \leq 3$, по формулі $c_b = c_{bc} \pm 1,5\sigma = 0,41 \pm 0,08$. Решта коефіцієнтів повноти корпусу судна та корабля перехідного режиму руху може бути призначена відповідно до рекомендацій цієї статті.

Література

1. **Бронников А. В.** Проектирование судов / Бронников А. В. – Л. : Судостроение, 1991. – 319с. 2. **Ногид Л. М.** Проектирование формы судна и построение теоретического чертежа / Ногид Л. М. – Л. : Судпромгиз, 1962. – 242 с. 3. **Ашик В. В.** Проектирование судов / Ашик В. В. – Л. : Судостроение, 1985. – 319 с. 4. **Канифольский А. О.** Определение главных размерений быстроходных однокорпусных водоизмещающих судов на начальных стадиях проектирования: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.08.03. - Одесса: ОНМУ, 2003. – 20 с. 5. **Ваганов А. М.**

Проектирование скоростных судов / Ваганов А. М. – Л. : Судостроение, 1978. – 279 с. 6. **Sui C. Fung.** Resistance prediction and parametric studies for high-speed displacement hulls. // Navale Engineers Journal. – March 1987. – P. 64-89. 7. **Заблоцкий В. П.** Корабли и суда военно-морских Сил Украины / В. П. Заблоцкий, В. В. Костриченко. – Донецк : УкЦентр, 1998. – 40с. 8. **Канифольский А. О.** Анализ основных параметров формы быстроходных однокорпусных водоизмещающих судов / Канифольский А. О. Вісник одеського державного морського університету. – 2001. – №6. – С. 62-68.

КОЭФИЦИЕНТЫ ПОЛНОТЫ КОРПУСОВ КОРАБЛЕЙ ДЛЯ ПЕРЕХОДНОГО РЕЖИМА ДВИЖЕНИЯ

Александр Олегович Канифольский (канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры)¹
Николай Николаевич Конопцев (канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры)²

¹*Одесский национальный морской университет, Одесса, Украина*

²*Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина*

В статье предложены рекомендации по выбору коэффициентов полноты корпусов кораблей для переходного режима движения. Проанализированы данные по существующим кораблям и судам отечественного и зарубежного производства. Сделан статистический анализ значений коэффициентов обшей полноты. Даны рекомендации относительно выбора коэффициента продольной полноты. Предложены формулы, необходимые при проектировании скоростных кораблей и судов. Эти плавсредства эксплуатируются в переходном режиме движения, для которого характерно возрастание сопротивления воды, поэтому важно уделять больше внимания проектированию их формы.

Ключевые слова: коэффициент полноты корпуса; переходный режим движения; корвет; катер.

THE COMPLETENESS COEFFICIENTS OF SHIP HULL FOR TRANSITIONAL MODE

Oleksandr O. Kanifolskyi (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of a Department)¹

Mykola M. Konotopets (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of a Department)²

¹Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine

²National Defense University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine

The recommendations for choosing the completeness coefficients of ship hull for transitional mode are proposed in the article. The existing domestically and foreign produced ships and vessels data are analyzed. The statistical analysis of the common completeness coefficients value was made. The recommendations concerning choice of the prismatic coefficient are given. The formulas as may be necessary for designing high-speed ships are offered. These boats are operated in the transitional mode, which is characterized by an increasing water resistance, so it is important to implement the increased focus on boats form design.

Keywords: completeness coefficients of ship hull; transitional mode; corvette; autoboat.

References

1. Bronnikov A.V., (1991), Planning of courts: monograph. [Proektirovanie sudov], Sudostroenie, Leningrad, 319 p.
2. Nogid L.M., (1962), Planning of form of ship and construction of theoretical draft, [Proektirovanie formy sudna i postroenie teoreticheskogo chertezha] monograph Sudpromgiz, Leningrad, 242 p.
3. Ashik V.V., (1985), Planning of courts: monograph, [Proektirovanie sudov] Shipbuilding, Leningrad, 319 p.
4. Kanifolskyi, A.O. (2003), Determination of main size of high-speed single-hull displacement courts on the initial stages of planning, [Opredelenie glavnnykh razmereniy byistrohodnykh odnokorpusnykh vodoizmeshchayushchikh sudov na nachalnykh stadiyah proektirovaniya], Author's thesis. avtoref. Dis kand. tech. nauk, spec: 05.08.03, Odessa, 20 p.
5. Vaganov A.M., (1978), Planning of speed courts, [Proektirovanie skorostnykh sudov], monograph. Shipbuilding, Leningrad, 279 p.
6. Sui C. Fung., (1987), Resistance prediction and parametric studies for high-speed displacement hulls, Navale Engineers Journal, March, pp. 64–89.
7. Zablocki V.P., Kostrichenko V.V., (1998), Ships and vessels of the Naval Forces of Ukraine, [Korabli i suda voenno-morskih Sil Ukrainyi], monograph. UkCentre, Donetsk, 40p.
8. Kanifolskyi, A.O., (2001), Analysis of basic parameters of form of high-speed single-hull displacement courts, [Analiz osnovnykh parametrov formy byistrohodnykh odnokorpusnykh vodoizmeshchayushchikh sudov], News of Odessa national maritime university. №6. p. 62-68.

Отримано: 7.10.2014 р.

Андрій Миколайович Козуб (канд. техн. наук, с.н.с., доцент кафедри)

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

ОЦІНКА БОЙОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ З РАДІОПОДАВЛЕННЯ СУПУТНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ З ВИКОРИСТАННЯМ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПОСТАНОВКИ ПЕРЕШКОД В ОПЕРАЦІЯХ

У статті розглянуто застосування групи безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для постановки перешкод наземним станціям прийому супутникового зв'язку з використанням методів колективного управління. Завдання оцінки бойових можливостей з радіоподавлення супутникового зв'язку з використанням БПЛА постановки перешкод, як для однієї станції супутникового зв'язку (лінії супутникового зв'язку) так і для декількох є актуальним. Тому постає питання застосування групи багатofункціональних БПЛА, що можуть використовуватись також в антитерористичних операціях для постановки перешкод стаціонарним (мобільним) станціям супутникового зв'язку. На прикладі застосування БПЛА постановки перешкод була проведена оцінка бойових можливостей з радіоподавлення супутникового зв'язку.

Таким чином, проведена оцінка бойових можливостей засобів радіоподавлення супутникового зв'язку дозволяє обґрунтувати необхідний ресурс цих засобів для вирішення завдань з радіоподавлення супутникового зв'язку умовного противника в операції.

В подальших дослідженнях необхідно оцінити бойові можливості групи БПЛА (до 3-х) по радіоподавленню станції супутникового зв'язку (ССЗ) або лінії супутникового зв'язку (ЛСЗ), а також оцінити бойові можливості групи БПЛА по радіоподавленню системи супутникового зв'язку (лінії супутникового зв'язку) в операційному районі, в тому числі і мобільних станцій супутникового зв'язку.

Ключові слова: станція супутникового зв'язку; лінія супутникового зв'язку; радіоподавлення; безпілотний літальний апарат постановки перешкод.

Вступ

Досвід локальних війн і збройних конфліктів свідчить про зростання ролі радіоелектронної боротьби (РЕБ) у досягненні загальних цілей операцій (бойових дій). БПЛА здатні виконувати низку завдань на дезорганізацію системи державного і військового управління противника, досягнення інформаційної переваги над ним. На тактичному рівні БПЛА можуть використовуватись для протидії радіоелектронній зброї, брати участь у реалізації таких форм і способів ведення РЕБ та вогневого ураження, як радіоелектронний удар, радіоелектронно-вогневий бій, радіоелектронне блокування (подавлення). Провідна роль при цьому належить БПЛА тактичного та оперативного-тактичного рівнів.

Таким чином, для вирішення завдань РЕБ, БПЛА можуть створювати активні та пасивні радіоелектронні перешкоди усім радіолокаційним станціям (РЛС) виявлення, наведення і цілевказання противника на визначених напрямках або вибірково придушення окремих РЛС та терміналів супутникового зв'язку [1].

Постановка проблеми. В статті розглядається завдання оцінки бойових можливостей з радіоподавлення (РП) супутникового зв'язку (СЗ) з використанням БПЛА постановки перешкод (БПЛА-ПП), як для однієї ССЗ (ЛСЗ) так і для декількох. Тому постає питання застосування групи багатofункціональних БПЛА, що можуть використовуватись також в антитерористичних

операціях для постановки перешкод стаціонарним (мобільним) станціям супутникового зв'язку.

Переваги групового застосування БПЛА очевидні. Це і більший радіус дії, що досягається за рахунок розосередження БПЛА по всій робочій зоні; і розширений набір виконуваних функцій, що досягається за рахунок установки на кожен БПЛА індивідуальних виконавчих пристроїв; і, нарешті, більш висока ймовірність виконання завдання, що досягається за рахунок можливості перерозподілу цілей між БПЛА групи у разі виходу з ладу деяких з них.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дане завдання відноситься до організації мультиагентної взаємодії в групах інтелектуальних роботів (управління колективною поведінкою). Зазвичай колективне управління притаманне групам людей – колективам. Однак, принципи колективного управління ефективно використовуються і в системах управління роботами, а також і БПЛА [2-4].

Метод колективного управління та ітераційна процедура оптимізації колективних дій є основою великої кількості алгоритмів, призначених для розв'язання широкого класу задач мультиагентного управління складними технічними системами.

Основою відмінністю підходу, який базується на принципах колективного мультиагентного управління, є відносно низька обчислювальна складність реалізації його алгоритмів, що дозволяє

швидко приймати якщо не оптимальні, то близькі до них рішення в умовах динамічно мінливої ситуації.

Очевидним вирішенням вказаних вище проблем є застосування при вирішенні завдання постановки перешкод станціям прийому супутникового зв'язку відразу декількох БПЛА-агентів.

БПЛА в процесі функціонування повинні постійно підтримувати зв'язок. При відсутності зв'язку БПЛА, який опинився без зв'язку, наближається до сусіднього БПЛА на необхідну дистанцію для відновлення зв'язку, а потім підтримує його.

Активне придушення каналів супутникового зв'язку можна очікувати перед початком та під час ведення бойових дій і антитерористичних операцій. Одним з найефективніших є вплив на супутники-ретранслятори [5-7], що дає можливість ураження всіх ЛСЗ, але є складним для реалізації. Вплив перешкод на територіально рознесені ССЗ менш ефективний, так як вони можуть розміщуватись в складних умовах місцевості. Для

цього необхідно застосовувати, як одиничні БПЛА постановки перешкод, так і групу БПЛА для підвищення ефективності придушення ССЗ (ЛСЗ).

Мета статті – Оцінити бойові можливості по подавленню ССЗ (ЛСЗ) БПЛА постановки перешкод.

Виклад основного матеріалу дослідження

Розглянемо ситуацію, коли БПЛА-ПП баражує у повітрі над територією умовного противника на висоті h від земної (морської) поверхні і випромінює радіоперешкоди з потужністю P_p на частоті f в бік наземного терміналу СЗ, (рис. 1.) Супутник-ретранслятор (СР) знаходиться на висоті H і здійснює передачу радіосигналів терміналу СЗ на відстань D . Подавлення приймача терміналу СЗ ведеться БПЛА-ПП по боковій пелюстці діаграми спрямованості антени (ДСА).

Показниками бойових можливостей БПЛА-ПП з РП терміналів СЗ є:

- нахильна дальність подавлення терміналу СЗ d ;
- радіус подавлення терміналу СЗ R_{RP} .

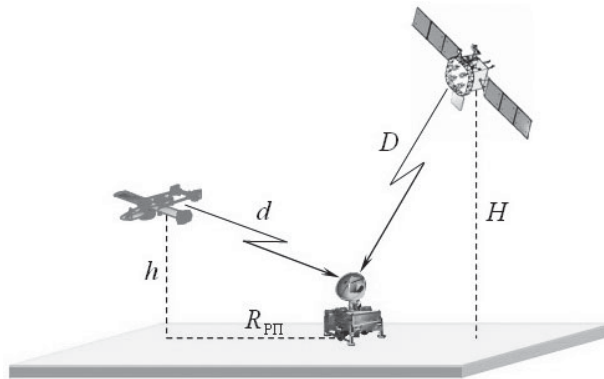


Рис. 1. Подавлення БПЛА-ПП приймача терміналу СЗ по боковій пелюстці ДСА

Після того, як буде проведена їх оцінка, необхідно порівняти R_{RP} з діаметром розгортання елементів пункту управління командного пункту (КП) умовного противника відповідної ланки, на площі якого розташовані термінали СЗ та зробити

висновок про можливість або неможливість вирішення завдань з РП терміналів СЗ умовного противника. Розміри елементів пунктів управління типових КП умовного противника наведені в табл. 1 [8].

Таблиця 1

Розміри типових командних пунктів умовного противника

№ з/п	Найменування КП	Віддаленість, км		Розміри, км		Площа, км ²	Кількість РЕЗ
		у наступі	в обороні	фронт	глибина		
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	основний КП АК	20–30	20–40	3	4	12	23
2.	передовий КП АК	8–15	10–20	0,8	1,2	0,9	9
3.	тиловий КП АК	30–80	40–90	13	2	3	7
4.	основний КП дивізії	8–12	10–20	1,5	2,2	2-3	16
5.	передовий КП дивізії	4–6	6–10	0,2	0,3	0,6	12
6.	тиловий КП дивізії	15–30	25–45	0,3	0,3	1	9
7.	основний КП бригади	1–6	8–10	0,2	0,25	0,5	11
8.	передовий КП бригади	1,5–2	3–5	0,1	0,2	0,2	4

Використовуючи отримані результати, оцінимо величину d при виконанні БПЛА-ПП ($h=4$ км) завдань з РП загороджувальної радіоперешкодою

терміналу військової ССЗ типу MILSTAR-2 ($f=20...21$ ГГц) в тактичній ланці управління умовного противника за виразом

$$d = \sqrt{\frac{P_{\Pi} \cdot G_{\text{ПП}} \cdot G_{\text{T}}}{4\pi \cdot P_{\Pi}^{\text{ВХ}} \cdot K_{\text{атм}} \cdot K_{\text{д}}}} \quad (1)$$

при виконанні умови

$$P_{\Pi}^{\text{ВХ}} \geq K_{\Pi} \cdot P_{\text{с}}^{\text{ВХ}}, \quad (2)$$

де $G_{\text{ПП}}$ – коефіцієнт підсилення антени радіопередавача БПЛА-ПП; G_{T} – коефіцієнт підсилення антени радіоприймача терміналу СЗ; $P_{\Pi}^{\text{ВХ}}$ – потрібна потужність перешкоди на вході радіоприймача терміналу СЗ; $P_{\text{с}}^{\text{ВХ}}$ – потужність сигналів СР на вході радіоприймача терміналу СЗ.

Коефіцієнт подавлення лінії СЗ приймача значення $K_{\Pi} = 3,1 \dots 82 \cdot 10^3$ [5]. Оцінку показників $d, R_{\text{РП}}$ проведемо для найгіршого випадку, коли $K_{\Pi} = 82 \cdot 10^3$.

Потужність сигналів СР на вході радіоприймача терміналу СЗ дорівнює

$$P_{\text{с}}^{\text{ВХ}} = \frac{P_{\text{с}} \cdot G_{\text{СР}} \cdot G_{\text{T}}}{K_{\text{ВП}} \cdot K_{\text{атм}} \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{НДН}}}, \quad (3)$$

де $G_{\text{СР}}$ – коефіцієнт підсилення антени радіопередавача СР.

Для ССЗ типу MILSTAR-2 $P_{\text{с}} = 8 \cdot 10^3$ Вт, $G_{\text{СР}} = 40$ дБ, $G_{\text{T}} = 30$ дБ, $D = 35888$ км. Коефіцієнти на трасі СР – термінал набували значень: $K_{\text{ВП}} = 162,3$ дБ, $K_{\text{атм}} = 0,4$ дБ, $K_{\text{д}} = 31,7$ дБ, $K_{\text{НДН}} = 19,1$ дБ. На трасі БПЛА-ПП – термінал: $K_{\text{атм}} = 0,2$ дБ, $K_{\text{д}} = 16,6$ дБ.

Підставляючи вихідні дані у формулу (3), отримаємо $P_{\text{с}}^{\text{ВХ}} = 3,753 \cdot 10^{-11}$ Вт. Враховуючи (2)

оцінимо d за виразом (1) та $R = \sqrt{d^2 - h^2}$. Результати оцінки наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Результати оцінки показників РП терміналів ССЗ типу MILSTAR-2 із застосуванням БПЛА-ПП

№ з/п	Потужність передавача радіоперешкод БПЛА-ПП, Вт	Показник, який оцінювався	
		d, км	R, км
1.	3	2,847	–
2.	6	4,026	0,457
3.	15	6,366	4,952
4.	50	11,62	10,91
5.	150	20,13	19,73
6.	200	23,24	22,9
7.	270	27,01	26,71

На підставі аналізу отриманих результатів (див. табл. 2), можливо зробити висновок, що для РП наземних терміналів ССЗ типу MILSTAR-2 в тактичній ланці управління військами (силами) умовного противника можливо застосовувати БПЛА-ПП. Мінімальна потужність передавача радіоперешкод БПЛА-ПП буде складати $P_{\Pi} = 6$ Вт, висота польоту $h = 4$ км, див. табл. 2.

Порівняв значення величин $R_{\text{РП}}$ (див. табл. 2) та діаметру вузлів зв'язку КП (див. табл. 1) робимо висновок, що для РП вузла зв'язку КП будь-якої ланки управління умовного противника, а також окремого терміналу будь-якої ССЗ достатньо одного БПЛА-ПП. Радіус баражування БПЛА-ПП $R_{\text{РП}}$ над об'єктом радіоелектронного подавлення (рис.1)

буде визначатись в залежності від потужності передавача перешкод.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином, проведена оцінка бойових можливостей засобів РП супутникового зв'язку дозволяє обґрунтувати необхідний ресурс цих засобів для вирішення завдань з РП СЗ умовного противника в операції.

В подальших дослідженнях необхідно оцінити бойові можливості групи БПЛА (до 3-х) по РП ССЗ (ЛСЗ), а також оцінити бойові можливості групи БПЛА по радіоподавленню системи ССЗ (ЛСЗ) в операційному районі, в тому числі і мобільних ССЗ.

Література

1. Радецький В. Г. Безпілотна авіація в сучасній збройній боротьбі / В. Г. Радецький, І. С. Руснак, Ю. Г. Даник; Монографія. – К.: НАОУ, 2008. – 224 с.
2. Каляев И. А. Распределенные системы планирования действий коллективов роботов / И. А. Каляев, А. Р. Гайдук, С. Г. Капустян; Монография. – М.: Янус-К, 2002. – 292 с.
3. Кунцевич В. М. Некоторые задачи управления групповым движением подвижных роботов / В. М. Кунцевич // Проблемы управления и автоматизации. – № 1. – 2012. – С. 5–18.
4. Каляев И. А. Использование принципов коллективного принятия решений при распределении потока задач в компьютерных сетях / И. А. Каляев // Информационные технологии. – 2002. – №6, – С. 82–85.
5. Куприянов А. И. Теоретические основы

радиоэлектронной борьбы / А. И. Куприянов, А. В. Сахаров – М.: “Вузовская книга”, 2007. – 350 с.
6. Современная радиоэлектронная борьба. Вопросы методологии / Под ред. Радзиевского В. Г. – М.: “Радиотехника”, 2006. – С. 154–276.
7. Ліпатов А. О. Захист систем супутникового зв'язку від радіоелектронного придушення / А. О. Ліпатов, Ю. А. Мазниченко, Ю. О. Черкасова, О. Є. Бондаренко // Науковий журнал “Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони”. – № 1(19). – 2014. – С. 43–48.
8. Заїка В. Ф. Оперативне мистецтво іноземних армій: навчальний посібник / В. Ф. Заїка, О. М. Мішков, М. М. Кузьмін та ін. – 2-ге вид. доп. – К.: НУОУ, 2011. – 96 с.

ОЦЕНКА БОЕВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПО РАДИОПОДАВЛЕНИЮ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПОСТАНОВКИ ПОМЕХ В ОПЕРАЦИЯХ

Андрей Николаевич Козуб (канд. техн. наук, с.н.с., доцент кафедры)

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

В статье рассмотрено применение группы беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для постановки помех наземным станциям приема спутниковой связи с использованием методов коллективного управления. Задача оценки боевых возможностей по радиоподавлению спутниковой связи с использованием БПЛА постановки помех, как для одной станции спутниковой связи (линии спутниковой связи) так и для нескольких является актуальной.

Таким образом, проведенная оценка боевых возможностей средств радиоподавления спутниковой связи позволяет обосновать необходимый ресурс этих средств для решения задач радиоподавления спутниковой связи вероятного противника в операции.

В дальнейших исследованиях необходимо оценить боевые возможности группы БПЛА (до 3-х) по радиоподавлению станции спутниковой связи (линии спутниковой связи), а также оценить боевые возможности группы БПЛА по радиоподавлению системы спутниковой связи (линий спутниковой связи) в операционном районе, в том числе и мобильных станций спутниковой связи.

Ключевые слова: станция спутниковой связи; линия спутниковой связи; радиоподавление; беспилотный летательный аппарат постановки помех.

JAMMING COMBAT CAPABILITIES ASSESSMENT OF SATELLITE COMMUNICATION USING JAMMING UNMANNED AIR VEHICLES IN OPERATIONS

Andrii M. Kozub (Candidate of Technical Sciences, Senior Research Fellow, Associate Professor of a Department)

National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine

Using group of unmanned air vehicles (UAV) for ground stations of receiving satellite communication jamming using collective management methods was considered in the article. The task of jamming combat capabilities assessment of satellite communication using jamming UAV for both one station of satellite communication (satellite communication line) and several is relevant.

Therefore, the conducted combat capabilities assessment of satellite communication jamming means allows to justify the necessary resource of these means for solving jamming tasks of enemy satellite communications in an operation.

Further researches is necessary to assess the UAV group combat capabilities (up to 3) according to satellite station jamming (satellite communication line), as well as to assess the UAV group combat capabilities according to satellite system jamming (satellite communication lines) in the operational area, including mobile satellite communication stations.

Keywords: satellite communication station; satellite communication line; jamming; jamming unmanned air vehicles.

References

- 1. Radetskiy V.G.,** Rusnak I.S., Danik Y.G. (2008), Unmanned aviation in modern armed struggle: Monograph, [Bezpilotna aviatsiia v suchasni zbroini borotbi], Kyiv, NAOU, 224 p.
- 2. Kalyaev, I.A.** Gayduk A.R., Kapustyan S.G. (2002), Distributed systems of action planning teams of robots: Monograph. [Raspredelennye sistemy planirovaniya dejstvij kollektivov robotov: monografiya], Yanus-K, Moscow, 292 p.
- 3. Kuncovich V.M.** (2012), Some tasks of mobile robots group motion, [Nekotorye zadachi upravlenija gruppovym dvizheniem podviznyh robotov], Problemy upravleniya i avtomatiki, № 1, P. 5-18.
- 4. Kalyaev I.A.** (2002), Using collective decision-making principles when distribution of tasks flow in computer networks. [Ispolzovanie printsipov kollektivnogo prinyatiya resheniy pri raspredelenii potoka zadach v kompyuternyh setyah], Informatsionnye tehnologii, № 6, pp. 82-85.
- 5. Kupriyanov A.I.,** Saharov A.V. (2007), Theoretical foundations of radioelectronic warfare. [Teoreticheskie osnovy radioelektronnoy borby], "Vuzovskaya kniga", Moscow, 350 p.
- 6. Modern** radioelectronic warfare. Methodological issues. [Sovremennaya radioelektronnaya borba. Voprosy metodologii], Pod red. Radzievskogo V.G., "Radiotekhnika", Moscow, 2006, pp. 154-276.
- 7. Lipatov A.O.,** Maznychenko Y.A., Cherkasova Y.O., Bondarenko O.E., (2014), Protection of satellite communications systems of radio electronic suppression", [Zakhyst system suputnykovoho zviazku vid radioelektronnoho prydushennia], Naukovyi zhurnal "Suchasni informatsiini tehnologii u sferi bezpeky ta oborony", № 1 (19), pp. 43-48.
- 8. Zai'ka V.F.** Mishkov O.M., Kuz'min M.M. (2011), Foreign armies operational art. [Operatyvne mystetstvo inozemnykh armii], navchalnyi posibnyk, 2 vydannia, NUOU, Kyiv, 96 p.

Отримано: 8.10.2014 р.

Юрій Борисович Прібілєв (канд. техн. наук, доцент, докторант)

Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, Київ, Україна

МЕТРОЛОГІЧНА НАДІЙНІСТЬ ІНФОРМАЦІЙНО-ВІМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

*“В Военном и морском ведомствах осмотрительно наблюдать, чтоб весы и меры везде были правдивые и истинные и никто б через оные вреда не учинил”
Из указа Петра I.*

Визначено вплив стану метрологічного забезпечення на ефективність застосування озброєння та військової техніки. Доведена необхідність автоматизації контролю та діагностики складних комплексів озброєння та військової техніки та застосування автоматизованих інформаційно-вимірювальних систем військового призначення. Визначена проблема підвищення метрологічної надійності інформаційно-вимірювальних систем військового призначення. Розглянути вимоги, що пред'являються до інформаційно-вимірювальних систем військового призначення. Проаналізовано лінійна та експоненціальна моделі зміни в часі похибки інформаційно-вимірювальних систем військового призначення. Наведено, що точність вимірювань у цих системах визначається похибкою первинного перетворювача вимірювальної інформації.

***Ключові слова:** інформаційно-вимірювальні системи військового призначення; метрологічна надійність; похибка вимірювання; метрологічне забезпечення.*

Вступ

Постановка проблеми. Ймовірність ураження, своєчасність виявлення, дальність і скритність дій, готовність до застосування та інші характеристики сучасного озброєння та військової техніки (ОВТ) на поле бою прямо залежать від рівня його метрологічного забезпечення. Досвід антитерористичної операції показав, що в сучасних умовах роль метрологічного забезпечення незмірно зростає. Сьогодні у Збройних Силах (ЗС) України експлуатується кілька мільйонів засобів вимірювань, що підлягають метрологічному забезпеченню. Сучасні зразки і комплекси озброєння мають у своєму складі тисячі вимірювальних приладів, мір і перетворювачів різного призначення. Так, наприклад, у складі зенітно-ракетного комплексу експлуатується понад тисячу засобів вимірювань. Природно, що величезний парк вимірювальної техніки вимагає надійного метрологічного обслуговування, що неминує веде до збільшення обсягів повірочних робіт з одночасним підвищенням вимог до якості та достовірності результатів повірки.

Відомо, що в ЗС України експлуатуються зразки ОВТ з неодноразовим продовженням ресурсу і терміну служби. При цьому великий обсяг точних вимірювань їх параметрів стає єдиною гарантією можливості використання за призначенням, безпечного і безаварійного застосування ОВТ. Якісне метрологічне забезпечення, яке гарантуватиме точність вимірювань, дозволяє зберегти боєготовність і ефективність старіючих зразків озброєння, страхує

особовий склад і населення країни від можливих аварій і катастроф через їх раптові відмови.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Воєнна доктрина України [1] передбачає переозброєння ЗС України сучасними, наукомісткими, високоточними зразками озброєння, досягнення параметрів і характеристик яких багато в чому залежить від організації їх метрологічного забезпечення. Це технічне переозброєння вимагає випереджаючого розвитку технічних засобів військової метрології та говорить про підвищену увагу вчених до проблем метрологічного забезпечення ОВТ.

Мета статті. Метою статі є аналіз впливу стану метрологічного забезпечення на ефективність застосування ОВТ та метрологічної надійності інформаційно-вимірювальних систем військового призначення.

Виклад основного матеріалу дослідження

Особливої уваги військових метрологів вимагає високоточна зброя (ВТЗ), ефективність застосування якої підтверджується досвідом бойових дій останніх років. У складі високоточних систем (розвідки, виявлення і цілевказівки, топогеодезичного і навігаційного забезпечення, часової синхронізації, радіоелектронної боротьби та протидії) є безліч високоточних засобів вимірювань, від метрологічного забезпечення яких залежать точність і ефективність ураження цілей.

Оцінка та підтримання характеристик ВТЗ базуються на національних і військових еталонах одиниць часу і частоти, довжини, фази, напруги, параметрів лазерного, інфрачервоного

випромінювання та інших. Наприклад, багато зразків ВТЗ оснащуються сучасними приймачами сигналів космічної навігаційної системи і, таким чином, є високоточними засобами вимірювань.

Перераховані вище фактори разом з прискоренням науково-технічного прогресу вимагають серйозної перебудови в області метрологічного забезпечення ОВТ.

З появою складних комплексів ОВТ, жорсткістю вимог до їх боєготовності засоби вимірювальної техніки військового призначення (ЗВТ ВП) не завжди встигали забезпечувати достовірний контроль і діагностику у відведений час. Так, щоб підготувати, наприклад, ракетний або авіаційний комплекс до виконання бойового завдання, необхідно в обмежений час проконтролювати велике число параметрів. Істотно підвищити продуктивність праці та якість повірочних робіт, зробити процес перевірки більш об'єктивним можливо лише шляхом автоматизації процедур перевірки із застосуванням усього арсеналу новітніх засобів автоматики, електроніки та обчислювальної техніки.

У зв'язку з цим гостро постало питання про автоматизацію контролю та діагностики складних комплексів ОВТ. Рішення його було знайдено в автоматизованих засобах контролю, до яких можна віднести автоматизовані інформаційно-вимірювальні системи (ІВС). Наприклад, до складу будь-якого зенітно-ракетного комплексу обов'язково входить автоматизована контрольно-випробувальна рухома станція, яка призначена для забезпечення автоматизованого контролю бортової апаратури зенітної керованої ракети.

Для реалізації автоматизованої перевірки засобів вимірювань (ЗВ) застосовуються еталонні та допоміжні засоби перевірки, функціонально об'єднані в автоматизовані інформаційно-вимірювальні системи. ІВС - це сукупність функціонально об'єднаних засобів вимірювань різних фізичних величин, обчислювальних та інших допоміжних технічних засобів, призначена для отримання вимірювальної та іншої інформації про досліджуваний об'єкт в умовах його функціонування або зберігання, її перетворення і обробки з метою представлення споживачеві в необхідному вигляді [2].

ІВС військового призначення (ВП) служать для отримання інформації про технічний стан зразків ОВТ. З цією метою вони (з мінімальною участю операторів) вирішують задачі контролю і діагностики зразка ОВТ, окремих його вузлів (блоків), регулювання параметрів і прогнозування технічного стану. Для визначення технічного стану зразка ОВТ автоматизовані системи контролю виробляють, як правило, допускову оцінку його параметрів. Таким чином визначають, чи знаходяться значення контрольованих параметрів в межах встановлених на них допусків.

До ІВС ВП пред'являються досить жорсткі вимоги, що обумовлено наступними причинами:

для вимірювальних приладів на об'єктах ОВТ відводиться мало місця, тому виникає необхідність в їх мікромініатюризації;

високі вимоги до боєготовності ОВТ викликають необхідність застосування у ІВС ВП технічних рішень, які скорочують допоміжні операції по підготовці її до застосування та зменшують тривалість самих вимірювань;

широкі номенклатура і діапазон фізичних величин, що вимірюються.

Особливості ІВС ВП, що призначені для роботи в польових умовах, пов'язані з необхідністю одночасного вимірювання ряду параметрів і характеристик з тим, щоб в їх взаємозалежності і впорядкованості виявляти характерні риси аналізованих процесів і явищ, що виникають в ОВТ. ІВС ВП повинні мати стійкість до впливу зовнішніх факторів природного та штучного походження (вібрації при транспортуванні, високі і низькі температури, велика вологість, ударна хвиля та ін.) та бути пристосованою до роботи в жорстких умовах експлуатації, при дії вражаючих факторів зброї.

Вбудовування мікропроцесорів у ІВС ВП для автоматизації операцій вибору необхідного режиму роботи забезпечує істотне скорочення тривалості і трудомісткості вимірювань та дозволяє виконувати автоматичну обробку вимірювальної інформації по складним алгоритмам. Застосування мікропроцесорів дозволило замінити ряд ручних операцій електронними, завдяки цьому точність вимірювань вдалося підвищити в декілька разів, зменшити габаритні розміри, масу і енергоспоживання приладів. За рахунок виключення великого числа рухомих механічних частин (їх функції виконує мікроелектроніка) істотно зросла надійність приладів. Все це дозволяє за рахунок скорочення тривалості контролю зменшити час приведення ОВТ в стан готовності до застосування. Застосування ЕОМ у ІВС ВП дозволило покласти на програмну частину ІВС реалізацію складних вимірювальних перетворень, що забезпечують виконання непрямих, сукупних і спільних вимірів, статистичних вимірювань, вимірювань з корекцією і адаптивних вимірювань [3].

Прогрес у створенні та вдосконаленні ІВС ВП йде в двох напрямках [3]:

1. Формалізація опису вимірювальних процедур за рахунок формування програмної частини ЗВ.

2. Зниження похибки перетворення вимірювальної інформації на шляху від первинного перетворювача (датчика) до ЕОМ за рахунок досягнень сучасної напівпровідникової схемотехніки.

Удосконалення принципів побудови ЗВ та використання модульного підходу до синтезу як апаратної, так і програмної частини ІВС ВП, привело до створення ЗВ з відкритими функціональними можливостями, варійованими за рахунок трансформації складу ІВС ВП. Ця

особливість ІВС ВП в сукупності з ускладненням реалізованих алгоритмів вимірювань вимагає формування адекватних методів метрологічного аналізу результатів вимірювань.

Ключовими для будь-якого ЗВ, від найпростішого аналогового приладу до сучасної комп'ютерної ІВС, є поняття його метрологічних характеристик (погрішності вимірювань і надійності вимірювань) оскільки оператор завжди стоїть перед дилематою - вірити чи не вірити отриманому результату.

Аналіз метрологічної надійності сучасних зразків ІВС ВП, в структуру яких входять первинні перетворювачі (аналогові датчики), блоки первинної обробки вимірювальної інформації (аналого-цифрові перетворювачі) і обчислювальна машина (вбудована мікроЕОМ або ПЕОМ), показує, що інструментальні похибки аналого-цифрового перетворення в гіршому випадку не перевищують похибки квантування [3]. Ця похибка незмінна в часі і може бути врахована в програмному забезпеченні розрахунків результатів вимірювань. Температурна похибка каналу апаратної обробки вимірювальної інформації може бути знижена до вельми малих величин автоматичною програмною автокорекцією. Похибки розрахунків за допомогою ЕОМ зводяться, практично, до похибки округлення.

Слабкою ланкою в цьому ланцюгу є первинні перетворювачі, відносні похибки яких в залежності від типу датчика лежать в діапазоні від десятих частин до одиниць і більше відсотків [6]. Крім того, багато датчиків нестабільні в часі, старіють, мають гістерезис, схильні до впливу зовнішніх факторів, що обурюють, мають розкид параметрів в партії, вимагають індивідуального калібрування і т. і.

Таким чином, похибки вимірювань в сучасних ІВС ВП визначаються, практично, похибками первинних перетворювачів (датчиків) і саме проблеми з датчиками зазвичай призводять до метрологічних відмов ІВС ВП.

Мінімізація похибок первинного перетворення може бути досягнута шляхом вдосконалення принципів і технологій виготовлення як самих датчиків, так і за рахунок оригінальних схемотехнічних рішень побудови каналів первинної обробки вимірювальної інформації.

Метрологічні характеристики будь-якого ЗВ у складі ІВС ВП, зокрема похибки, можуть змінюватися в процесі експлуатації. Слід зазначити, що не всі складові похибки схильні до зміни в часі. Наприклад, методичні похибки залежать тільки від використовуваної методики вимірювань. Серед інструментальних похибок є багато складових, практично не схильних до старіння [4].

Зміна метрологічних характеристик ІВС ВП в часі обумовлено процесами старіння в його вузлах і елементах, викликаними взаємодією з зовнішньої навколишнім середовищем. Ці процеси протікають, в основному на молекулярному рівні і

не залежать від того, знаходиться засіб вимірювання в експлуатації або на консервації. Отже, основним фактором, що визначає старіння ІВС ВП, є календарний час з моменту виготовлення. Швидкість старіння залежить, насамперед, від використовуваних матеріалів і технологій. Дослідження [4] показали, що незворотні процеси, які змінюють похибку, протікають досить повільно і зафіксувати ці зміни в ході експерименту в більшості випадків неможливо. Тому в сучасних ІВС ВП використовують різні математичні методи, на основі яких будуються моделі зміни похибок і виробляється прогнозування метрологічних відмов.

Частіше розглядається одна з двох моделей зміни в часі похибки ІВС ВП: лінійна або експоненціальна [3].

Модель похибки з певною ймовірністю можна представити у вигляді:

$$\Delta t = \Delta_0 + F(t),$$

де Δ_0 – початкова похибка ЗВ; $F(t)$ – випадкова для сукупності ЗВ даного типу функція часу, обумовлена фізико-хімічними процесами поступового зносу і старіння елементів і блоків.

Отримати точний вираз для цієї функції виходячи з фізичних моделей процесів старіння практично не представляється можливим. Тому, ґрунтуючись на експериментальних і статистичних дослідженнях, функцію $F(t)$ апроксимують тієї чи іншої математичної залежністю.

Найпростішою моделлю зміни похибки є лінійна модель:

$$\Delta t = \Delta_0 + vt$$

де v – швидкість зміни похибки.

Як показали проведені дослідження [4], дана модель задовільно описує процес старіння ІВС ВП в діапазоні від одного до п'яти років.

Практика показує, що в ряді випадків з часом похибка може, як збільшуватись, так і зменшуватись. Цю ситуацію описує експоненціальна модель:

$$\omega(t) = \omega_0 e^{\alpha t},$$

де ω_0 – частота метрологічних відмов на момент виготовлення ІВС ВП (при $t = 0$), α – позитивне чи негативне прискорення процесу метрологічного старіння.

Експоненціальна модель процесу старіння дозволяє описати зміну похибки ІВС ВП при збільшенні його віку від року і до практично нескінченності. Однак дана модель має ряд недоліків. Для засобів вимірювань з негативним прискоренням процесу старіння вона прогнозує (при $t \rightarrow \infty$) прагнення похибки до граничного нормованого значення, а при позитивному прискоренні модель дасть необмежене зростання похибки з часом, що суперечить практиці.

Очевидно, що програмне коригування похибки первинних перетворювачів можливо тільки, якщо визначена функція $F(t)$. А це, в свою чергу,

можливо на основі досить тривалих статистичних спостережень за конкретним типом датчиків, що експлуатуються в одних і тих же умовах.

Таким чином, програмне коригування похибок може бути застосовано тільки для вирішення дуже обмеженого кола завдань, що вирішуються при проектуванні ІВС ВП.

Розвиток технологій виготовлення датчиків, досягнення мікроелектроніки дозволили в даний час різко знизити вартість первинних перетворювачів, налагодити випуск “інтелектуальних датчиків”, що поєднують в собі не тільки функції первинного перетворення

вимірюваної величини, аналого-цифрового перетворення, передачі вимірювальної інформації по каналам зв'язку, а й ряд інших сервісних функцій [5].

Висновки й перспективи подальших досліджень

На теперішній час бойова готовність ОВТ в значній мірі залежить від стану метрологічного забезпечення. Визначено, що метрологічна надійність сучасних зразків ІВС ВП визначається головним чином похибками первинних перетворювачів (датчиків).

Література

1. Про Воєнну Доктрину України: Указ Президента України 15 червня 2004 року № 648/2004. 2. ДСТУ 2681-94. Державний стандарт України. Метрологія. Терміни та визначення. 3. Володарський Є. Т., Кухарчук В. В., Поджаренко В. О., Сердюк Г. Б. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю. Навчальний посібник. – Вінниця : ВДТУ, 2001. – 219 с.

4. Фридман А. Э. Теория метрологической надежности средств измерений и других технических средств, имеющих точностные характеристики : Дис. ... д-ра техн. наук : 05.11.15 СПб., 1994, 423 с. 5. Мищенко С. В. Метрологическая надежность измерительных средств / С. В. Мищенко, Э. И. Цветков, Т. И. Чернышова. – М. : Машиностроение, 2001. – 218 с.

МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ НАДЕЖНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Юрий Борисович Прибылев (канд. техн. наук, доцент, докторант)

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

Определено влияние состояния метрологического обеспечения на эффективность применения вооружения и военной техники. Доказана необходимость автоматизации контроля и диагностики сложных комплексов вооружения и военной техники и применения автоматизированных информационно-измерительных систем военного назначения. Рассмотрена проблема повышения метрологической надежности информационно-измерительных систем военного назначения. Определены требования, предъявляемые к информационно-измерительным системам военного назначения. Проанализированы линейная и экспоненциальная модели изменения во времени погрешности информационно-измерительных систем военного назначения. Показано, что точность измерений в этих системах определяется погрешностью первичного преобразователя измерительной информации.

Ключевые слова: информационно-измерительные системы военного назначения; метрологическая надежность; погрешность измерения; метрологическое обеспечение.

METROLOGICAL RELIABILITY OF MILITARY INFORMATION MEASURING SYSTEMS

Yurii B. Pribyliev (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Doctoral Candidate)

National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine

The influence of the metrological support condition on using arms and military equipment efficiency was determined. The control and diagnosis automation necessity of complex arms and military equipment and using automated information-measuring systems for military use was proved. The problem of improving metrological reliability of information and measurement systems for military use was considered. The requirements for information and measurement systems for military use were determined. The linear and exponential change with time error models of information and measurement systems for military use were analyzed. It was demonstrated that the measurement accuracy in these systems is determined by the primary transformer error of measurement data.

Keywords: information and measuring systems for military use; metrological reliability; measurement error; metrological support.

References

1. Pro vojennu doktrynu Ukrainy: Ukaz Prezydenta Ukrainy, 15.06.2004 y. № 648/2004. 2. DSTU 2681-94. Derzhavnyj standart Ukrainy. Metrologhija. Terminy ta vyznachennja. 3. Volodarskiy E.T., Kukharchuk V.V., Podzharenko V.O., Serdjuk G.B., (2001), Metrological support of measurements and control. [Metrolohichne zabezpechennja vymirjuvanj i kontrolju. Navchalnyj posibnyk], Vinnycja, VDTU, p. 219. 4. Fridman A. E., (1994), Theory of metrological reliability of measuring

instruments and other technical means available to precision characteristics. [Teoriya metrologicheskoy nadezhnosti sredstv izmerenij i drugih tehniceskikh sredstv, imeyuschih tochnostnyie harakteristiki], SPb, p. 423. 5. Mischenko S.V., Tsvetkov E.I., Chernyshova T.I., (2001), Metrological reliability of measuring devices, [Metrologicheskaya nadezhnost izmeritelnyih sredstv], Mashinostroenie, p. 218.

Отримано: 7.11.2014 р.

Віталій Анатолійович Савченко (д-р техн. наук, с.н.с., начальник кафедри)

Тарас Михайлович Дзюба (канд. техн. наук, доцент, професор кафедри)

Андрій Володимирович Ревуцький (ад'юнкт)

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

ВИЗНАЧЕННЯ ЦЕНТРІВ ГРАВІТАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Ця стаття описує важливість здійснення впливу бойовими елементами на ключові (критичні) елементи противника, що, у свою чергу, порушить їх нормальне функціонування та вплине на функціонування всієї бойової системи противника у війні. У якості інструменту впливу, за досвідом нещодавніх та теперішніх конфліктів, висвітлено актуальність застосування підрозділів сил спеціального призначення разом з підрозділами інформаційно-психологічних операцій. Об'єктами впливу для спільного застосування підрозділів спеціального призначення та інформаційно-психологічних операцій є складні організаційно-технічні структури, які включають як особовий склад (персонал), так і високотехнологічні технічні засоби. При цьому завданнями впливу не є суто фізичне знищення будь-чого з метою виключення об'єкта з процесу функціонування. Мета впливу підрозділами спеціального призначення та інформаційно-психологічних операцій полягає у зміні порядку та процедур функціонування об'єкта з метою використання його у власних цілях, зокрема для досягнення власної інформаційної переваги над противником. Зважаючи на обмеженість ресурсів впливу в такому разі вкрай актуальним є завдання щодо визначення ключових елементів об'єкта впливу з метою їх захоплення (знищення, виведення з ладу, втручання в роботу). Зокрема, у статті висвітлена методика, яка за множиною та кількістю елементів інформаційної інфраструктури об'єкта та зв'язками між цими елементами дозволить визначити ключові (критичні) елементи (центри гравітації) противника для подальшого впливу на них підрозділами спеціального призначення та інформаційно-психологічних операцій.

Ключові слова: центри гравітації; ключові (критичні) елементи; підрозділи спеціального призначення та інформаційно-психологічних операцій; орієнтований граф; об'єкти інформаційної інфраструктури.

Вступ

Переважає більшість сучасних воєнних конфліктів повністю відповідає принципам мережецентричної війни.

Основною ідеєю мережецентричної війни є інтеграція всіх сил і засобів в єдиний інформаційний простір, що дозволяє багаторазово збільшити ефективність їх бойового застосування за рахунок синергетичного ефекту [1].

Згідно концепції мережецентричної війни держава, суспільство та збройні сили противника представляються у вигляді різних систем (державного управління, суспільних відносин, управління військами, розвідки, логістики, зв'язку тощо). За умови такого представлення противника в кожній системі теоретично можливо визначити ключові (критичні) елементи, порушення нормального функціонування яких вплине на функціонування всієї системи. Ці елементи називаються центрами гравітації [2].

Здійснення впливу на центри гравітації противника пов'язане з необхідністю проведення спеціальних операцій (диверсійних та диверсійно-розвідувальних). Однак, сьогодні, в умовах інформаційного суспільства, єдиного світового інформаційного простору, на значну кількість

центрів гравітації можна впливати інформаційними заходами [3].

На сьогоднішній день актуальними є питання щодо спільного застосування підрозділів сил спеціального призначення (ССпП) разом з підрозділами інформаційно-психологічних операцій (ІПСО). Загальні питання щодо способів дій таких комбінованих підрозділів розглядаються у роботі [4]. Разом з тим, існує ціла низка питань щодо організації застосування таких комбінованих підрозділів, визначення об'єктів впливу, розподілу сил та засобів за завданнями.

Історія питання налічує цілу низку прикладів, в т.ч. і з нещодавніх подій стосовно анексії Криму Російською Федерацією та проведення антитерористичної операції на сході України.

Одним з найбільш яскравих таких прикладів є взяття під контроль підрозділами спеціального призначення та високо мобільних десантних військ Збройних Сил України Слов'янського телерадіопередавального центру, з якого здійснювалась постійна пропаганда на територію Слов'янського та Краматорського районів Донецької області. Цей центр був одним з ключових елементів в системі російської пропаганди на населення України з метою дестабілізації суспільно-політичної обстановки на

Донбасі. Відновлення контролю над ним дозволило значно знизити можливості системи пропаганди противника. Крім того, відновлення трансляції українських телевізійних та радіоканалів сприяло стабілізації ситуації у цих районах.

Об'єктами впливу для спільного застосування підрозділів СпП та ІПСО є складні організаційно-технічні структури, які включають як особовий склад (персонал), так і високотехнологічні технічні засоби. При цьому завданнями впливу не є суто фізичне знищення будь-чого з метою виключення об'єкту з процесу функціонування. Мета впливу підрозділами СпП та ІПСО полягає у зміні порядку та процедур функціонування об'єкта з метою використання його у власних цілях, зокрема – для досягнення власної інформаційної переваги над противником. Зважаючи на обмеженість ресурсів впливу у такому разі вкрай актуальним є завдання щодо визначення ключових елементів об'єкта впливу з метою їх захоплення (знищення, виведення з ладу, втручання у роботу).

Постановка проблеми. Втілення мережевих технологій у військову сферу спрямоване на підвищення бойових можливостей збройних сил, але вже не лише за рахунок підвищення вогневих, маневрених та інших характеристик індивідуальних зразків озброєння, а, в першу чергу, за рахунок скорочення циклу бойового управління.

Головний зміст ведення бойових дій у єдиному інформаційному просторі полягає не стільки в нових формах і видах ведення бойових дій, скільки у зміні способу управління військами (силами). По суті концепція мережецентричної війни є концепцією управління.

Також на зміст сучасних бойових дій впливають дві суперечливі тенденції: зменшення кількості частин та підрозділів збройних сил і підвищення бойових можливостей окремих високотехнологічних систем озброєння. Сьогодні акцент змістився на мобільність і максимальну реалізацію бойових можливостей невеликих угруповань військ за рахунок поєднання в єдиному інформаційному просторі систем управління, зв'язку, обчислювальної техніки, розвідки і спостереження та засобів вогневого ураження.

Тому, для збільшення ефекту ведення бойових дій у відповідності із теперішніми його рисами та змінами, що відбуваються у світі, військове мистецтво вимагає впровадження нових та ефективних способів дій, що дозволять якомога швидше здобути військову перевагу та, як наслідок, перемогу у збройному протистоянні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження щодо мережецентричної системи управління та необхідності адаптації до неї форм та способів бойових дій були проведені Л.В. Савіним, Р. Арзуманяном та іншими. [5, 6] У своїх працях автори висвітлюють теорію та принципи мережецентричної системи управління й ставлять наголос на те, що сучасна стратегія суттєво

відрізняється від стратегії ХХ сторіччя. Її сутність полягає у використанні непрямих дій, що є сутністю військового мистецтва, основний зміст нових форм військових дій.

Однак, попередніми дослідниками не було розглянуті питання визначення ключових центрів мережецентричної системи управління та ефективного інструменту дій з метою впливу на них.

Мета статті полягає у висвітленні зробленого авторами підходу до визначення центрів гравітації мережецентричної системи управління.

Виклад основного матеріалу дослідження

Будь-який об'єкт впливу можна подати у вигляді складної розподіленої системи, яка складається з множини елементів. Зазначені елементи є неоднорідними і мають різну вагу, здійснюючи різний внесок у загальний процес функціонування системи. Ключовою їх особливістю, у порівнянні з об'єктами інших типів, є активна інформаційна взаємодія між елементами системи. Логічно уявити, що вплив на елементи більшої ваги скоріше призведе до досягнення мети впливу, ніж аналогічний вплив на елементи меншої ваги. Таким чином постає завдання щодо визначення розподілу поля мас об'єкта та визначення центра мас (центра гравітації) взагалі. Поняття маси в цьому аспекті може трактуватися досить широко: це і значимість в ієрархії управління, і ступінь інформаційного впливу, і можливості щодо оброблення інформації та ін.

Для формалізації завдання щодо визначення центра гравітації складного об'єкта інформаційної інфраструктури S позначимо: $S = \{s_i | i = \overline{1, I}\}$, де S – множина елементів інформаційної інфраструктури об'єкта, I – кількість елементів об'єкта.

Окремі елементи об'єкта $s_i, i = \overline{1, I}$ зв'язані один з одним складною мережею зв'язків, за якою здійснюється інформаційний обмін між ними. Якщо представити об'єкт у вигляді деякого графа $G = (V, E)$ з множиною вузлів $V = \{v_i | i = \overline{1, I}\}$ та дуг $E = \{(v_i, v_j) | i, j = \overline{1, I}\}$, то вузли графа позначатимуть елементи системи, а його дуги – зв'язки між цими елементами. Для більш детального розгляду необхідно також встановити, що дуги E мають напрямок, який робить граф орієнтованим (орграфом). При цьому будемо вважати, що перший елемент вектора (v_i, v_j) множини E позначатиме вихідний елемент системи, а другий – вхідний елемент системи.

Зв'язки між елементами графа $G = (V, E)$ можна описати матрицею суміжності $A_G = [a_{i,j}]_{I \times I}$:

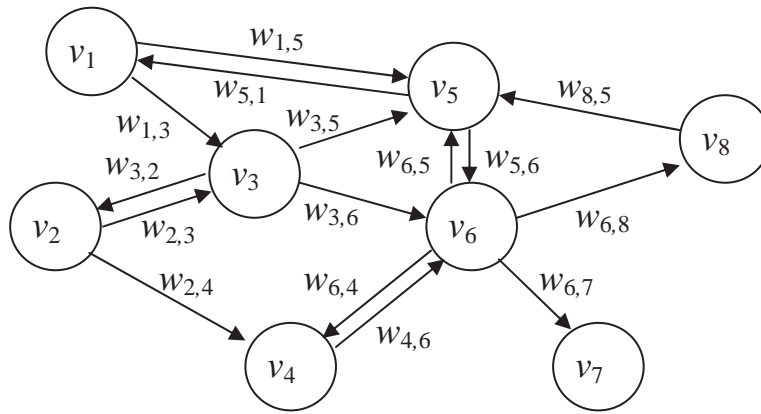


Рис. 1. Приклад об'єкта інформаційної інфраструктури

$$a_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } (v_i, v_j) \in E, \\ 0, & \text{у протилежному випадку.} \end{cases}$$

Вузли графа неоднорідні, що вимагає визначити для кожного вузла його вагу у вигляді вектора $M_V = (m_1, m_2, \dots, m_i, \dots, m_I)$. Зазначена вага може відображати роль елемента в ієрархії взаємодії чи управління. Аналогічно необхідно визначити вагу дуг, поставивши у відповідність матриці A_G деяку матрицю $W_A = [w_{i,j}]_{I \times I}$,

елементи якої відобразатимуть інтенсивність зв'язку між елементами системи.

Значення $w_{i,j}$ можуть формуватися на основі знання кількості повідомлень за певний проміжок часу $n_{i,j}$, їхньої середньої тривалості $\bar{t}_{i,j}$ (середнього обсягу інформації, яка передається) та інших даних. Таким чином, граф $G = (V, E)$ є навантаженим оргграфом, який відображає структуру та зв'язки системи S . Для прикладу, що наведений на рис. 1, вектор $M_V = (m_1, m_2, m_3, m_4, m_5, m_6, m_7, m_8)$, матриця:

$$W_A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & w_{1,3} & 0 & w_{1,5} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & w_{2,3} & w_{2,4} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & w_{3,2} & 0 & 0 & w_{3,5} & w_{3,6} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & w_{4,6} & 0 & 0 \\ w_{5,1} & 0 & 0 & 0 & 0 & w_{5,6} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & w_{6,4} & w_{6,5} & 0 & w_{6,7} & w_{6,8} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & w_{8,5} & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Наявність нульової головної діагоналі матриці W_A свідчить про відсутність внутрішніх циклів, тобто елементи мережі не здійснюють внутрішньої обробки інформації. Хоча в загальному випадку можна також врахувати і цей аспект.

Для визначення вагових коефіцієнтів додамо також у вигляді матриці:

кількість повідомлень, якими обмінюються елементи системи за певний проміжок часу середню тривалість повідомлень за відповідними каналами зв'язку

$$N_S = \begin{bmatrix} 0 & 0 & n_{1,3} & 0 & n_{1,5} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & n_{2,3} & n_{2,4} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & n_{3,2} & 0 & 0 & n_{3,5} & n_{3,6} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & n_{4,6} & 0 & 0 \\ n_{5,1} & 0 & 0 & 0 & 0 & n_{5,6} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & n_{6,4} & n_{6,5} & 0 & n_{6,7} & n_{6,8} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & n_{8,5} & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$T_S = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \bar{\tau}_{1,3} & 0 & \bar{\tau}_{1,5} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \bar{\tau}_{2,3} & \bar{\tau}_{2,4} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \bar{\tau}_{3,2} & 0 & 0 & \bar{\tau}_{3,5} & \bar{\tau}_{3,6} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \bar{\tau}_{4,6} & 0 & 0 \\ \bar{\tau}_{5,1} & 0 & 0 & 0 & 0 & \bar{\tau}_{5,6} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \bar{\tau}_{6,4} & \bar{\tau}_{6,5} & 0 & \bar{\tau}_{6,7} & \bar{\tau}_{6,8} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \bar{\tau}_{8,5} & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

Завдання визначення центру гравітації об'єкта інформаційної інфраструктури S можна сформулювати таким чином

$$(i) = \text{ind} \left[\max_i \left\{ s_i = m_i \left(c^+ \sum_{k=1}^I w_{i,k} + c^- \sum_{l=1}^I w_{l,i} \right) \mid i = \overline{1, I} \right\} \right],$$

де $w_{i,k} = n_{i,k} \bar{\tau}_{i,k}$, $i, k, l = \overline{1, I}$;

$c^+, c^- \in [0, 1]$ – масштабуючі коефіцієнти, які визначають ступінь важливості вихідних/вхідних повідомлень, $c^+ + c^- = 1$.

ind – операція визначення індексу елемента.

Таким чином, центром гравітації буде елемент об'єкта інформаційної інфраструктури, який має більший добуток ваги самого елемента та сумарної взаємодії з іншими елементами.

У якості об'єкта інформаційної інфраструктури так і його складових елементів,

призначених для впливу з боку підрозділів СпП та ШСО, можуть бути об'єкти будь-якої природи: інформаційні та телекомунікаційні центри, телерадіостанції, органи управління тощо.

Нехай для прикладу, який ілюструється графом на рис. 1, $M_V = (0.6, 0.9, 0.7, 0.6, 0.4, 0.3, 0.5, 0.4)$.

Кількість повідомлень переданих/отриманих за певний проміжок часу становить:

$$N_S = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 4 & 0 & 5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 6 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 0 & 0 & 4 & 7 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 12 & 0 & 0 \\ 8 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 10 & 9 & 0 & 2 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

середня тривалість повідомлень становить (с):

$$T_S = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 20 & 0 & 15 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 25 & 14 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 0 & 0 & 17 & 33 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 23 & 0 & 0 \\ 14 & 0 & 0 & 0 & 0 & 18 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 9 & 12 & 0 & 13 & 15 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 9 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

У такому випадку значення вагової матриці, яка відображає інтенсивність взаємодії

$$W_A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 80 & 0 & 75 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 75 & 84 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 64 & 0 & 0 & 68 & 231 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 276 & 0 & 0 \\ 112 & 0 & 0 & 0 & 0 & 54 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 90 & 108 & 0 & 26 & 60 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 36 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

Не визначаючи пріоритету вихідних повідомлень над вхідними можна встановити

$c^+ = c^- = 0.5$. Отже, можна обчислити значення ваги елементів множини S :

$$W_S = \{50.1, 100.4, 181.3, 135.0, 90.6, 126.8, 6.5, 19.2\}.$$

Результати обчислень показують, що центром гравітації в нашому випадку буде елемент об'єкта під № 3, хоча цей елемент і не мав максимальних параметрів за окремими показниками. Так, за вектором M_V більш вагомим є елемент за № 2, а за матрицею суміжності A_G більш вагомим був би елемент за № 6 (7 каналів зв'язку). Разом з тим наведена методика демонструє достатньо просту можливість визначення важливості окремих елементів у їх взаємозв'язку з іншими елементами, що й відображає особливості об'єктів інформаційної інфраструктури.

Початковими даними для застосування наведеної методики можуть бути:

для визначення елементів об'єкта інфраструктури $S = \{s_i \mid i = \overline{1, I}\}$ – результати спостереження за об'єктом (розвідки) протягом деякого часу, що дає можливість встановити характер окремих елементів, відношення всередині структури, порядок їх взаємодії;

для визначення ваги елементів $M_V = (m_1, m_2, \dots, m_i, \dots, m_I)$ – результати експертного оцінювання, що будуються на основі

спостережень (розвідки) та апріорних знань про природу та характеристику об'єкта;

для визначення матриць N_S, T_S – результати розвідки (радіоперехоплення, спостереження, прослуховування).

Результати обчислення W_S дозволяють у подальшому здійснювати розподіл сил та засобів підрозділів СпП та ПІсО за об'єктами впливу.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Перевагами наведеної методики є: врахування основних ключових факторів об'єкта інформаційної інфраструктури;

одержання результату в чисельній формі, що дозволяє оцінювати ступінь близькості сусідніх елементів, загальний розподіл елементів структури за їх значимістю та ін.;

простота використання.

Напрямок подальших досліджень у зазначеній сфері є вдосконалення методики, яка може враховувати більшу кількість деталей та окремих особливостей об'єктів інформаційної інфраструктури, особливості інформаційного обміну, цінності повідомлень та інші питання.

Література

1. Cebrowski A. (December 2003), Military Transformation Strategic Approach. Office of Force Transformation. Washington, DC. **2. Cebrowski A.,** Arthur K. and John J. Garstka. (January 1998) Network-Centric Warfare: Its Origins and Future. U.S. Naval Institute Proceedings. **3. The Pentagon,** Information Operations, and International Media Development. 2013. Information operations and Terrorism. "A Report to the Center for International Media Assistance".

4. Mark E. (1999) Mitchell. Strategic leverage: information operations and special operations forces, Thesis, Naval postgraduate school Monterey, California, 232 p. **5. Савин Л. В.** Сетевая война. Введение в концепцию / Л. В. Савин; Монография. – Москва : "Евразийское движение". 2011. – 130 с. **6. Арзуманян Р.** Теория и принципы сетевых войн и операций / Р. Арзуманян // "21-й ВЕК". – 2008. – № 2 (8), – С. 66–127.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕНТРОВ ГРАВИТАЦИИ ОБЪЕКТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Виталий Анатольевич Савченко (д-р техн. наук, с.н.с., начальник кафедры)

Тарас Михайлович Дзюба (канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры)

Андрей Владимирович Ревуцкий (адъюнкт)

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

Эта статья описывает важность осуществления воздействия боевыми элементами на ключевые (критические) элементы противника, что, в свою очередь, нарушает их нормальное функционирование и воздействует на функционирование всей боевой системы противника в войне. В качестве инструмента воздействия, по опыту недавних и сегодняшних конфликтов, раскрыта актуальность совместного использования сил специального назначения вместе с подразделениями информационно-психологических операций. Объектами воздействия (влияния) совместного использования подразделений специального назначения и информационно-психологических операций являются сложные организационно-технические структуры, которые включают как личный состав (персонал), так и высокотехнологические технические средства. При этом заданиями воздействия не будет только физическое уничтожение чего-либо с целью исключения объекта из процесса функционирования. Цель воздействия подразделениями специального назначения и информационно-психологических операций состоит в изменении порядка и процедур функционирования объекта с целью использования его в своих целях, в частности для достижения собственного информационного

преимущественно над противником. Беря во внимание ограниченность ресурса воздействия, в этом случае очень актуальной является задача относительно определения ключевых элементов объекта воздействия (влияния) с целью их захвата (уничтожения, выведения из строя, внедрение в работу). В частности, у статье описана методика, которая по множеству и количеству элементов информационной инфраструктуры объекта и связями между этими элементами позволит определить ключевые (критические) элементы (центры гравитации) противника для дальнейшего воздействия по ним подразделениями специального назначения и информационно-психологических операций.

Ключевые слова: центры гравитации; ключевые (критические) элементы; подразделения специального назначения и информационно-психологических операций; ориентированный граф; объекты информационной инфраструктуры.

GRAVITY CENTERS DETERMINATION OF INFORMATION INFRASTRUCTURE OBJECTS

Vitalii A. Savchenko (Doctor of Technical Sciences, Senior Research Fellow, Chief of a Department)

Taras M. Dziuba (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of a Department)

Andrii V. Revutskyi (Post Graduate Military Student)

National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine

This article describes the importance of impact implementation by militant elements on the key (critical) elements of the enemy, which, in turn, disrupts their normal functioning and impacts on functioning the whole enemy combat system in the war. As an influence instrument, according to the recent and today's conflicts experience, the actuality of Special Forces sharing together with information and psychological operations units was showed. The impact (influence) objects of mutual use of special and information-psychological operations forces are complex organizational and technical structures that include both staff (personal), and high-tech hardware. Upon that the impact tasks will not be only physical destruction of something for the purpose of object expulsion from the operation process. The impact purpose by special and information-psychological operations units is to changing the object's order and functioning procedures for the purpose of using it for own purposes, especially for achieving own information advantage over the enemy. Taking into account the limited impact resource, in this case the actual task is determination of the key elements of impact (influence) object for the purpose of their seizure (destruction, disabling, involving in the work). In particular, the article describes the procedure, which will determine the key (critical) elements (gravity centers) of the enemy according to the elements number of the information object infrastructure and the links between these elements for further impact on them by special and information-psychological operations units.

Keywords: gravity centers; key (critical) elements; Special Operations Forces; information and psychological operations; directed graph; objects of information infrastructure.

References

- 1. Cebrowski A.** (December 2003), Military Transformation Strategic Approach. Office of Force Transformation. Washington, DC.
- 2. Cebrowski A., Arthur K. and John J. Garstka.** (January 1998) Network-Centric Warfare: Its Origins and Future. U.S. Naval Institute Proceedings.
- 3. The Pentagon,** Information Operations, and International Media Development. 2013. Information operations and Terrorism. "A Report to the Center for International Media Assistance".
- 4. Mark E.** (1999), Mitchell. Strategic leverage: information operations and special operations forces, Thesis, Naval postgraduate school Monterey, California, 232 p.
- 5. Savin L.V.** (2011), Network-centric and network war. Introduction of the concept [Setecentricheskaya i setevaya voyna. Vvedenie v koncepciu], Monjgraphy, "Evraziyskoe dvigienie", Moscow, 130 p.
- 6. Arzumanyan R.** (2008), Theory and principles of network-centric wars and operations. [Teoriya i principii setecentricheskikh voyn i operaciy], "21 VEK", № 2 (8), pp.66–127.

Отримано: 30.09.2014 р.

Олександр Ярославович Салій (ад'юнкст)

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

ДЕКОМПОЗИЦІЯ ЧАСТОТНОГО ДІАПАЗОНУ ПО СИСТЕМАМ І ЗАСОБАМ ЗВ'ЯЗКУ

В статті проведений аналіз завантаженості і насиченості частотного діапазону користувачами різноманітного походження, який дозволяє визначити пріоритетні шляхи підвищення ефективності радіоелектронного подавлення управління військами і зброєю противника. Необхідно визначити можливі способи дезорганізації управління військами (силами) противника на сучасному етапі розвитку збройної боротьби.

В сучасних умовах відбувається значне розширення частотного діапазону, який використовується, розвиток цифрового зв'язку, пакетних радіомереж, систем передачі даних. Проведений аналіз дає можливість дослідити та переосмислити підхід до структури, планування, застосування та підготовки сил і засобів РЕБ. Це надалі буде підґрунтям для розроблення методик, послідовне застосування яких дозволить забезпечити високу якість планування операцій (бойових дій) за рахунок оптимальної ефективності ведення радіоелектронного подавлення систем управління військами і зброєю противника.

Вкрай важливо створювати системи, які будуть ускладнювати завоювання противником інформаційної переваги для ефективного управління бойовими системами і зброєю. Постає завдання щодо пошуку уразливих місць систем управління, зв'язку, комп'ютерного забезпечення, розвідки і всебічного забезпечення бойових дій противника з метою виведення їх з ладу, що дозволить значно підвищити ефективність дій наших військ. Критичними елементами системи розвідки і управління противника завжди є радіоелектронні інформаційні засоби, подавлення, руйнація або знищення яких призводить до значного зниження його можливостей щодо управління бойовими системами.

Ключові слова: радіоелектронне подавлення; зв'язок; ефективність; інформаційний простір.

Вступ

Сучасна та майбутня збройна боротьба все більше залежить від інформаційного протистояння. Це пов'язано з тим, що інформація стає такою ж зброєю, як ракети, бомби, снаряди. Сучасні тенденції збройної боротьби відходять від зіткнень масовими арміями, вирішальну роль відіграють розвідувально-ударні та оборонні бойові системи, їх можливості характеризуються структурними, організаційними факторами, узгодженістю і ефективністю управління, якістю функціонування підсистем розвідки, зв'язку, навігації, ураження та інших елементів всебічного забезпечення бойових дій.

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвиток збройної боротьби, інформатизація процесів управління, поширення безконтактних бойових дій вимагає змінити погляди на процес управління та застосування сил і засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ), які є важливою складовою інформаційного протистояння. Актуальність обумовлена відсутністю як цілісної теорії управління радіоелектронною боротьбою, так і загальноприйнятого визначення критеріїв і показників ефективності РЕБ. Управління РЕБ може досягти високої ефективності, якщо воно спирається на вичерпні знання про сили і засоби противника, зміст процесу радіоелектронного подавлення складними перспективними системами

РЕБ радіоелектронних об'єктів в системах управління військами і зброєю противника.

Існує ряд невирішених питань у теорії і практиці, які не дають змогу забезпечити високу ефективність планування під час підготовки частин та підрозділів РЕБ до бойового застосування та їх практичного застосування у будь-яких ситуаціях. Кожна армія має свої сильні і слабкі сторони, які повинні бути або використані, або враховані.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Даними проблемними питаннями займалися як вітчизняні фахівці Попов А. О., Міроненко П. О. та інші, так й відповідні фахівці інших держав. Доречним є переосмислення способів і форм бойового застосування сил та засобів РЕБ [1]. В арміях іноземних держав розробляються і приймаються на озброєння новітні засоби та комплекси РЕБ, які спроможні виконувати набагато більший обсяг завдань ніж традиційні засоби радіоелектронного подавлення (РЕП) [2].

Мета статті полягає у проведенні аналізу завантаженості і насиченості частотного діапазону користувачами різноманітного походження, що є фундаментальним у подальших дослідженнях підходів до структури, планування застосування та підготовки сил і засобів РЕБ. Дасть можливість зробити співвідношення оцінювання ефективності радіоелектронного подавлення управління

військами і зброєю противника в збройних конфліктах (бойових діях) сучасності, визначити шляхи підвищення ефективності РЕП.

Методи дослідження. Під час аналізу завантаженості і насиченості частотного діапазону користувачами різноманітного походження використовувалися наступні методи: системного аналізу, експертних оцінок, порівняльного аналізу для вивчення тенденцій розвитку сучасних засобів зв'язку, навігації, передачі інформації, особливостей їх бойового застосування в сучасних операціях (бойових діях) та інтеграція з цивільними засобами.

Виклад основного матеріалу дослідження

На сучасному етапі у збройних силах провідних країн світу використовують нову багаторівневу розподільчу інформаційну систему бойового управління, що охоплює бригади, батальйони, роти, яка збирає та розподіляє данні, які надходять від усіх джерел розвідувальної інформації: космічного, повітряного, наземного, морського базування. Відбувається значне розширення частотного діапазону, розвиток цифрового зв'язку, пакетних радіомереж, систем передачі даних.

Проведемо декомпозицію частотного діапазону, аналіз його завантаженості і насиченості користувачами різноманітного призначення.

У широкому розумінні радіозв'язок відповідає застосуванню радіочастотних сигналів від вкрай низьких до вкрай високих частот (від 3 кГц до 300 ГГц) і радіохвиль з довжиною від 100 км до 1 мм. Залежно від середовища поширення радіохвиль та місця розташування радіостанцій розрізняють наземний, космічний та супутниковий радіозв'язок, а також іоносферний, радіорелейний, тропосферний і радіозв'язок прямої видимості. Усі ці різновиди радіозв'язку застосовуються у військовому зв'язку.

Залежно від середовища поширення сигналу розрізняють два види радіорелейного зв'язку (РРЗ): прямої видимості і тропосферний РРЗ. Важливо відзначити, що РРЗ є багатоканальним. За кількістю ущільнених каналів розрізняють радіорелейні лінії (РРЛ) великої ємності (600–2700 каналів), середньої (60–300 каналів) і малої ємності (менше 60 каналів). Військові РРЛ належать до малоканальних, типова кількість яких становить 3, 6, 12, 24 канали.

Головне призначення РРЗ в системі військового зв'язку полягає у створенні опорних мереж зв'язку, які містять в собі інформаційні напрямки, вісі і рокади зв'язку. Крім того, засоби РРЗ використовують для створення ліній прив'язки і ліній прямого зв'язку на відстань одного інтервалу РРЗ (до 30–40 км).

Системотехнічні характеристики існуючих засобів РРЗ на прикладі збройних сил Російської

Федерації можна поділити на 2 групи: засоби оперативного-тактичної ланки управління (ОТЛУ) і засоби оперативного-стратегічної ланки управління (ОСЛУ). Розглянемо деякі характеристики радіорелейних станцій.

Лампова РРС першого покоління, діапазон частоти 60–480 МГц, кількість робочих частот – 300, довжина лінії – 250 км, кількість станцій на лінії 8–10, середня довжина інтервалу – 25–31 км

Транзисторна РРС 2-го покоління працює в діапазоні 1550–2000 МГц, що значно поліпшило її оперативні-технічні характеристики: максимальна довжина лінії – 1500 км, припустима кількість ретрансляцій – 36, максимальна довжина інтервалу 40–50 км, загальна кількість каналів – 24, кількість фіксованих частот – 46, швидкість пересилання цифрових сигналів по високочастотному стволу – 480 кбіт/с.

Радіорелейні станції для забезпечення цифрового зв'язку в стаціонарних і польових системах військового призначення дають змогу створювати канали далекої дії з пропускною спроможністю від 256 до 8448 кбіт/с і середньою довжиною інтервалу 35 км, діапазон робочих частот – 1,35–2,69 ГГц; кількість фіксованих частот – 10 720.

Тропосферний зв'язок – це радіозв'язок, що реалізується через відбиття та розсіювання радіохвиль на неоднорідностях тропосфери між станціями, які перебувають поза межами прямої видимості.

За 50 років у світі створено 4 покоління тропосферних станцій.

Для 1-го покоління характерні: електровакуумна база і дискретна транзисторна техніка; аналогові сигнали; частота f – сотні МГц; потужність випромінюваних сигналів $P \leq 10$ кВт; станції стаціонарні або важко рухомі; застосовуються в ОСЛУ.

Для 2-го покоління характерні: інтегральні мікросхеми; $f \cong 5$ ГГц; цифрові сигнали; $P \cong 1$ кВт; оптимальні методи приймання; створення легких і середніх рухомих станцій; область застосування – ОТЛУ і тактична ланка управління (ТЛУ). У США експлуатувались до початку 90-х років; у збройних сил Російської Федерації використовуються донині.

Для 3-го покоління характерні: застосування великих інтегральних схем, адаптивного приймання; використання ортогональних сигналів; поглиблення уніфікації і модифікацій однієї базової апаратури (наприклад, AN/TRC-170 у США: $f = 4,4\text{--}5$ ГГц; довжина інтервалу зв'язку 160–340 км; $P = 2,22; 26,6$ кВт; швидкість пересилання цифрових сигналів $V = 2048$ кбіт/с; кількість каналів по 32 кбіт/с: 8, 16, 32, 48, 64); область застосування – всі ланки управління.

4-те покоління створене на межі XX і XXI століть. Воно відповідає вимогам відкритих інтегрованих систем зв'язку, зокрема, автоматизованих систем військового зв'язку. Якщо перші три покоління відрізнялись

властивостями фізичних каналів, то 4-те покоління відрізняється принципами управління потоками даних в каналах.

Супутниковий радіозв'язок – це космічний радіозв'язок між двома чи кількома земними пунктами. Космічним називають радіозв'язок, при якому використовують один чи кілька пасивних супутників чи інші космічні об'єкти.

Для ССЗ виділені смуги частот в діапазонах:

- L(1,452–1,550 і 1,61–1,67) ГГц,
- S (1,92–2,70) ГГц,
- C (3,40–5,25 і 5,725–7,025) ГГц,
- X (7,25–8,90) ГГц,
- Ku (10,70–14,80) ГГц,
- Ka (15,40–26,50 і 27,00–30,20) ГГц,
- K (84–86) ГГц.

Найрозвиненішими мережними супутниковими радіонавігаційними системами є: північноамериканська “GPS” чи “Навстар”, і російська “ГЛОНАСС”, обидві системи надані в міжнародне користування. У 2014 році планується ввести в експлуатацію європейську систему “Галілео”, у 2020 році має надійти китайська система “Бейдоу”.

За сферою обслуговування ССЗ поділяються на комерційні і державні, у тому числі цивільні і військові. Комерційні супутники-ретранслятори (СР) працюють в діапазонах частот вверх/вниз, а саме С (6/4 ГГц) і Ku (13,7/11,7 ГГц), тоді як військові СР працюють в діапазоні Х (8,5/7,65 ГГц). Тому в США розроблені нові дво- і тридіапазонні земні станції (ЗС) для усіх ланок управління, які використовують завадостійкі широкосмугові сигнали і сигнали з псевдовипадковим перестроюванням робочої частоти (ППРЧ), мають винесені антени або дистанційне управління з відстані 45–600 м. Надійність супутникового зв'язку зростає через неможливість радіоподавлення чи знищення усіх комерційних СР.

Однодіапазонні ЗС працюють в діапазоні міліметрових хвиль (43,5–45,5/20,2–21,2 ГГц). З них: SMART-T (перевізний), SCAMP-I (переносна) експлуатуються з 1999 року, а SCAMP-II (ранцева) – з 2002 року. Потужність випромінювання SCAMP-I – 1,5–5 Вт, SCAMP-II – 2,5–3,5 Вт.

Найвідомішими комерційними ССЗ, що використовують геостационарні СР, є Інтелсат, Євтелсат, Інмарсат, ПанАмСат, VSAT, Thuraya. До складу кожного з них входять одиниці–десятки геостационарних супутників, а до Інтелсат та Інмарсат-3 ще й високоеліптичні супутники, через які послугами зв'язку можуть забезпечуватися абоненти майже 180 країн. Супутники працюють в С і (або) Ku-діапазонах, а Інмарсат-3 і Thuraya ще й у діапазоні L, реалізують частотне розділення каналів (ЧРК), часове розділення каналів (ЧсРК), кодове розділення каналів (КРК).

ССЗ Thuraya – одна з кращих сучасних геостационарних ССЗ. Вона належить компанії TST Об'єднаних Арабських Еміратів. Ємність СР – 13 750 одночасно задіяних телефонних каналів з

імовірністю відмови 0,02. СР працює з користувачами на частотах 1,64/1,54 ГГц, зі шлюзами – на частотах 6,6/3,46 ГГц. Як недолік, в абонентській радіолінії ССЗ “Thuraya” не вдалося забезпечити достатньої потужності для якісного зв'язку під час перебування абонента в приміщенні, тому абонент повинен забезпечувати пряму видимість із СР [3].

ССЗ IRIDIUM створена за участю фірм США, Росії, Японії та інших держав. Її почали експлуатувати з 1998 році. Супутники системи здатні обслуговувати всю поверхню Землі. Система працює в діапазонах 29,2/19,5 і 1,616/1,6265 ГГц, реалізує частотний, часовий і просторовий розподіл каналів. Її унікальна особливість – це існування зв'язку між сусідніми супутниками на 600–1300 телефонних каналах на частоті 23,3 ГГц, що забезпечує глобальність мобільного зв'язку між абонентами. Шість антенних решіток супутника формують 48 пелюсток діаграми спрямованості антен, що разом покривають на поверхні Землі зону діаметром 4500 км. На $f = 1,62$ ГГц в системі діє 3835 телефонних каналів з пропускною спроможністю 2,4 кбіт/с на канал. Ця система дуже ефективно використовувалась збройними силами США під час воєнних конфліктів в Афганістані та Іраку.

ССЗ “Гонец” розгорнута Росією в 1999–2001 роках. Її супутники розраховані на обслуговування користувачів усіх широт. Діаметр зони покриття майже 5000 км. Потужність випромінювання СР – 5–30 Вт. Діапазон робочих частот – 312–315/387–390 МГц. Швидкість пересилання інформації – 2,4–128 кбіт/с на канал. У системі реалізовано ЧРК і ЧсРК, вона розрахована на 1,5 млн користувачів. Точність місцевизначення користувача – 1 км. Маса абонентської станції – 3 кг.

ССЗ “Мілстар” призначена для командирів усіх ланок управління. На цей час це найдосконаліша система військового призначення. На лініях вверх/вниз використовуються відповідно частоти 43,5–45,5/20,2–21,2 ГГц з ЧРК/ЧсРК. На лінії міжсупутникового зв'язку використовують частоту 60 ГГц. Для зв'язку з ССЗ “Афсатком”, “Флітсатком” є транспондери, що працюють в діапазоні 0,2–0,4 ГГц. У період до 2017 року ССЗ “Мілстар” буде поступово замінена перспективною ССЗ АЕНФ.

ССЗ “Флітсатком” створювалася для потреб флоту. Зараз її дециметрові канали використовують в ОТЛУ усіх видів збройних сил США. Система базується на використанні 8-ми оперативних і 2–3-х резервних СР. Крім транспондерів дециметрових хвиль, містить від 11 до 20 транспондерів міліметрових хвиль (60 ГГц), комутатор для комутації антен з вузькою і широкою діаграмою спрямованості. Пропускна спроможність СР 400 кбіт/с. Частина незалежного ресурсу СР виділена для ССЗ “Афсатком” і для телерадіомовлення. ССЗ “Афсатком” призначена виключно для обслуговування вищих ланок

управління збройних сил США і стратегічних наступальних сил.

ССЗ MUOS розроблялась з 2004 р., розгортання здійснено у 2009–2013 рр. Використовується 6 космічних апаратів (5 оперативних і 1 резервний), пропускна спроможність частотного каналу – 1,5 Мбіт/с, пропускна спроможність одного космічного апарату – 5 Мбіт/с. Система працює в діапазонах 0,3-3 ГГц / 7/8 ГГц, 20/30 ГГц, забезпечується високонадійний, завадостійкий зв'язок. Робочий діапазон 30–40 ГГц, а міжспутникові лінії працюють в діапазоні 60 ГГц і навіть в оптичному діапазоні.

ССЗ Inmarsat забезпечує покриття 98% всієї поверхні Землі. На сучасному етапі послугами даної системи користуються понад 210 тисяч користувачів по всьому світу. Система зв'язку включає три основні сегменти: космічний, наземний і користувальний. Управління супутниковою системою ведеться із штаб-квартири в Лондоні. Для зв'язку з абонентськими терміналами використовуються частоти L – діапазону, в тому числі: напрямом “Земля – супутник” – 1,626-1,660 ГГц; напрямом “супутник–Земля” – 1,525-1,559 ГГц. Робота фідерних ліній здійснюється в С – діапазоні: напрямом “Земля – супутник” – 6,425-6,450 ГГц; напрямом “супутник– Земля” – 3,600-3,623 (3,600-3,630) ГГц.

До систем мобільного зв'язку прийнято відносити: стільниковий зв'язок, транкінговий зв'язок, персональний виклик (інакше пейджинговий зв'язок), мобільний супутниковий зв'язок і безпроводовий телефон [4]. Стільниковий зв'язок існує всього 40 років, а його послугами користується близько 4 мільярдів абонентів.

Основними цифровими системами стільниковому зв'язку є: NA-TDMA – північноамериканська TDMA – діапазони 800 і 1900 МГц; GSM – глобальна система мобільного зв'язку – 900, 1800 і 1900 МГц; CDMA – система множинного доступу з кодовим поділом каналів – 800, 1900 МГц і UMTS – універсальна система мобільного зв'язку – 2000 МГц.

Система стільникового зв'язку будується як сукупність чарунк, зон чи стільників, що покривають всю територію, яка обслуговується. У суміжних чарунках використовуються різні смуги частот, у віддалених (через декілька чарунк) – смуги частот повторюються, що забезпечує ефективне використання відведеного частотного діапазону і обслуговування кожною системою доволі великої території. На території кожної чарунки розташована базова станція (БС), яка обслуговує всі рухомі абонентські радіотелефонні апарати, у межах своєї чарунки. У разі переміщення абонента до іншої чарунки його обслуговування передається БС цієї чарунки. Усі БС, у свою чергу, замикаються на центр комутації, з якого є вихід до Єдиної національної мережі зв'язку країни. Очолює всі системи стільникового зв'язку стандарту GSM центр управління та експлуатації. Насправді чарунки ніколи не

бувають правильної геометричної форми, БС розташовується не обов'язково в центрі чарунки, а центрів комутації в системі може бути декілька, один із яких є головним. До складу БС входить контролер і до 16 прийомо-передавачів, кожен з яких обслуговує свій сектор чи частотний канал.

Стільникові системи третього покоління працюють в діапазоні частот 1,885–2,170 ГГц – наземний сегмент і 1,980–2,010/ 2,170–2,200 ГГц – супутниковий сегмент.

Система транкінгового зв'язку довго будувалась як одна чарунка (зона) зв'язку з порівняно великим (біля 50 км) радіусом дії. Звідси більші, ніж у стільникового зв'язку, потужність передавачів, витрата енергії, маса і габарити абонентських терміналів. І навіть якщо транкінгова система будується як багатозонна, то управління зонами більш обмежене, і передача обслуговування із зони в зону призводить до короткочасної перерви зв'язку. Але це вже є кроком у розвитку в напрямку до стільникового зв'язку.

У найпростішому випадку до цієї системи транкінгового зв'язку належать: БС, що виконує функції комутатора і ретранслятора, та абонентські апарати. Абонентські апарати можуть бути стаціонарними, перевізними і переносними. Переносний абонентський апарат – це портативна кишенькова радіостанція, що є одночасно радіостанцією і портативним мобільним телефоном абонента. Основна відмінність транкінгового зв'язку від стільникового: простіший, надає абонентам менший набір послуг.

В Україні нині дозволена експлуатація лише двох стандартів аналогового транкінгового зв'язку Smart Trank і MPT1327, для яких виділені парні смуги частот: 423–430 МГц від абонентської станції до БС, 413–420 МГц від БС до абонентської станції, а також 150,05–156,7625, 156,8375–162,75, 163,2–168,5 МГц [6].

У сучасних транкінгових системах, крім того, можливе пересилання цифрової інформації управління, охоронної сигналізації, телеметрії та ін. Сучасні транкінгові системи працюють в діапазонах частот 136–174, 330–440, 400–480, 806–825, 851–870, 896–901, 935–940 МГц.

Яскравим прикладом цифрової транкінгової системи, створеної за стандартом TETRA, є система ACCESSNET-T німецької фірми Роде і Шварц, яка працює в діапазоні частот 380–400/410–430 МГц, здатна нарощувати ємності і пропускну спроможність. Крім TETRA, до найпопулярніших стандартів цифрового транкінгового зв'язку належать стандарти: EDACS, ARCO25, TETRAPOL та iDEN.

Пейджингова система – це дуже проста і недорога система однобічного мобільного зв'язку, що забезпечує пересилання коротких повідомлень з центра системи (пейджингового терміналу) через радіопередавач, антену БС на мініатюрні абонентські приймачі (пейджери). Пейджер приймає тільки ті повідомлення, які йому

адресовані за його індивідуальним чи груповим номером. Радіус дії може сягати 100 км. У 1997 р. у світі використовувалося більш ніж 100 млн пейджерів. Діапазони частот: 88–108, 169,425–169,8, 901–902, 929–931, 940–941 МГц, смуги частотних каналів 25 або 50 кГц, швидкості передавання 512, 1200, 1600, 2400, 3200, 6250, 6400, до 25600 Бод [5].

Сучасний безпроводовий телефон, як правило, відповідає стандарту DECT, хоча можливі й інші стандарти. Спочатку він був розрахований на обмежений радіус дії (до 300 м), пішохідну швидкість переміщення абонента, застосування, насамперед, у середині приміщень і на невеликих територіях, що зумовило малу середню потужність випромінювання абонентської станції (≈ 10 мВт), простіше, ніж в системах стільникового зв'язку, оброблення сигналу. Це немов би стільниковий зв'язок з маленькими стільниками (чарунками, зонами) і обмеженим набором послуг. В Європі безпроводовому телефону відведений діапазон 1,880–1,900 ГГц, в якому розміщуються 10 частотних каналів зі смугами по 1,728 МГц і захисними частотними інтервалами між ними.

Bluetooth – безпроводова система, яка найчастіше застосовується для безпроводового з'єднання комп'ютера або мобільного телефону з периферійними пристроями. Bluetooth працює в діапазоні 2,4 і 5 ГГц, де має 79 каналів з ППРЧ в межах 1 МГц, має радіус дії – 10 м, сумарна швидкість пересилання інформації – 1 Мбіт/с. Оскільки робота ведеться в середовищі із завадами, то для Bluetooth дуже прискіпливо розроблялись алгоритми виявлення і виправлення помилок.

В лініях і мережах радіодоступу інтегровані телефонний зв'язок і доступ до магістралі. Перші безпроводові лінії (WLL) зв'язку почали працювати у 1998 році у США. Спочатку їм був наданий діапазон 2,1–2,7 ГГц, поділений на смуги частот 72 і 198 МГц, в якому забезпечувався радіус дії 45–50 км. У цьому діапазоні частот працює система багатовузлового багатоканального розподілу (MMDS), але з часом він виявився перевантаженим. Тому прийшлося доповнити його міліметровим діапазоном (28–31 ГГц в США, 40 ГГц в Європі) з шириною смуги частот 1,3 ГГц. Радіус дії на цих частотах виявився обмеженим (1–5 км) через сильне згасання в рослинному покриві і гідрометеорах [6; 7].

Мережа Wi-Fi – це мережа широкопasmового радіодоступу абонентського рівня. Вона призначена для обслуговування окремих абонентів або невеликих груп абонентів, розташованих у приміщенні (на відстанях одиниць – десятків метрів) чи у вільному просторі (на відстанях десятків – сотень метрів). У технології Wi-Fi застосовують: метод прямого розширення спектра, ППРЧ, мультиплексування з ортогональним розділенням несучих частот, коди Баркера; діапазони частот 5,15–6,425 і 2,4–2,483 ГГц; ширина смуги частот 22 МГц. Випромінювання

радіохвиль слабо спрямоване з коефіцієнтом підсилення антени 6 дБ.

До категорії мереж локального широкопasmового радіодоступу належать такі високопродуктивні мережі, як hiperLAN, hiperLAN2, а також мережа удосконаленого цифрового безпроводового зв'язку стандарту DECT. HiperLAN і hiperLAN2 працюють відповідно в діапазонах 5,47–5,725 та 17 ГГц і 5,15–5,35 та 5,67–5,85 ГГц зі швидкістю пересилання даних 23 і 54 Мбіт/с. Радіус дії не перевищує 100 м.

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) [8] – це технологія радіодоступу операторського класу, що базується на застосуванні стандарту IEEE 802.16–2004 для фіксованого доступу і стандарту IEEE 802.16 для рухомого доступу. Їм відповідають різні радіоінтерфейси, розміри стільників, швидкості пересилання даних. Мережа WiMAX – це інтегрована мережа широкопasmового радіодоступу операторського рівня. Вона призначена для обслуговування мікрорайонів, районів і цілих міст, може бути стаціонарною і мобільною. В різновидах стандарту 802.16 передбачене використання діапазонів частот 2–11 і 10–66 ГГц. На сьогодні технологія WiMAX ще не повністю реалізує можливості. Її основні характеристики, що є однаковими як для фіксованого, так і для рухомого радіодоступу, наступні: діапазони частот 2,4; 2,5–2,7; 3,5; 5–6 ГГц; ширина робочої смуги частот від 1,5 до 20 МГц.

В Україні дозволено використовувати обладнання наступних систем зв'язку, аналогічних за призначенням WiMAX: WalkAir, WinAir, BreezeNet, BreezeMAX. Основні характеристики систем WalkAir, BreezeNet, BreezeMAX відповідно наступні: діапазон частот (3,5; 10,5; 26), (5,4–5,85), (3,3; 3,5; 3,6) ГГц; ширина смуги частот – до 20, (1,75; 3,5) МГц; швидкість пересилання даних (0,064–4,096), до 20, до 12,7 Мбіт/с; потужність передавача – 21, (20–22 у абонентської станції, 28–34 у БС) дБм; радіус дії 3–10, 50, 15 км.

У сучасних системах зв'язку разом з комутацією каналів широко застосовують комутацію пакетів. Паралельно з кабельними пакетними мережами в розвинутих країнах світу створені пакетні радіомережі (ПРМ) тактичного, оперативного і стратегічного призначення.

Пакетна радіомережа – це мережа зв'язку, що є сукупністю вузлів комутації пакетів, пов'язаних між собою через радіомовний канал. Спочатку цей радіоканал був єдиним. ПРМ DARPA працює в діапазоні 1,718–1,840 ГГц. 20 радіочастот цього діапазону можна використовувати для організації 20 різних широкопasmових ПРМ в одному географічному районі або однієї багатоканальної ПРМ з частотним розподілом, або широкопasmової ПРМ з ППРЧ. Залежно від рівня завад швидкість передачі інформації змінюється в межах 100–400

кбіт/с. Тактична ПРМ є локальною і працює в діапазоні 30–100 МГц.

Проаналізуємо інтегровані комплекси, в яких поєднується передача комп'ютерних даних, зв'язкової, навігаційної та інших видів інформації. Отже, терміном інтегровані позначаються комплекси, що здатні передавати повідомлення будь-якого виду: телефонні, телеграфні, факсимільні тощо, а також дані різного призначення. Під системотехнічними властивостями розуміють відповідність цих комплексів задачам автоматизації системи управління військами (АСУВ). Створенню науково-технічної бази інтеграції сприяло перетворення сигналів різних видів у цифрові сигнали.

Прикладами систем, що поєднують в собі функції зв'язку, обміну даними, розпізнавання, управління зброєю, визначення власного місцеположення є JTIDS в США, ОСНОД в Росії, MIDS в європейських країнах НАТО. У них втілені новітні досягнення науки і техніки, передові технології.

Використання даних систем дає змогу командирі, пілоту чи оператору відповідних ланок управління спостерігати на екрані дисплею інформацію про маршрут; місце нанесення удару; наявність боєкомплекту; залишок палива; радіолокаційні дані щодо повітряної обстановки; місцеположення своїх, чужих і невідомих об'єктів. Свої об'єкти позначають одним кольором, чужі – іншим, невідомі – ще іншим. У разі накладання строби на ціль на індикаторах позначається її тип, курс, швидкість і висота. Можна отримати дані від взаємодіючого командира, що дозволить зрозуміти, як він може

надати підтримку в конкретній бойовій ситуації; доповісти про виконання бойового завдання.

На сучасному етапі масової інформатизації процесів управління військами і зброєю в розвинутих країнах світу розробляються і виконуються програми створення принципово нової архітектури засобів радіозв'язку, яка дала б можливість формувати радіостанцію відповідно до завдань, які виконуються, з окремих модулів різних виробників, що реалізують типові функції, і змінювати режим роботи і форму сигналу перепрограмуванням. Важливо, щоб програмне забезпечення було створене на основі єдиного операційного середовища, а інтерфейси модулів відповідали визначеним фізичним і електричним параметрам. Метою робіт є створення для усіх видів збройних сил уніфікованої модульної програмованої радіостанції на основі застосування архітектури відкритих систем. Станції мають перекривати діапазон частот від 2 МГц до 2 ГГц, одночасно приймати і передавати мовну, відео- та цифрову інформацію на декількох каналах.

Таким чином, з метою відображення розподілу частотного діапазону між сучасними видами зв'язку і системами передачі інформації розглянемо рисунок 1 і таблицю 1, з яких видно, що на сучасному етапі інтенсивно відбувається завантаження більш високого діапазону частот від 1 - 2 ГГц і до 60 ГГц. Супутниковий зв'язок, пакетні радіомережі, системи передачі даних набувають домінуючої ролі. Це обумовлено рядом причин: розвитком технологічної та елементної бази, впровадження інноваційних технологій, підвищенням вимог до швидкостей передачі інформації та способів передачі, тотальна інформатизація всіх сфер діяльності суспільства та ін.

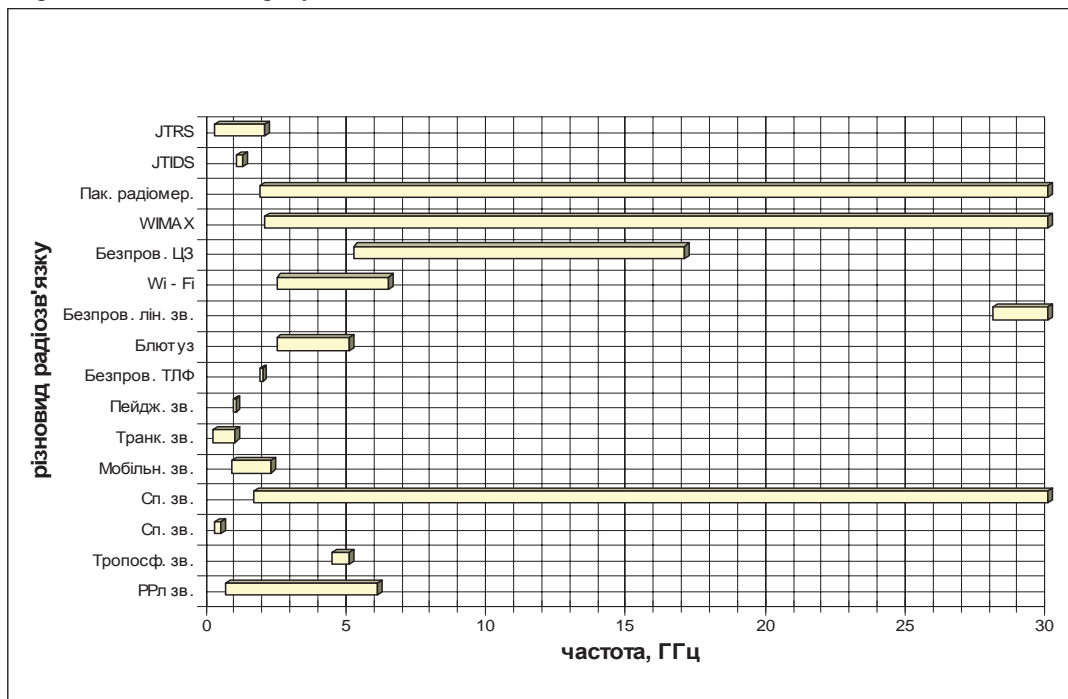


Рис. 1. Завантаженість частотного діапазону сучасними різновидами радіозв'язку і системами передачі інформації

Розподіл частот по різновидам радіозв'язку і системам передачі інформації

	РРЛ зв'язок	Тропосферний зв'язок	Супутниковий зв'язок		Мобільний зв'язок	Транкінговий зв'язок	Пейджинговий зв'язок	Безпроводовий ТЛФ зв'язок	Блютуз	Безпроводові лінії зв'язку	Wi - Fi	Безпроводовий цифровий зв'язок	WIMAX	Пакетні радіомережі	JTIDS	JTRS
Нижня межа діапазону, ГГц	0,6	4,4	0,2	1,6	0,8	0,15	0,88	1,8	2,4	28	2,4	5,15	2	1,8	0,96	0,2
Верхня межа діапазону, ГГц	6	5	0,4	60	2,2	0,94	0,944	1,9	5	40	6,4	17	66	30	1,2	2

Отже, тенденція розвитку систем зв'язку і передачі інформації така, що кількість і якість послуг за видами зв'язку збільшується. Продовжується перехід від аналогової до цифрової обробки сигналів. Збільшується кількість ознак, за якими розподіляються канали. Опановуються нові діапазони вищих частот. Збільшується ємність, пропускна спроможність, мобільність, надійність, завадо- і криптозахисність. Продовжуються процеси взаємопроникнення систем і глобалізації мобільного зв'язку. Перехід на вищі діапазони частот істотно підвищує ємність систем і робить їх доступними для масового використання.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Збройні конфлікти, військові операції останнього періоду проводились в умовах інформаційного протиборства. Значне підвищення ефективності вогневого ураження досягається за допомогою інтеграції у відповідні функціональні модулі засобів розвідки, перешкод і вогневих комплексів шляхом їх об'єднання єдиною системою управління.

За допомогою засобів розвідки, зв'язку, передачі інформації миттєво отримується максимально повна й оперативна розвідувальна інформація, яка дозволяє реагувати на будь-який конфлікт, зміну обстановки в будь-якій місцевості, з метою контролю над ситуацією і прийняття необхідних рішень. Відбувається розробка нових глобальних військових систем розвідки, управління, зв'язку, створюються космічні комунікації інформаційних мереж. Поряд з цим, необхідно створювати системи, які будуть

ускладнювати завоювання противником інформаційної переваги для ефективного управління бойовими системами і зброєю. Доцільно відшукати уразливі місця систем управління, зв'язку, комп'ютерного забезпечення, розвідки і всебічного забезпечення бойових дій противника з метою виведення їх з ладу, що дозволить значно підвищити ефективність дій наших військ. Критичними елементами системи розвідки і управління противника завжди є радіоелектронні інформаційні засоби, подавлення, руйнація або знищення яких призводить до значного зниження можливостей щодо управління бойовими системами.

На сучасному етапі для ведення успішних бойових дій необхідні новітні засоби управління військами, сучасна техніка і озброєння, революційні принципи і підходи до створення систем зв'язку, управління, розвідки і радіоелектронної боротьби.

В цілому, проведений в статті аналіз завантаженості і насиченості частотного діапазону користувачами різноманітного походження дозволяє почати пошук шляхів підвищення ефективності радіоелектронного подавлення управління військами і зброєю противника, приступити до визначення можливих способів дезорганізації управління військами (силами) противника, а також до розробки рекомендацій по способам і формам бойового застосування різнорідних сил і засобів РЕБ сумісно із засобами вогневого ураження під час здійснення дезорганізації в інтересах виконання військами основних завдань операції.

Література

1. **Нечаев Ю. А.**, Донсков Ю.Е., Жихарев С.Н. К вопросу о способах и формах боевого применения сил и средств РЭБ // Военная мысль. – 2005. - №11. – С. 27-33.
 2. **Ласточкин Ю.** РЭБ: оружие асимметрического ответа, формат доступа <http://army-news.ru/> / 19.05.2014.
 3. **Волков Л. Н.**, М. С. Немировский, Ю. С. Шинаков. Системы цифровой радиосвязи: базовые методы и характеристики. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 392 с.
 4. **Огороднійчук М. Д.** Інтегровані та мобільні телекомунікаційні системи / М. Д. Огороднійчук. – К.:

НАОУ, 2002. – 72 с.
 5. **Слободянюк П. В.** Довідник з радіомоніторингу; під заг. ред. П. В. Слободянюка / П. В. Слободянюк, В. Г. Благодатний, В. С. Ступак. – Ніжин: Аспект-Поліграф, 2008. – 588 с.
 6. **Таненбаум Э.** Компьютерные сети / Э. Таненбаум. – М.: Питер, 2005. – 992 с.
 7. **Гринфилд Д.** Оптические сети / Д.Гринфилд. – М.: Diasoft, 2002. – 256 с.
 8. **Гепко И. А.** Комплементарные и спектрально-эффективные коды в радиотехнологиях четвертого поколения / И. А. Гепко. – К.: Зв'язок, 2008. – 224 с.

ДЕКОМПОЗИЦІЯ ЧАСТОТНОГО ДІАПАЗОНА ПО СИСТЕМАМ І СРЕДСТВАМ СВ'ЯЗИ

Александр Ярославович Салий (ад'юнкту кафедри)

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

В статье проведен анализ загруженности и насыщенности частотного диапазона пользователями различного происхождения, который позволяет определить приоритетные пути повышения эффективности радиоэлектронного подавления управления войсками и оружием противника. Необходимо определить возможные способы дезорганизации управления войсками (силами) противника на современном этапе развития вооруженной борьбы.

В современных условиях происходит значительное расширение используемого частотного диапазона, развитие цифровой связи, пакетных радиосетей, систем передачи данных. Проведенный анализ дает возможность исследовать и переосмыслить подход к структуре, планированию, применению и подготовке сил и средств РЕБ. Это в дальнейшем будет почвой для разработки методик, последовательное применение которых, позволит обеспечить высокое качество планирования операций (боевых действий) за счет оптимальной эффективности ведения радиоэлектронного подавления систем управления войсками и оружием противника.

Очень важно создать системы, которые будут усложнять завоевание противником информационного превосходства для эффективного управления боевыми системами и оружием. Возникает задание относительно поиска уязвимых мест систем управления, связи, компьютерного обеспечения, разведки и всестороннего обеспечения боевых действий противника с целью выведения их из строя, что позволит значительно повысить эффективность действий наших войск. Критическими элементами системы разведки и управления противника всегда являются радиоэлектронные информационные средства, подавление, разрушение или уничтожение которых приводит к значительному снижению его возможностей относительно управления боевыми системами.

Ключевые слова: радиоэлектронное подавление; связь; эффективность; информационное пространство.

FREQUENCY RANGE DECOMPOSITION ACCORDING TO COMMUNICATION SYSTEMS AND MEANS

Oleksandr Y. Saliy (Postgraduate Military Student)

National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine

We conducted analysis of frequency range occupation and engagement by the usury of various origin (civil or military) and written it out in the given article. It allows to define the priorities in the increase of efficiency of radio electronic suppression of enemy troops management at the present stage of development of armed conflict.

Nowadays there is a considerable expansion of the used frequency range, development of digicom, package radio networks, transmitting systems.

The given analysis results prompt further investigation anole make us reconsider approach to a structure, planning, application and preparation of REW forces and facilities. They will become future fundamentals to methodological background working out. It will provide us with high quality operations planning and to a maximum efficiency radio electronic suppression of troops and weapons. It is utterly important to create systems to prevent the enemy conquer the informational advantage in combat systems and weapons management.

There is a task on agenda to search vulnerable aspects of control systems, connections, IT supports, intelligence and all round enemy support in combat actions which is aimed at destroying it and increase friendly troops efficiency. The crucial elements of the enemy intelligence system are radio electronic information facilities, suppressed, destroyed or destructed of them will lead to a significant decreasing enemy capacity to manage combat systems.

Keywords: radio electronic suppression; communication; efficiency; information space.

References

1. Nechaev Ю. А., Donskov U.E., Giharev S.N. (2005), To the problem of methods and forms of battle application of forces and facilities of REW, [K voprosu o sposobah i formah boyvogo primeneniya sil i sredstv REB], The military idea, No. 11, pp. 27-33.
2. Lastochkin U., REW: weapon asymmetric response, form of access" [REB: oruzhie assymetricheskogo otveta], access format <http://army-news.ru/>, 19.05.2014.
3. Wolkov L. N., Nemirovskiy M. S., Shinakov U.S. (2005), Systems of digital radio contact: basic methods and descriptions, [Sistemy cifrovoy radiosvyazi: bazovye metody i harakteristiki], Moscow, Eko-trendz, p.392.
4. Ogorodnychuk M. D. (2002), Integrated and mobile telecommunication systems, [Integrovani ta mobilni telekomunikatsiyi sistemi], Kiev, NAOU, p. 72.
5. Slobodyanyuk P. V. (2008), A reference book in radiomonitoring, [Dovidnyk z radiomonitoringu], - edited by P. V. Slobodyanyuka, Nizhin, Aspekt-poligraf, p. 588.
6. Tanenbaum E. (2005), Computer networks [Komputernye seti], Moscow, Peter, p. 992
7. Grinfeld D. (2002), Optical networks, [Opticheskie seti], Moscow, Diasoft, p.256.
8. Gepko I. A. (2008), Complimentary and spectral-effective codes in radiotechnologies of fourth-generation, [Komplementarnye i spektralno-efektivnye kody v radiotekhnologiyah chetyrtogo pokoleniya], Kiev, Zv'yazok, p. 224.

Отримано: 5.11.2014 р.

*Анатолій Іванович Сбітнєв (д-р техн. наук, професор, провідний науковий співробітник науково-дослідної лабораторії)¹
Дмитро Анатолійович Бухал (ад'юнкт)²*

¹*Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна*

²*Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, Київ, Україна*

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ЩОДО ОЦІНЮВАННЯ ЗВ'ЯЗНОСТІ РАДІОСТАНЦІЙ-РЕТРАНСЛЯТОРІВ РУХОМОЇ СИСТЕМИ РАДІОЗВ'ЯЗКУ

Одним із найбільш ефективних способів протидії сучасним засобам радіоелектронної розвідки противника є створення рухомих систем радіозв'язку, здатних функціонувати на знижених потужностях.

В цих системах усі радіостанції мають однаковий статус і взаємодіють між собою напряму або за допомогою ретрансляції повідомлень через інші радіостанції. Однак, через рухомість радіостанцій-ретрансляторів та вплив на зв'язок дестабілізуючих факторів природного та штучного походження виникає проблема оцінювання зв'язності під час функціонування зазначених систем.

У статті запропоновано методичний підхід до оцінювання зв'язності радіостанцій-ретрансляторів за допомогою подання рухомої системи радіозв'язку у вигляді нечіткого графа через нечіткі околиці та межі вершин.

Зазначений підхід дозволяє вирішити задачу щодо оцінювання зв'язності у простому аналітичному вигляді з отриманням відповідного кількісного показника, уникнувши при цьому зайвої надмірності у розрахунках, яка притаманна традиційним методам.

Подальший розвиток методичного підходу надасть можливість вирішувати спеціальні тактичні задачі в галузі військового управління та зв'язку.

***Ключові слова:** рухома система радіозв'язку; зв'язність радіостанцій-ретрансляторів; функції належності; нечіткий граф; ступінь зв'язності.*

Вступ

Постановка проблеми. З метою досягнення інформаційної переваги провідні у воєнному відношенні країни продовжують створення та розвиток систем зв'язку, які поєднують розосереджені органи управління, війська (сили), засоби розвідки шляхом передачі даних про бойову обстановку між абонентами в масштабі часу, наближеному до реального. При цьому радіозв'язок залишається одним із основних родів зв'язку під час організації управління військами на тактичному рівні. Він відрізняється швидкістю встановлення, гнучкістю та практично незамінний у складних маневрених умовах ведення бойових дій.

Для захисту радіозв'язку на усю глибину оборони від радіоелектронної розвідки противника досить ефективною є робота радіостанцій на малих потужностях. Найбільш перспективними для такого способу організації зв'язку на тактичному рівні є рухомі системи радіозв'язку (РСР), в яких радіостанції мають однаковий статус і взаємодіють одна з одною в зоні радіовидимості або за допомогою ретрансляції повідомлень через інші радіостанції. У цьому випадку просторовий розмах РСР обмежується тільки кількістю радіостанцій-ретрансляторів та граничною відстанню поширення радіосигналів.

Однак, своєчасність та достовірність зв'язку безпосередньо залежить від зв'язності радіостанцій-ретрансляторів між собою (під зв'язністю розуміється наявність зв'язку між будь-

якими радіостанціями-ретрансляторами РСР у заданий період часу).

Зв'язність РСР не є сталою та ускладнюється нестационарністю середовища розповсюдження, мобільністю її елементів, а також впливом значної кількості дестабілізуючих факторів природного та штучного походження. Завдяки зв'язності структура системи в один інтервал часу може бути оптимальною порівняно з іншим часовим інтервалом. Підвищення зв'язності дозволяє забезпечувати високу стійкість функціонування РСР під впливом різних вражаючих факторів та необхідний рівень розвідуваності.

Тому задача оцінювання зв'язності радіостанцій-ретрансляторів рухомої системи радіозв'язку становить значний практичний інтерес під час розроблення перспективних систем зв'язку тактичного рівня управління та є актуальною проблемою для галузі військового управління та зв'язку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз досліджень з цієї проблематики свідчить про те, що вирішенню задачі оцінювання зв'язності різних елементів систем радіозв'язку приділяється досить велика увага.

Так, ряд закордонних авторів зосередився на розгляді зв'язності в умовах, коли кількість радіостанцій-ретрансляторів РСР наближається до нескінченності. В [1] доведено, що у випадку наближення кількості радіостанцій до нескінченності, ймовірність зв'язності системи наближається до одиниці. Також досліджується

критична відстань радіозв'язку, від якої безпосередньо залежить зв'язність між двома радіостанціями-ретрансляторами, що більш детально відображено у [2-5].

Вітчизняні автори розглядають питання щодо підвищення зв'язності РСР через вирішення задачі Штейнера для відповідної кількості вузлів графа. Рішення цієї задачі полягає у введенні у структуру системи додаткового вузла, що забезпечує найкраще з'єднання з найближчими вузлами. Також для рішення задачі Штейнера використовуються наближені алгоритми Злотова А.В.-Хачатурова В.Р. [6], евристичні алгоритми Лотарьова Д.Т. [7] та асимптотично оптимальний алгоритм Єрзіна А.І. [8].

Крім того, проблемам оцінювання зв'язності систем радіозв'язку присвячені роботи радянських вчених Додонова А.Г., Кузнецова М.Г., Вишневського В.М., Білоцерківського В.М., Мельникова Ю.Є., Малашенка Ю.Є. та інших. У деяких з них розроблені аналітичні моделі, які дозволяють проводити розрахунки зв'язності РСР за умови знаходження системи у стаціонарному положенні.

Загалом можна зазначити, що дослідження в даній області ведуться із середини 20 століття, створено багато імовірнісних поліноміальних моделей та моделей, побудованих за допомогою методів штучного інтелекту. Однак, значна частина досліджень має досить формальне відношення до проблеми визначення зв'язності та обтяжена великою кількістю обчислень. До того ж багатьма дослідниками РСР переважно представляється у вигляді графа, вузлами якого є радіостанції-ретранслятори, а його ребрами – зв'язки між вузлами.

Подання графів при цьому зазвичай здійснюється за допомогою матриць суміжності та багатозв'язних списків з використанням покажчиків. Але таке подання під час оцінювання зв'язності між будь-якими вузлами графа виявляється суттєво надмірним, оскільки для матриць суміжності має місце велика розрідженість матриць, а для багатозв'язних списків – застосування додаткових спеціальних програмних засобів.

Враховуючи визначені проблемні питання, метою статті є розроблення методичного підходу щодо оцінювання зв'язності радіостанцій-ретрансляторів РСР. Під час рішення цієї задачі необхідно отримати інший метод опису РСР, вільний від перелічених недоліків.

Методи дослідження

У ході дослідження було застосовано метод околів та меж для нечітких графів.

Виклад основного матеріалу дослідження

Дослідження організації зв'язку РСР на тактичному рівні свідчать про те, що існує багато факторів, які складно піддаються формалізації, але значною мірою впливають на зв'язність системи

(сезонні природні явища та метеорологічні умови, вихід радіостанцій-ретрансляторів за межі радіобачення, наявність перешкод місцевості, які можуть суттєво змінювати умови розповсюдження радіохвиль тощо). Зазначене є джерелом невизначеності наявності зв'язності між радіостанціями-ретрансляторами РСР через важкопрогнозованість, неповноту та неточність встановлення і підтримання зв'язку. В свою чергу, це викликає появу нечіткостей під час створення графових моделей РСР.

Вирішення задачі оцінювання зв'язності радіостанцій-ретрансляторів РСР пропонується здійснити за допомогою подання нечітких графів через нечіткі околи та межі вершин (вузлів). При цьому найкращою моделлю вирішення зазначеної задачі є розмічений граф. Тому для розмітки графа доцільно застосовувати теорію нечітких множин і визначати функцію належності, яка відображає ступінь зв'язності радіостанцій-ретрансляторів РСР між собою.

Суть методу околів та меж полягає в тому, що необхідно задати граф у вигляді околів (рис. 1).

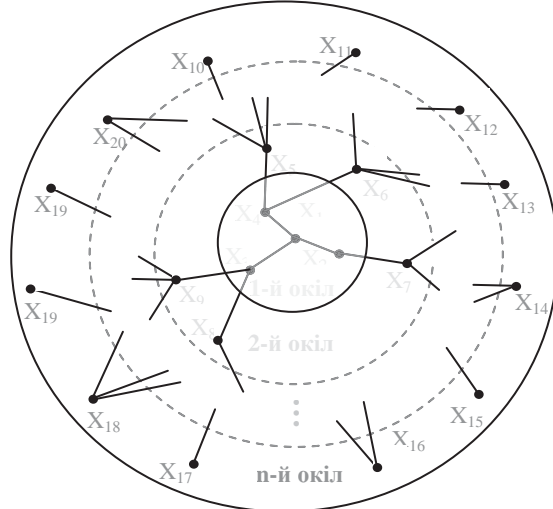


Рис. 1. Околі та межі вузлів графу рухомої системи радіозв'язку

Першим околом S_i^1 вузла x_i називається множина кінцевих вузлів для ребер, інцидентних x_i , і сам вузол x_i .

Для такої множини істинним є вираз:

$$\forall x_j \in X \left\{ \begin{array}{l} x_j \in S_i^1 \leftrightarrow \exists \langle x_i, x_j \rangle \\ \left[\langle x_i, x_j \rangle \in F \langle x_i, x_j \rangle \vee (x_i = x_j) \right] \end{array} \right\}, \quad (1)$$

де $i \in I = \{1, 2, \dots, n\}$, $j \in J = \{1, 2, \dots, m\}$.

Тоді n-й окіл вузла x_i за індукцією визначається як:

$$S_i^n = \bigcup_{x_j \in S_i^{n-1}} S_j^1. \quad (2)$$

Це означає, що n-й окіл вузла x_i може бути отриманий шляхом додавання до (n-1)-го околів множини сусідства, тобто кінцевих вузлів ребер, інцидентних з S_i^{n-1} . При цьому $S_i^1 \subseteq S_i^2 \subseteq \dots \subseteq S_i^n$.

Подання графа робиться через перерахування перших околів його вузлів:

$$L = \{S_i^1, x_i \in X\}, \quad (3)$$

де $S_i^1 = \{x_i\}$, $i \in I = \{1, 2, \dots, n\}$, $j \in J = \{1, 2, \dots, m\}$.

При цьому функції належності для множин-околів вузлів графа задаються за формулою:

$$\mu_A(x) = \min_i [\mu_{A_i}(x)], \quad (4)$$

де $i = \overline{1, n}$ – номер фактора впливу на зв'язність РСР.

Для прикладу проведемо оцінювання зв'язності між вузлами 1 та 6 графа РСР (рис. 2). Ступінь зв'язності радіостанцій-ретрансляторів РСР між собою буде відображатися функціями належності $\mu_A(x)$ між вузлами нечіткого графа для кожної ділянки шляху.

Для варіанта організації РСР, відображеної на рис. 2, припустимо, що було встановлено такі результуючі функції належності для кожної ділянки шляху:

- $S_1^1 = \{ < 0,9/2 > \};$
- $S_2^1 = \{ < 0,9/1 >, < 0,8/3 >, < 0,8/6 > \};$
- $S_3^1 = \{ < 0,8/2 >, < 0,7/4 >, < 0,6/5 >, < 0,8/6 >, < 0,3/8 > \};$
- $S_4^1 = \{ < 0,7/3 > \};$
- $S_5^1 = \{ < 0,6/3 >, < 0,5/7 >, < 0,9/8 > \};$
- $S_6^1 = \{ < 0,8/2 >, < 0,8/3 >, < 0,9/8 >, < 0,7/9 > \};$
- $S_7^1 = \{ < 0,5/5 >, < 0,4/8 >, < 0,5/10 > \};$
- $S_8^1 = \{ < 0,3/3 >, < 0,9/5 >, < 0,9/6 >, < 0,4/7 >, < 0,4/9 > \};$
- $S_9^1 = \{ < 0,7/6 >, < 0,4/8 > \};$
- $S_{10}^1 = \{ < 0,5/10 >, < 0,7/11 > \};$
- $S_{11}^1 = \{ < 0,7/11 > \}.$

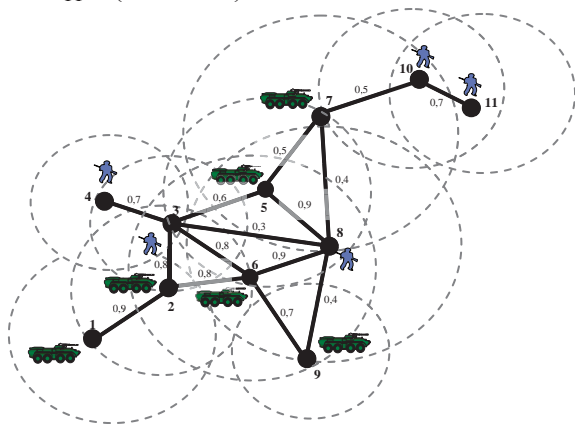


Рис. 2. Граф рухомої системи радіозв'язку, розмічений через функції належності

Далі знаходяться функції належності для послідовних відрізків (а,б) і (б,в) з відомими

$\mu(a, б)$ та $\mu(б, в)$ [9]:

$$\mu(a, в) = \min[\mu(a, б); \mu(б, в)]. \quad (5)$$

Наприклад, за моделлю з розміткою графа РСР функціями належності зв'язність між вузлами 1 та 6 (рис. 3) буде дорівнювати:

$$\mu(1,6) = \max \left[\begin{array}{l} \min(1, 2, 6); \\ \min(1, 2, 3, 8, 6); \\ \min(1, 2, 3, 6); \\ \min(1, 2, 8, 9, 6); \\ \min(1, 2, 3, 5, 8, 6); \\ \min(1, 2, 3, 5, 7, 8, 6); \\ \min(1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 6) \end{array} \right] = \max[0,8; 0,3; 0,8; 0,3; 0,6; 0,4; 0,4] = 0,8.$$

У результаті отримуємо найбільш зв'язні шляхи між вузлами 1 та 6 (рис. 2):

$$\mu(1, 6) = \mu(1, 2, 6) = 0,8;$$

$$\mu(1, 6) = \mu(1, 2, 3, 6) = 0,8.$$

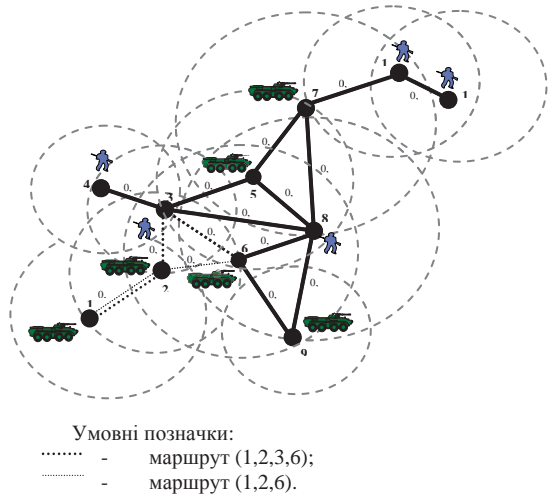


Рис. 3. Найбільш зв'язні шляхи між 1 та 6 вузлами графа рухомої системи радіозв'язку

Висновки й перспективи подальших досліджень

У статті запропоновано методичний підхід щодо оцінювання зв'язності радіостанцій-ретрансляторів РСР. На основі методу околів та меж отримані відповідні залежності, що дозволило на наведеному прикладі розрахувати кількісну величину зв'язності між визначеними радіостанціями-ретрансляторами. Зазначений підхід дозволяє вирішити задачу щодо оцінювання зв'язності у простому аналітичному вигляді, уникнувши при цьому зайвої надмірності, що притаманна традиційним способам подання графів.

Напрямом подальших досліджень вважається пошук оптимального критерію обрання найкращого маршруту між радіостанціями-ретрансляторами РСР у випадку однакової їх зв'язності, що надасть можливість вирішувати спеціальні тактичні задачі в галузі військового управління та зв'язку.

Література

1. Piret, P. On the connectivity of radio networks [Текст] : IEEE Transactions on Information Theory 37, 5 (1991), pp. 1490–1492. 2. Gupta, P. Kumar P.R., Critical power for asymptotic connectivity in wireless networks [Текст] : P. Gupta, and P.R. Kumar. – Stochastic Analysis, Control, Optimization and Applications, 1998. 3. Philips, Thomas K Connectivity Properties of a Packet Radio Network Model [Текст] : Thomas K Philips, Shivendra S. Pandwar, Asser N. Tantawi IEEE Transactions on Information Theory, p.1044-1047, September 1989. 4. Yuan-Chieh Cheng, Critical Connectivity Phenomena in Multihop Radio Models [Текст] : Yuan-Chieh Cheng, Thomas G. Robertazzi, IEEE Transactions on Communications, vol.1.37. 5. Gilbert, E. N. Random plane networks [Текст] : JSoc. Indust. Appl.Math, vol.1.9, pp.533-543, December 1961. 6. Злотов, А.В. Применение аппроксимационно-комбинаторного метода для решения задач построения оптимальных сетей с нелинейными функциями стоимости ребер. [Текст] : А.В. Злотов, В.Р. Хачатуров, Сообщения по прикладной математике. М.: ВЦ АН СССР, 1984. 7. Лотарев, Д. Т. Задача Штейнера для транспортной сети на поверхности, заданной цифровой моделью [Текст] : АИТ. 1980. № 10. С. 104-115. 8. Ерзин, А. И. Асимптотический подход к решению задачи Штейнера с вогнутой функцией стоимости потока. [Текст] : Препринт № 4. Новосибирск: Ин-т мат. СО АН СССР, 1983. 9. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств / А. Кофман. – М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНИВАНИЮ СВЯЗНОСТИ РАДИОСТАНЦИЙ-РЕТРАНСЛЯТОРОВ ПОДВИЖНОЙ СИСТЕМЫ РАДИОСВЯЗИ

*Анатолій Іванович Сбитнев (д-р техн. наук, професор, ведучий научний співробітник науково-дослідницької лабораторії)¹
Дмитрій Анатольєвич Бухал (ад'юнкт)²*

¹*Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна*

²*Центральний науково-дослідницький інститут Збройних Сил України, Київ, Україна*

Одним из наиболее эффективных способов противодействия современным средствам радиоэлектронной разведки противника является создание подвижных систем радиосвязи, функционирующих на пониженных мощностях.

В этих системах радиостанции имеют одинаковый статус и взаимодействуют между собой напрямую или с помощью ретрансляции сообщений через другие радиостанции. Однако, из-за подвижности радиостанций-ретрансляторов и воздействия на связь дестабилизирующих факторов естественного и искусственного происхождения возникает проблема оценивания связности во время функционирования указанных систем.

В статье предложен методический подход к оцениванию связности радиостанций-ретрансляторов с помощью подачи подвижной системы радиосвязи в виде нечеткого графа через нечеткие окрестности и границы вершин.

Этот подход позволяет решить задачу оценивания связности в простом аналитическом виде с получением соответствующего количественного показателя, избежав при этом чрезмерности в расчетах, которая присуща традиционным методам.

Последующее развитие методического подхода даст возможность решать специальные тактические задачи в области военного управления и связи.

Ключевые слова: подвижная система радиосвязи; связность радиостанций-ретрансляторов; функции принадлежности; нечеткий граф; степень связности.

METHODOLOGICAL APPROACH TO THE ESTIMATING RADIO TERMINAL-RETRANSMITTERS CONNECTIVITY OF MOBILE RADIO SYSTEM

Anatolii I. Sbitniev (Doctor of Technical Sciences, Professor, Leading Research Fellow of Research Laboratory)¹

Dmytro A. Bukhal (Postgraduate Military Student)²

¹*National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine*

²*Central Scientific Research Institute of Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

One of the most effective technique to counteract enemies modern electronic reconnaissance facilities is creation mobile radio communication systems which can function with reduce power.

In these systems radio terminals have equal status and interact with each other directly or via relaying messages thought other ones. However, mobility radio terminal-retransmitters and existing destabilizing natural and manufactured factors with an influence on communication give a problem to estimate connectivity during functioning these systems.

In this paper it is proposed the methodological approach to estimate radio terminal-retransmitters connectivity of mobile radio systems using fuzzy graphs through fuzzy neighborhoods and boundaries.

The approach allows solving the problem of estimating connectivity in simple analytic form. This form gets corresponding quantitative rate and avoids excessiveness in calculations which are inherent in traditional methods.

Subsequent progress with the methodological approach will give us an chance to solve special tactical tasks in military control and communication area.

Keywords: mobile radio system; radio terminal-retransmitters connectivity; membership functions; fuzzy graph; degree of connectivity.

References

- 1. Piret P.** (1991), On the connectivity of radio networks, IEEE Transactions on Information Theory 37, pp. 1490–1492.
- 2. Gupta P. Kumar P.R.** (1998), Critical power for asymptotic connectivity in wireless networks. – Stochastic Analysis, Control, Optimization and Applications, p. 115
- 3. Philips, Thomas K** (1989) Connectivity Properties of a Packet Radio Network Model, IEEE Transactions on Information Zlieory, p.1044-1047.
- 4. Yuan-Chieh Cheng,** Critical Connectivity Phenomena in Multihop Radio Models, IEEE Transactiorvls on Communications, vol.37.
- 5. Gilbert E. N.** (1961) Random plane networks JSoc. Indust. Appl.Math, vo1.9, pp.533-543,
- 6. Zlotov A.V.** Application of approximation-combinative method for solution a problem of creation optimal networks with non-linear functions value ribs. [*Primenenie aproksimatsionno-kombinatornogo metoda dlya resheniya zadach postroeniya optimalnyh setey s nelineynymi funktsiyami stoimosti reber*], CC AS USSR, M., 1984.
- 7. Lotar'ov D. T.** (1980) Stainer problem for transport network surface specified of digital model [*Zadacha Sheynera dlya trasportnoy seti na poverhosti, zadannoy tsifrovoy model'yu*], AIT, № 10, pp.104-115.
- 8. Yerzin, A. I.** (1983) Asymptotic approach to solution Stainer problem with concave function stream value [*Asimptoticheskiy podhod k resheniyu zadachi Steynera s vognutoy funktsiey stoimosti potoka*]. N, № 4, MI CO AS USSR.
- 9. Kofman A.** (1982) Introdaction to theoty of fазzy sets [*Vvedenie v teoriyu nechetkih mnozhestv*]. Radio and communication, M 1982, p. 432.

Отримано: 19.09.2014 року

Олег Ярославович Сова (канд. техн. наук, с.н.с., докторант)

Валерій Антонович Романюк (д-р. техн. наук, професор, заступник начальника інституту)

Павло Васильович Жук (канд. техн. наук, доцент, начальник факультету)

Віталій Миколайович Ошурко (ад'юнкт)

Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації Державного університету телекомунікацій, Київ, Україна

МЕТОД КООРДИНАЦІЇ ЦІЛЬОВИХ ФУНКЦІЙ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ВУЗЛАМИ ТАКТИЧНИХ МОБІЛЬНИХ РАДІОМЕРЕЖ

Суть методу полягає в тому, що у якості характеристики прийнятих рішень з координації цільових функцій інтелектуальних систем управління вузлами мобільних радіомереж запропоновано використовувати функції їх належності до підмножини ефективних, допустимих і скоординованих рішень. Це дозволить не тільки встановлювати наявність або відсутність внутрішньосистемних конфліктів і їх природу, але й корегувати параметри вузлів та призначати режими їх роботи відповідно до ситуації, яка склалася в мобільній радіомережі.

Ключові слова: інтелектуальна система управління; цільові функції; мобільні радіомережі.

Вступ

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основне завдання тактичних мереж полягає в організації зв'язку для бойових підрозділів в умовах, де відсутній доступ до мереж фіксованого зв'язку. Дані мережі характеризуються частими змінами топології через мобільність вузлів і втрату зв'язності, пов'язану з відсутністю прямої видимості між вузлами. За таких умов здатність до самоорганізації та самовідновлення, які притаманні мобільним радіомережам (МР) класу MANET (Mobile Ad-Hoc Network) [1], робить їх ідеальними для використання в тактичних військових мережах зв'язку.

В ході попередніх досліджень було показано, що ефективне функціонування МР неможливе без наявності системи управління (СУ) в складі кожного мобільного вузла [2]. З метою прийняття рішень вузловою СУ в умовах невизначеності, якими характеризується функціонування МР, в [3] запропоновано інтелектуалізувати процес управління вузлами МР шляхом використання технологій обробки даних та отримання знань.

Постановка наукового завдання. Критерієм оптимальності рішень, прийнятих інтелектуальною СУ (ІСУ) вузлом МР, що відображає ступінь досягнення поставленої цілі (цілей), є цільова функція управління (ЦФ). Це деяка кількісно вимірювана величина, яка є функцією вхідних і вихідних змінних, параметрів об'єкта управління і часу. В [4] показано, що основними користувальницькими (вузловими) ЦФ можуть бути: максимізація пропускної спроможності, мінімізація часу доставки повідомлень, мінімізація потужності передачі та максимізація часу функціонування МР шляхом управління витратами енергоресурсів.

До особливостей зазначених ЦФ можна віднести те, що більшість з них залежать одна від одної, а також можуть заперечувати одна-одній. Наприклад, бажання мінімізувати витрати енергії батарей абонентів призведе до росту кількості ретрансляцій або довжини маршруту передачі і, відповідно, збільшення часу передачі повідомлень. У зв'язку з цим *актуальним є наукове завдання*, яке полягає в координації рішень, що приймаються вузловими ІСУ в процесі функціонування МР.

Враховуючи вищезазначене, **метою** даної статті є розробка методу координації цільових функцій вузлових ІСУ в тактичних МР. **Об'єктом дослідження** є процес прийняття рішення ІСУ з управління вузловими та мережевими ресурсами. **Предметом дослідження** є методи координації цільових функцій ІСУ вузлів, які приймають участь у передачі інформації.

Виклад основного матеріалу дослідження

За необхідності передачі інформації, вузлова ІСУ повинна здійснити вибір ЦФ, які залежать від (рис. 1) [4]:

стану вузла, що визначається його параметрами та наявними ресурсами;

стану мережі (визначається станом вузлів, каналів, напрямків, зони та всієї мережі, наявністю ресурсів та динамікою їх зміни);

типу інформації (трафіка), який визначає вимоги до якості передачі (час затримки передачі та його варіація, кількість помилок тощо).

Стан вузла можна описати наступними параметрами: навантаження, якість обслуговування трафіка, розмір черг, кількість радіоканалів з сусідами, мобільність, наявні чи необхідні маршрути передачі, тощо [4]. Ресурсами

вузла є апаратні (енергія батарей, швидкодія процесорів, потужність передавача, тощо), алгоритмічні або програмні (множина алгоритмів або протоколів управління на різних рівнях моделі

OSI та функціональних підсистемах), радіоресурс, тощо. Кожен вузол збирає інформацію про ситуацію, що склалася в МР та за сукупністю показників визначає її стан [4].

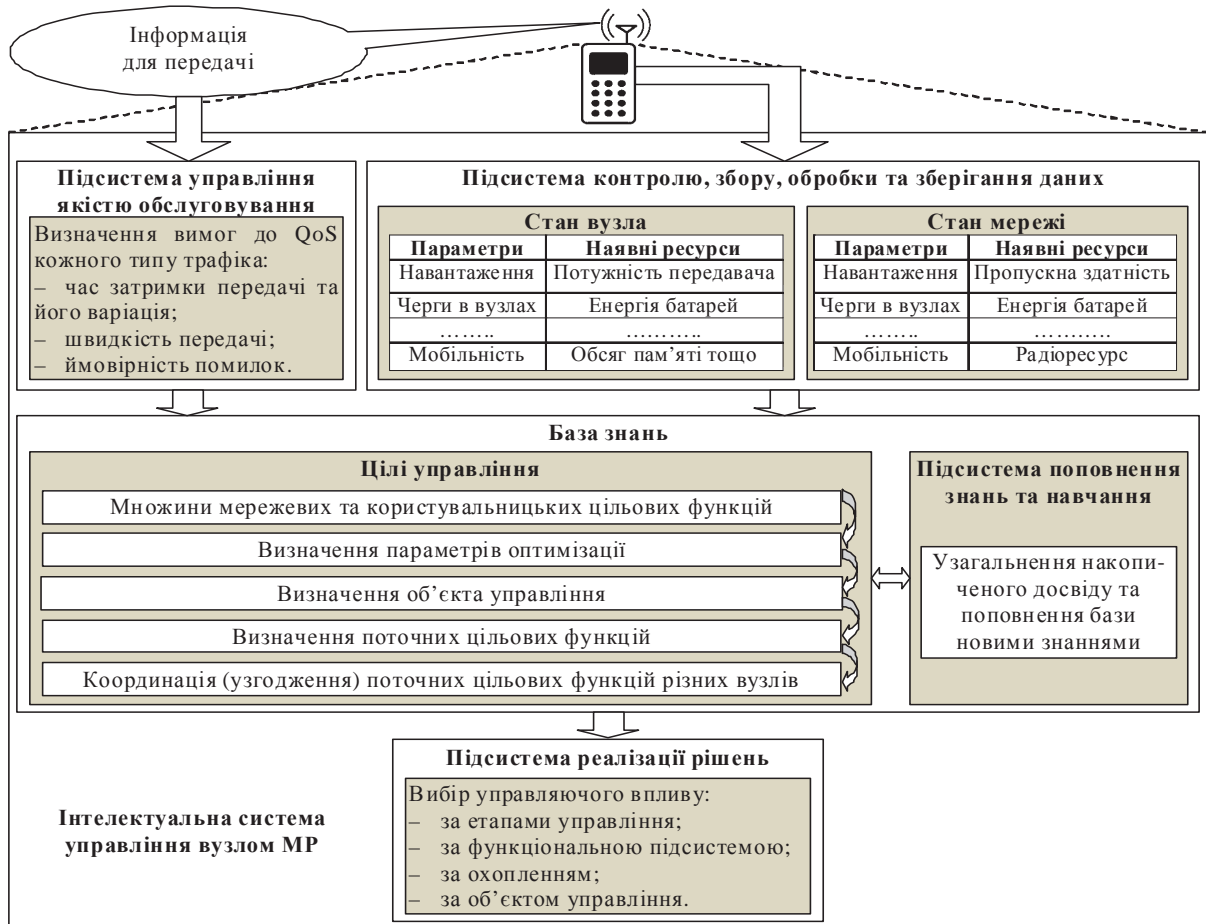


Рис. 1. Схема визначення цільових функцій системою управління вузла

В базі знань, на основі інформації про стан вузла, МР та вимог до якості обслуговування того чи іншого типу трафіка, визначаються цільові функції управління вузлом, об'єкти та параметри оптимізації, а також здійснюється координація поточних цільових функцій різних вузлів які приймають участь у передачі інформації.

Як зазначалося вище, до основних користувацьких ЦФ можна віднести оптимум (обмеження) наступних параметрів: пропускна спроможність, час затримки передачі повідомлень, потужність передавача, енергія (витрати енергії) батарей. В якості критеріїв зазначених цільових функцій можуть бути:

1. Максимум (обмеження) пропускної спроможності S^* (каналу, маршруту чи напрямку зв'язку):

$$S^* \rightarrow \max S (S^* \geq S_{зад}).$$

2. Мінімум (обмеження) потужності передачі P^* (окремого вузла, маршруту чи напрямку зв'язку):

$$P^* \rightarrow \min P (P^* \leq P_{зад}).$$

3. Максимум часу функціонування через мінімум (обмеження) витрат енергоресурсу E^* (батарей окремого вузла, або вузлів, з яких складається маршрут чи напрямок передачі):

$$E^* \rightarrow \min E (E^* \leq E_{зад}).$$

4. Мінімум часу затримки доставки пакетів t_3 (обмеження часу доставки пакетів):

$$t_3^* \rightarrow \min t_3 (t_3^* \leq t_{3зад}).$$

Однак, в умовах постійної зміни ситуації в МР досягнення максимальних (мінімальних) значень критеріїв не завжди є можливим чи доцільним, так як вимагатиме значних затрат вузлових та мережеских ресурсів. Тому, у [5] авторами запропоновано використання користувацької оптимізації, яка передбачає, що оптимальне управлінське рішення $w^*(t)$, прийняте вузловою ІСУ, повинно відповідати обмеженням на вузлові та мережескі ресурси Ω при оптимізації цільової функції C , заданої у вигляді вектору:

$$w^*(t) = \arg \text{opt}_{w(t) \in \Omega} C(x(t), w(t)), \quad (1)$$

де

$$C = \{S(x), t_c(x), P(x), E(x)\}; \quad (2)$$

$$x(t) = \{\xi(t), e_{\sigma}(t), \Gamma_{\xi}(t), \omega(t), O(t), B(t), b(t)\}; \quad (3)$$

при виконанні обмежень на ресурс та вимог до якості обслуговування ξ -го типу трафіка (мова, відео, дані)

$$\Omega = \{p \leq p_{ijmax}, s \leq s_{ijmax}, t_3^{\xi} \leq t_{3max}^{\xi}, \omega \leq \omega_{max}, e_{\sigma i} \leq e_{\sigma max}\}, \quad (4)$$

де $x(t)$ – множина параметрів, які характеризують стан вузла МР; S – пропускна спроможність; t_3 – середній час затримки передачі пакетів; P – потужність передачі; $\omega(t)$ – інтенсивність зміни топології; $\Gamma_{\xi}(t)$ – вхідне навантаження i -го вузла МР; $e_{\sigma i}$ – ємність батарей i -го вузла; s_{ij} – пропускна спроможність каналу ij ; P_{ij} – потужність передачі в каналі ij ; t_3^{ξ} – час затримки передачі пакетів ξ -типу, $V_{ст}$ – об'єми службового трафіка; $O(t)$ – об'єм інформації; $B(t)$ – вимоги до безпеки інформації; $b(t)$ – кількість адресатів.

Крім того, у ході функціонування МР може скластися необхідність в одночасному задоволенні кількох критеріїв, які мають різну фізичну природу і частина з них потребує максимізації (пропускна спроможність та час функціонування МР), а частина – мінімізації (потужність передачі та час затримки передачі пакетів). Тобто, в один і

той же момент часу ЦФ різних мобільних вузлів можуть суперечити одна-одній, що призводить до появи внутрішньосистемних конфліктів двох видів:

- *внутрішньорівневі* – виникають через несумісність користувальницьких цілей окремих вузлів у рамках заданої структури МР і обмежень;
- *міжрівневі* (між вузлом-координатором та підлеглими вузлами) – пов'язані з тим, що системна ЦФ, визначена вузлом-координатором, не збігається з ЦФ підлеглих вузлів.

Для зменшення або усунення зазначених конфліктів пропонується виділення в структурі МР вузла-координатора, який для вирішення задачі координації може використовувати відповідні методи, котрі, в залежності від організаційної структури МР (централізована чи децентралізована), діляться на два класи: ітеративні та безітеративні [6].

Розглянемо постановку задачі координації ЦФ вузлів мобільної радіомережі, яка функціонує за децентралізованим принципом, що передбачає рівноправність усіх вузлів у ході прийняття рішень. Для реалізації функцій координатора у МР вибирається головний вузол зони (чи мобільна базова станція), виділений з-поміж інших за певною ознакою (апаратні характеристики, місце розташування в топології радіомережі, кількість сусідів, тощо). Враховуючи зазначене, схема СУ мобільною радіомережею може бути представлена у вигляді сукупності вузлових ІСУ двох рівнів (рис. 2).

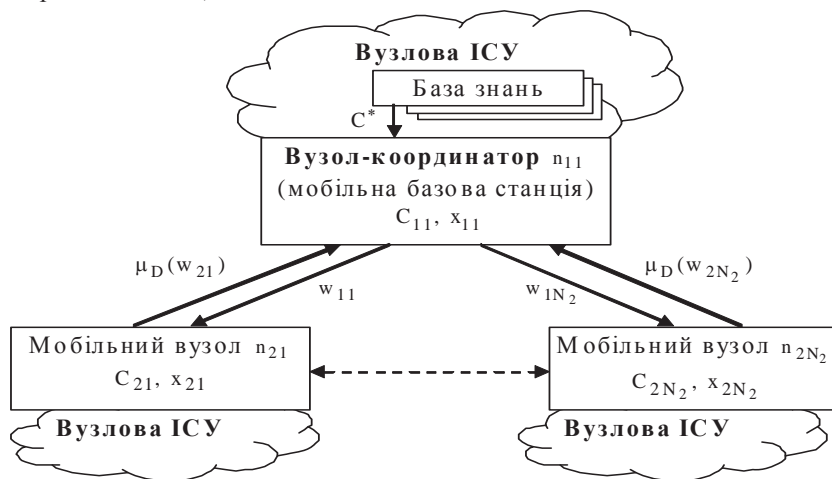


Рис. 2. Схема взаємодії вузлів у дворівневій системі управління МР

Введемо наступні позначення: L – загальна кількість рівнів у СУ радіомережею (для системи на рис. 2 $L = 2$); N_l – загальна кількість мобільних вузлів на l -му рівні $l \in [1:L]$ (для нашого прикладу $N_2 \geq 2$); n_{li} – i -й вузол l -го рівня. $N_1 = 1$ – на першому рівні наявний лише вузол-координатор – головний вузол зони (мобільна базова станція).

ЦФ вузла-координатора запишемо, як

$$C_{11}(w_1, x_{11}) \rightarrow \text{opt}, \quad (5)$$

де $w_1 = \{w_{1i}\}$, $i \in [1:N_2]$ – вектор рішень, що приймаються вузлом-координатором (мобільною базовою станцією) по відношенню до підлеглих вузлів другого рівня; x_{11} – множина параметрів, що характеризують стан вузла-координатора.

Використання ЦФ вузла-координатора (мобільної базової станції) в якості системної цільової функції всієї МР (чи її зони) призведе до

значного ускладнення задачі оптимізації, а також не дозволить врахувати власні ЦФ підлеглих мобільних вузлів під час прийняття рішень з управління ресурсами МР чи її зони. Крім того, системна цільова функція МР не має прямої залежності від рішень, які приймаються вузловими ІСУ нижчого рівня, що ускладнює вибір режимів їх роботи. Тому вважатимемо, що для кожного мобільного вузла другого рівня задані свої цільові функції

$$C_{2i}(w_{2i}, x_{2i}) \rightarrow \text{opt}, \quad (6)$$

де $w_{2i}, i \in [1: N_2]$ – рішення, що приймаються i -м вузлом другого рівня; x_{2i} – множина параметрів, що характеризують стан i -го вузла другого рівня.

Системна цільова функція C_{11}^* формується базою знань вузла-координатора на основі інформації про стан підлеглих вузлів та самого вузла-координатора. Дана інформація надходить до бази знань у вигляді вектору показників стану вузла-координатора F_{11} та векторів показників стану вузлів другого рівня $F_{2i}, i \in [1: N_2]$. З урахуванням виразів (5) та (6) системна цільова функція C_{11}^* матиме вигляд:

$$C_{11}^* = \left\{ C_{11}(w_1, F_{11}); C_{21}(w_{21}, F_{21}), \dots \right\}_{w_{1i} \in \Omega} \rightarrow \text{opt}, \quad (7)$$

Основна відмінність між вектором рішень $w_1 = \{w_{1i}\}$ та рішеннями w_{2i} , що приймаються вузлами другого рівня, полягає в тому, що на рівні вузла-координатора вирішуються питання розподілу мережевих та вузлових ресурсів, питання допустимості параметрів та ефективності режимів функціонування вузлів, а також координації ЦФ вузлів, шляхом встановлення відповідних значень векторних критеріїв $\Phi_{1i}(x_{1i})$.

У свою чергу, рішення вузлів другого рівня пов'язані лише з реалізацією управляючих впливів щодо вибору необхідних параметрів та режимів їх функціонування, з урахуванням критеріїв, надісланих вузлом-координатором. Тобто, при переході з нижчого на вищий рівень системи управління МР втрачається деяка інформація про деталі функціонування вузлів, але з'являється можливість оцінити функціонування МР з системної точки зору. При цьому, найбільш детально при аналізі розглядаються тільки ті вузли, в яких спостерігається істотне відхилення параметрів функціонування від оптимальних значень, а все, що не відіграє особливої ролі з системної точки зору, виключається з подальшого розгляду.

В табл. 1 наведена взаємозалежність між векторними критеріями та управляючими рішеннями, які можуть бути прийняті ІСУ мобільних вузлів для досягнення системної цільової функції.

Таблиця 1

Взаємозалежність між векторними критеріями та управляючими рішеннями ІСУ мобільних вузлів

Критерій вузлової ЦФ (C_{1i})	Управляючі рішення ($w = \{w_{1i}\}$)
Максимум (виконання обмеження) спроможності пропускну	Мінімізація взаємних завад при передачі інформації Мінімізація об'ємів службового трафіка Побудова незалежних маршрутів передачі
Мінімум (виконання обмеження) часу доставки пакетів	Оптимізація топології зони мережі Побудова незалежних маршрутів передачі Побудова найкоротшого маршруту(тів) заданої якості
Мінімум (виконання обмеження) потужності передачі	Використання режиму „сон” Використання спрямованих антен Побудова найкоротших маршрутів Оптимізація топології зони мережі
Максимум (виконання обмеження) часу функціонування вузла (мережі)	Використання енергозберігаючих методів маршрутизації інформації Використання режиму „сон” Мінімізація використання енергії батарей

Враховуючи все вищезазначене, вирішення задачі координації цільових функцій ІСУ вузлів МР, які приймають участь у передачі інформації, полягає в знаходженні таких управляючих рішень на кожному з рівнів СУ радіомережею, які б у сукупності задовольняли системній цільовій функції C_{11}^* . Для вирішення задачі координації в багаторівневих СУ найчастіше використовуються ітеративні методи, які потребують постійного обміну інформацією між координатором та підлеглими вузлами про стан МР чи її зони. Однак, в умовах частої зміни топології МР це призведе до

значних затрат вузлових та мережевих ресурсів [6], тому задачу координації ЦФ вузлів, що приймають участь у передачі інформації в МР, пропонується вирішувати з використанням безітеративного методу координації.

Метод координації цільових функцій вузлів МР з використанням нечіткої логіки. При моделюванні дворівневої системи управління МР важливим є опис вузлів у якості взаємопов'язаних підсистем, кожна з яких переслідує власні цілі. Однак, динамічна природа МР, яка унеможливує збір повної інформації про стан МР, та

багатовекторність критеріїв її функціонування ускладнюють побудову математичної моделі ІСУ мобільною радіомережею на основі використання класичних методів динамічного програмування. Тому, для розробки безітеративного методу координації запропоновано використання теорії нечітких множин спільно з теорією ієрархічних багаторівневих систем [7 – 10].

З одного боку, застосування принципів системного аналізу, при описі елементів СУ мобільної радіомережі, сприятиме відображенню внутрішньорівневої та міжрівневої взаємодії вузлів МР, що забезпечить цілісність її розгляду, як складної системи, і дозволить:

вирішувати завдання з управління вузловими та мережевими ресурсами на всіх рівнях управління з позиції системної мети, що задається системною ЦФ;

розглянути функціонування системи управління МР на основі врахування основних процесів, елементів СУ і зв'язків між ними, що дозволить отримати достовірні оцінки стану вузлів МР та визначити вимоги до параметрів їх функціонування з метою передачі інформації із заданою якістю обслуговування;

достатньо спростити модель СУ радіомережею і, водночас, забезпечити адекватне відображення реального процесу управління вузловими і мережевими ресурсами в МР.

З іншого боку, використання для опису СУ мобільною радіомережею теорії нечітких множин позбавить необхідності точно задавати значення всіх параметрів та їх межі, що є дуже складним процесом для такої динамічної системи як МР. Функції належності спочатку лише грубо задають систему переваг та обмежень, а в ході подальшого функціонування МР відбувається самонавчання вузлової ІСУ з подальшим корегуванням значень функції лише в районі передбачуваної точки оптимуму.

У сукупності застосування теорії нечітких множин спільно з теорією ієрархічних багаторівневих систем дозволить відобразити основні властивості системи управління МР і спростити процес її аналізу, подолати труднощі, пов'язані з наявністю векторного критерію, відсутністю унімодальності та дискретністю.

Основні труднощі вирішення завдань оптимізації багаторівневих систем полягають в тому, що рішення підсистем нижчестоячого рівня залежить від завдання з боку вищого рівня (цілі, обмеження), а рішення вищого рівня, в свою чергу, залежать від відгуку елементів нижчестоячого рівня. Вирішення цієї проблеми пропонується здійснювати за допомогою введення поняття нечіткого оптимального рішення, яке приймається ІСУ деякого вузла n_{ij} . Для цього опишемо структуру дворівневої СУ мобільної радіомережі (рис. 2) із використанням апарату нечіткої логіки, шляхом завдання відповідних функцій приналежності, система рівнянь і

обмежень, що описують стан вузлів МР та зв'язки між ними [8, 9].

У якості характеристики прийнятих рішень пропонується використовувати функцію їх належності до підмножини ефективних, допустимих та скоординованих рішень $\mu_D(w_{ij})$. Областю визначення зазначеної функції належності є множина всіх рішень, згенерованих вузлами МР $W = \{w_{ij}\}$.

Характеристика допустимості прийнятого рішення визначається ступенем його належності до множини обмежень на ресурси та вимог до якості обслуговування ξ -го типу трафіка Ω і задається нечіткою підмножиною $\Omega \subset W$ з функцією належності $\mu_\Omega(w_{ij})$. Ефективність прийнятого рішення визначається нечіткою цільовою функцією C , яка задається нечіткою підмножиною $C \subset W$ з функцією належності $\mu_C(w_{ij})$. Скоординованість рішень характеризується ступенем їх належності до множини скоординованих режимів K і задається нечіткою множиною $K \subset W$ з функцією належності $\mu_K(w_{ij})$. Результируючий вплив нечіткої цільової функції, нечітких обмежень та нечіткої координації на вибір рішення вузлом n_{ij} може бути представлено як перетин нечітких множин $C \cap \Omega \cap K$, функція належності якого матиме вигляд [8, 9]:

$$\mu_{C \cap \Omega \cap K}(w_{ij}) = \mu_C(w_{ij}) \wedge \mu_\Omega(w_{ij}) \wedge \mu_K(w_{ij}) = \min\{\mu_C(w_{ij}), \mu_\Omega(w_{ij}), \mu_K(w_{ij})\}; w_{ij} \in W \quad (8)$$

Тоді, нечітку множину $D = C \cap \Omega \cap K$ будемо називати нечітким рішенням вузла n_{ij} , причому

$$\mu_D(w_{ij}) = \mu_{C \cap \Omega \cap K}(w_{ij}) \quad (9)$$

Зв'язок рішень, які приймаються вузлом-координатором, з рішеннями вузлів другого рівня може бути записаний наступним рівнянням:

$$w_1 = f(w_{21}, \dots, w_{2N_2}) \quad (10)$$

Якщо множина рішень W складається з одного параметра, то рівняння (10) можна записати у вигляді

$$w_1 = \sum_{i=1}^{N_2} w_{2i} \quad (11)$$

У загальному випадку, для деякої багаторівневої системи управління із загальною кількістю рівнів L системне скоординоване рішення на l -му рівні можна записати наступним виразом:

$$D(w_1) = D(w_{L1}) \cdot \dots \cdot D(w_{LN_L}) \cdot D(w_{(L-1)1}) \cdot \dots \cdot D(w_{(L-1)N_{L-1}}) \cdot \dots \cdot D(w_{(1+1)1}) \cdot \dots \cdot D(w_{(1+1)N_{1+1}}) \cap C(w_1) \cap \Omega(w_1) \quad (12)$$

де w_1 – вектор рішень, що приймаються вузлами на l -му рівні.

У зв'язку з тим, що в ієрархічній СУ рішення на l -му рівні управління залежить тільки від

стану елементів цього рівня та рішень, які приймаються вищестоящим $(1-1)$ -м та нижчестоящим $(1+1)$ -м рівнями, у виразі (12) при знаходженні системного рішення враховуються всі рішення елементів нижчестоящих рівнів. Приймаючи до уваги інваріантність виразу (12), а також допущення про те, що ЦФ вузла-координатора враховується в системній ЦФ C^* , можемо отримати рекурентну процедуру, яка дозволить представити системне скоординоване рішення вузла-координатора через нечіткі рішення підлеглих вузлів другого рівня (рис. 2) [8]:

$$D(w_1) = [D(w_{21}) \cdot \dots \cdot D(w_{2N_2})] \cap C^*(w_1) \cap \Omega(w_1). \quad (13)$$

Для прийняття рішення вузол-координатор повинен попередньо згорнути рішення, які приймаються підлеглими вузлами другого рівня $D(w_{21}), \dots, D(w_{2N_2})$ в системне рішення $D(w_{21}, \dots, w_{2N_2})$. Тоді (13) запишемо у наступному вигляді:

$$D(w_1) = D(w_{21}, \dots, w_{2N_2}) \cap C^*(w_1) \cap \Omega(w_1). \quad (14)$$

Використання такої рекурентної процедури обумовлене наявністю в кожного вузла МР самостійних прав щодо обробки інформації та прийняття рішень з управління вузловими та мережевими ресурсами. Але, на відміну від класичних СУ де рішення представляються в чіткій формі (у вигляді конкретних числових значень відповідних параметрів управління) вважатимемо, що рішення всіх вузлових ІСУ у процесі їх координації є нечіткими і задаються для кожної ІСУ функціями належності $\mu(w_{ij})$. Тоді для функцій належності підмножини ефективних і допустимих рішень вираз (14) запишеться в наступному виді:

$$\mu_D(w_1) = \mu_D(w_{21}, \dots, w_{2N_2}) \otimes \mu_{C^*}(w_1) \otimes \mu_{\Omega}(w_1),$$

де

$$\mu_D(w_{21}, \dots, w_{2N_2}) = \mu_D(w_{21}) \otimes \dots \otimes \mu_D(w_{2N_2}), \quad (15)$$

\otimes – бінарна операція над функціями належності, яка в залежності від їх фізичного змісту може бути алгебраїчним множенням, додаванням або операцією Заде [8, 9].

Відповідно до виразу (8) функція належності $\mu_D(w_{21}, \dots, w_{2N_2})$ характеризує міжрівневу координацію K , причому для прийняття рішення вузлом координатором необхідно спроектувати координуюче рішення $\mu_D(w_{21}, \dots, w_{2N_2})$ на вісь w_1 , використовуючи рівняння (11). Тоді функцію $\mu_D(w_{21}, \dots, w_{2N_2})$ можна записати у вигляді:

$$\mu_K(w_1) = \mu_D \left(\sum_{i=1}^{N_2} w_{2i} \right). \quad (16)$$

З рівняння (16) видно, що рішення вузла-координатора w_1 може бути виконане за допомогою множини рішень вузлів другого рівня

w_{21}, \dots, w_{2N_2} . Крім того, з виразу (15) видно, що робота МР буде найбільш ефективною у випадку, коли кожен вузол прийматиме оптимальні рішення, максимізуючи (мінімізуючи) свою функцію належності:

$$\mu_D \left(\sum_{i=1}^{N_2} w_{2i} \right) = \max_{\{w_{2i}\}} [\mu_D(w_{21}) \otimes \dots \otimes \mu_D(w_{2N_2})]. \quad (17)$$

Це дозволяє реалізувати в СУ мобільною радіомережею стратегію управління, яка відповідає принципу оптимальності Беллмана [8, 9]: якими б не були стан та рішення вузла-координатора в момент часу t , наступні рішення підлеглих вузлів повинні бути оптимальними відносно цього рішення. Застосування даного принципу оптимальності дозволить до мінімуму скоротити об'єми службової інформації між вузлами МР, необхідної для оцінки ситуації, яка склалася в момент часу t , та забезпечить локальну обробку цієї інформації окремими вузлами.

Алгоритм функціонування методу координації цільових функцій вузлів МР з використанням нечіткої логіки. На відміну від більшості існуючих методів, які приймають рішення з координації до прийняття рішення нижчестоящими елементами або після прийняття рішення ними (корекція), запропонований метод координації передбачає узгодження рішень, що приймаються вузловими ІСУ, в процесі оперативного управління МР.

У загальному алгоритм прийняття рішень вузлами МР, яка функціонує за децентралізованим принципом, зводиться до наступного. Як зазначалося раніше, вузол-координатор і підлегли вузли другого рівня пов'язані між собою двома видами сигналів (рис. 2):

1) сигнал $\mu_D(w_{2i})$ – нечітке оптимальне рішення підлеглих вузлів другого рівня, що посилається наверх вузлу-координатору і містить інформацію про допустимість та ефективності режимів роботи вузлів другого рівня;

2) сигнал w_{ij} – йде від вузла-координатора вниз, до підлеглих вузлів другого рівня, і визначає їх стратегію поведінки (вибір режиму роботи), зміни у структурі та значеннях параметрів вузлів другого рівня, а також координуючий вплив при фіксованій структурі і параметрах.

Разом з сигналом $\mu_D(w_{2i})$ вузол-координатор отримує від підлеглих вузлів вектори показників їх стану F_{2i} у момент часу t , допустимі з точки зору їх локальних обмежень (4). Вектори F_{2i} використовуються базою знань вузла-координатора для корегування системної цільової функції (7), а їх структура залежить від поточної системної ЦФ, стану вузлів і зв'язків між ними.

Після корегування системної цільової функції C_{11}^* вузол-координатор приймає рішення щодо

вибору критеріїв функціонування вузлів нижнього рівня, оптимальних з точки зору всієї МР, і передає його у вигляді координуючого сигналу w_{1i} підлеглим вузлам. Для прийняття рішення вузлами МР запропоновано використовувати рекурентну процедуру [8], яка відповідає принципу оптимальності Беллмана і дозволяє вирішити внутрішньорівневі та міжрівневі конфлікти у СУ мобільною радіомережею.

Процедура передбачає два послідовні етапи для кожного рівня управління (вузла-координатора та підлеглих йому вузлів):

1. Вирішується оптимізаційна задача на декартовому добутку множин $w_{21} \times \dots \times w_{2N_2}$ з ЦФ (17) для вузла-координатора, з урахуванням

рівняння (11) і обмежень на ресурс та вимог до якості обслуговування ξ -го типу трафіка (4). Результатом вирішення даної оптимізаційної задачі є функція належності (16).

2. Знаходиться нечітке рішення вузлом-координатором $\mu_D(w_1)$ на основі виразів (14) та (15). Для прийняття чіткого рішення вузлом-координатор повинен вибрати таке рішення w_1^* , для якого ступінь належності до підмножини ефективних та допустимих рішень $\mu_D(w_1^*)$ є максимальною, тобто

$$\mu_D(w_1^*) = \max_{w_{1i}} [\mu_D(w_1)]. \quad (18)$$

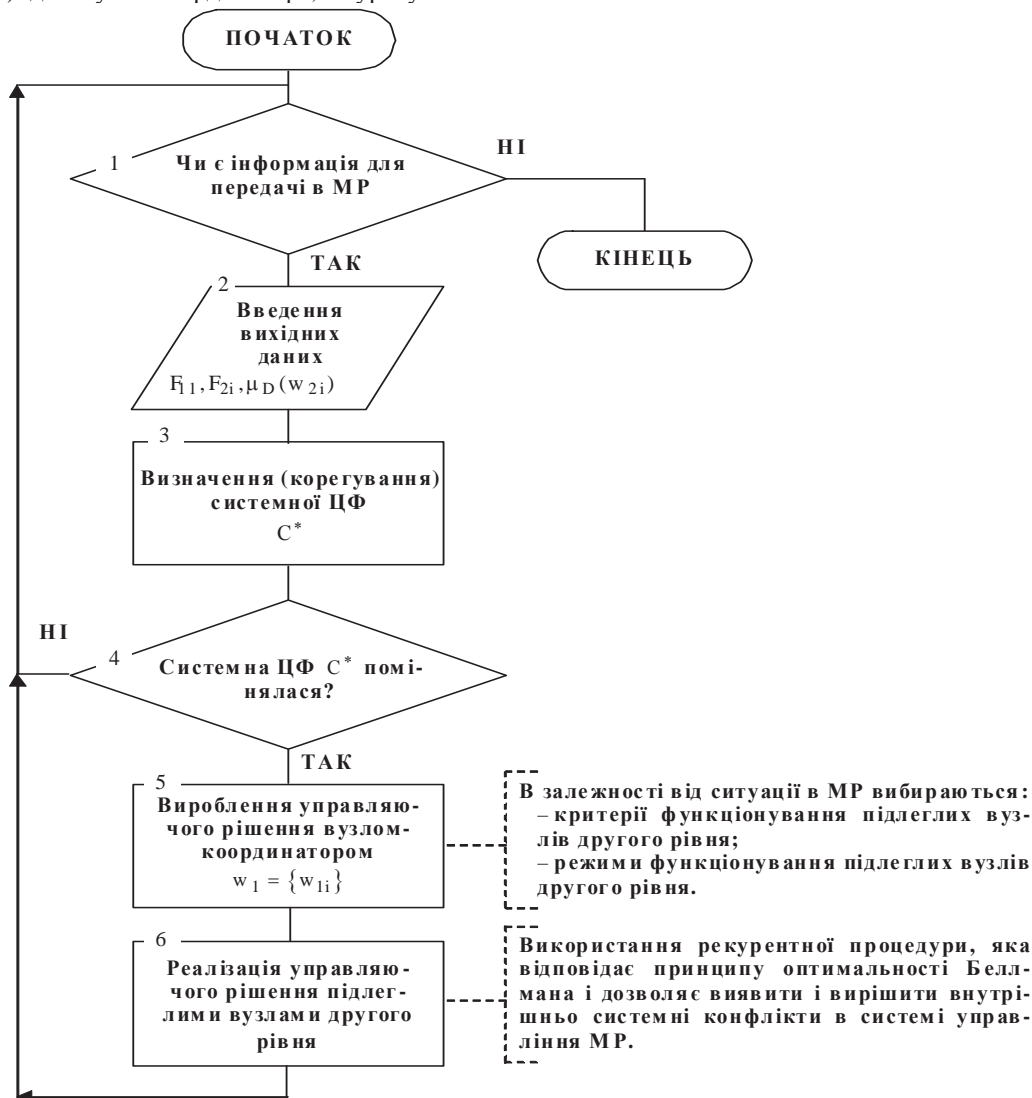


Рис. 3. Схема алгоритму координації у дворівневій ІСУ вузлом МР

Після прийняття чіткого рішення вузлом-координатором на основі вирішення оптимізаційної задачі (17), з урахуванням обмежень (4) та при $\sum_{i=1}^{N_2} w_{2i} = w_1^*$ знаходяться чіткі

рішення підлеглими вузлами другого рівня $w_{21}^*, \dots, w_{2N_2}^*$.

Як зазначалося вище, вузли другого рівня, на відміну від вузла-координатора, не мають координуючих функцій, тобто

$$\mu_K(w_{2i}) = 1, i = 1, N_2. \quad (19)$$

Їх функціонування полягає у формуванні нечітких рішень пов'язаних з реалізацією управляючих впливів щодо розподілу вузлових та мережевих ресурсів, шляхом вибору необхідних параметрів та режимів функціонування:

$$D(w_{2i}) = C(w_{2i}) \cap \Omega(w_{2i}), i = 1, N_2. \quad (20)$$

Взаємозв'язок вузлів другого рівня відбувається шляхом обміну службовими повідомленнями під час пошуку маршрутів передачі та безпосередньо під час обміну інформацією.

ЦФ вузла-координатора враховує ЦФ та можливості підлеглих вузлів другого рівня через координуюче нечітке рішення $\mu_K(w_1)$ у виразі (8). Ця функція належності гарантує призначення підлеглим вузлам другого рівня таких параметрів функціонування та режимів роботи, які найбільше відповідають ситуації, що склалася в МР, тим самим враховуючи інтереси кожного вузла при прийнятті системного рішення.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином, на відміну від класичних методів динамічного програмування, які забезпечують узгодження рішень, прийнятих для однієї і тієї ж системи в послідовні моменти часу, запропонований метод координації цільових функцій вузлів МР з використанням нечіткої логіки спрямований на узгодження рішень, що приймаються вузловими ІСУ в дворівневій СУ мобільною радіомережею у процесі оперативного управління.

Література

1. Fossa C. E. Internetworking tactical MANETs / Fossa C.E., Macdonald T.G. // Military Communications Conference (MILCOM 2010). – San Jose, CA. – Oct. 31.2010 – Nov. 3.2010. – P. 611 – 616. 2. Романюк В. А. Архітектура системи оперативного управління тактичними радіомережами / В. А. Романюк // Збірник наукових праць ВІТІ НТУУ „КПІ”. – 2009. – № 3. – С. 70 – 76. 3. Романюк В. А. Концепция иерархического построения интеллектуальных систем управления тактическими радиосетями класса MANET: сборник тезисов докладов и выступлений участников XXII Международной Крымской конференции [“СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии”], (КрыМиКо). / В. А. Романюк, О. Я. Сова, П. В. Жук, Романюк А. В. – Севастополь, 2012. – С. 265. 4. Романюк В. А. Цільові функції оперативного управління тактичними радіомережами / В. А. Романюк // Збірник наукових праць ВІТІ НТУУ „КПІ”. – 2012. – № 1. – С. 109 – 117. 5. Минович А. И. Методология оперативного управления мобильными радиосетями /

Новизна методу полягає в тому, що вперше для опису елементів системи управління мобільною радіомережею та зв'язків між ними було застосовано рекурентну процедуру прийняття рішень з управління вузловими та мережевими ресурсами МР, яка ґрунтується на використанні теорії ієрархічних систем та нечіткої логіки.

Суть методу полягає в тому, що у якості характеристики прийнятих рішень з координації ЦФ вузлів МР запропоновано використовувати функції їх належності до підмножини ефективних, допустимих і скоординованих рішень. Це дозволить не тільки встановлювати наявність або відсутність внутрішньосистемних конфліктів і їх природу, але й корегувати параметри вузлів та призначати режими їх роботи відповідно до ситуації, яка склалася в МР.

Застосування методу дозволить відобразити основні властивості системи управління МР і спростити процес її аналізу, провести багатоцільову оцінку кожного управляючого впливу, більш просто і з меншими затратами отримати оптимальне рішення з використанням інтерактивного режиму, скоротити обмін службовою інформацією між рівнями СУ та забезпечити локальну обробку інформації у вузлах.

Напрямок подальших досліджень є розробка методики корегування нечітких рішень, прийнятих ІСУ вузлів МР, з використанням методів теорії нечітких множин.

А. И. Минович, В. А. Романюк // Зв'язок. – 2005. – № 2. – С. 53 – 58. 6. Координація взаємодії інтелектуальних систем управління вузлів радіомереж класу MANET: доповіді та тези доповідей виступів учасників VIII міжнародної конференції „Проблеми телекомунікацій” / В. А. Романюк, О. Я. Сова, Я. А. Ступковська, О. А. Симоненко – К. : ІТС НТУУ „КПІ”, 2014. – С. 151 – 153. 7. Системы: декомпозиция, оптимизация и управление / [Сост. М. Сингх, А. Титли; Сокр. пер. с англ. А.В. Запорожца]. – М. : Машиностроение, 1986. – 496 с. : ил. 8. Алтунин А. Е. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях: Монография / А. Е. Алтунин, М. В. Семухин – Тюмень : Издательство Тюменского государственного университета, 2000. – 352 с. 9. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. А. Заде – М. : Мир, 1976. – 165 с. 10. Месарович М. Общая теория систем / М. Месарович, Я. Такахага – М. : Мир, 1978. – 311 с.

МЕТОД КООРДИНАЦИИ ЦЕЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ УЗЛАМИ ТАКТИЧЕСКИХ МОБИЛЬНЫХ РАДИОСЕТЕЙ

Олег Ярославович Сова (канд. техн. наук, с.н.с., докторант)

Валерий Антонович Романюк (д-р. техн. наук, профессор, заместитель начальника института)

Павел Васильевич Жук (канд. техн. наук, доц., начальник факультета)

Виталий Николаевич Ошурко (адъюнкт)

Военный институт телекоммуникаций и информатизации Государственного университета телекоммуникаций, Киев, Украина

Суть метода заключается в том, что в качестве характеристики принятых решений по координации целевых функций интеллектуальных систем управления узлами мобильных радиосетей предложено использовать функции их принадлежности к подмножеству эффективных, допустимых и скоординированных решений. Это позволит не только устанавливать наличие или отсутствие внутрисистемных конфликтов и их природу, но и корректировать параметры узлов и назначать режимы их работы в соответствии с ситуацией, сложившейся в мобильной радиосети.

Ключевые слова: интеллектуальная система управления; целевые функции; мобильные радиосети.

METHOD OF OBJECTIVE FUNCTIONS COORDINATION OF INTELLECTUAL NODES CONTROL SYSTEMS OF MOBILE RADIO NETWORKS

Oleh Y. Sova (Candidate of Technical Sciences, Senior Research Fellow, Doctoral Candidate)

Valerii A. Romaniuk (Doctor of Technical Sciences, Professor, Deputy Chief of an Institute)

Pavlo V. Zhuk (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Chief of a Faculty)

Vitalii M. Oshurko (Post Graduate Military Student)

Military Institute of Telecommunications and Informatization of State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine

Objective functions are optimality criterion for the nodal intellectual control systems decisions. The primary objective functions are: throughput maximization, the messages delivery time minimization, transmission power minimization or radio network lifetime maximization. The special features of these objective functions are the fact that most of them depend on each other, and may deny with each other. In this context, the aim of this paper is to develop a new objective function coordination method.

The proposed method assumes that membership function of decisions belonging to a subset of effective, acceptable and coordinated solutions is used as a coordination decisions characteristic of nodal intellectual control systems objective functions. This will allow not only determining the existence or absence of intrasystem conflicts and their nature, but also adjust the nodes parameters and assign nodes operating modes in accordance to the situation in the MANET.

The novelty of the method lies in the fact that for the first time to describe the elements of the nodal control system and relations between them have been applied recurrent decision-making process, based on using of hierarchical systems theory and fuzzy logic. Application of the method will allow to display the key properties of the nodal control system and simplify the process of its analysis.

Keywords: intellectual control system; objective function; mobile radio networks.

References

- 1. Fossa C.E.** (2010), Internetworking tactical MANETs, Military Communications Conference (MILCOM 2010), San Jose, CA, pp. 611 – 616.
- 2. Romaniuk V.A.** (2009), Tactical radio networks operational control system architecture. [Arkhitektura systemy operativnoho upravlinnia taktychnymy radiomerezhamy], Zbirnyk naukovykh prats VITI NTUU „KPI”, No. 3, pp. 70–76.
- 3. Romaniuk V.A., Sova O.Y., Zhuk P.V., Romaniuk A.V.** (2012), Concept of intellectual control systems hierarchic construction for tactical MANET. [Kontseptsiya ierarhicheskogo postroeniya intelektualnykh sistem upravleniya takticheskimi radiosetnyami klasa MANET], Sbornik tezisov dokladov i vystupleniy uchastnikov XXII Mezhdunarodnoy Krymskoy konferentsii “SVCh-tehnika i telekommunikatsionnye tehnologii”, p. 265.
- 4. Romaniuk V.A.** (2012), Objective function of tactical radio networks operational control. [Tsilovi funktsiyi operativnogo upravlinnia taktychnimi radiomerezhami], Zbirnyk naukovykh prats VITI NTUU „KPI”, No. 1, pp. 109–117.
- 5. Minochkin A.I., Romaniuk V.A.** (2005), The methodology of the mobile radio networks operational control. [Metodologiya operativnogo upravleniya mobilnyimi radiosetnyami], Zviazok, No. 2, pp. 53 – 58.
- 6. Romaniuk V.A., Sova O.Y., Stempkovska Y.A., Symonenko O.A.** (2014), Nodal intellectual control system interaction coordination in MANET. [Koordynatsiia vzaemodii intelektualnykh system upravlinnia vuzliv radiomerezh klasu MANET], Dopovidi ta tezy dopovidei vystupiv uchasnykiv VIII mizhnarodnoi konferentsii „Problemy telekomunikatsii”, ITS NTUU „KPI”, Kyiv, pp. 151–153.
- 7. Synhkh M., Tytly A.** (1986), Systems: Decomposition, Optimization And Management. [Sistemy: dekompozitsiya, optimizatsiya i upravlenie], Mashinostroenie, Moscow, 496 p.
- 8. Altunin A.E., Semuhin M.V.** (2000), Models and algorithms for decision making in fuzzy environment: Monograph. [Modeli i algoritmy prinyatiya resheniy v nechetkikh usloviyah: Monografiya], Tyumen, Izdatelstvo Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta, 352 p.
- 9. Zade L.A.** (1976), Notion of a linguistic variable and its application to the adoption of approximate solutions. [Ponyatie lingvisticheskoy peremennoy i ego primenenie k prinyatiyu priblizhennykh resheniy], Mir, Moscow, 165 p.
- 10. Mesarovich M., Takahara Y.** (1978), The general systems theory. [Obschaya teoriya sistem], Mir, Moscow, 311 p.

Отримано: 29.09.2014 р.

Микола Ярославович Ткач (слухач)

Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, Київ, Україна

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВАКУУМНОГО ГАЗОТЕРМОЦИКЛІЧНОГО ІОННО-ПЛАЗМОВОГО АЗОТУВАННЯ ЗАМКОВИХ РІЗЬБОВИХ З'ЄДНАНЬ БУРИЛЬНОЇ КОЛОНИ

Перспективним технологічним процесом зміцнення замкових різьбових з'єднань бурильної колони є вакуумне газотермоциклічне іонно-плазмове азотування. Однак формування зміцнених поверхневих шарів вказаним технологічним процесом, не дивлячись на набутий досвід, має ряд невирішених питань, зокрема, такого, як недостатній рівень науково-методичної бази розробки зміцнених поверхневих шарів в умовах одночасної дії статичних та динамічних навантажень, агресивного оточуючого середовища, відсутність принципу керування технологічним процесом за критеріями зносостійкості втомної міцності та корозійної стійкості, який базується на оптимізації технологічного процесу. В наведеній статті досліджено вплив параметрів вакуумного газотермоциклічного іонно-плазмОВОГО азотування на зносо- і корозійну стійкість, межу витривалості сталі 40 ХН. За результатами досліджень отримано математичні моделі залежності інтенсивності зношування, межі витривалості і питомого збільшення маси від технологічних та експлуатаційних факторів. За допомогою математичних моделей проведено оптимізацію технологічного процесу вакуумного газотермоциклічного іонно-плазмОВОГО азотування.

Ключові слова: вакуумні технології; іонно-плазмове азотування; критерії; фактори; математичні моделі; оптимізація.

Вступ

Одним із основних напрямів розвитку нафтогазової галузі держави є підвищення рівнів видобутку вуглеводневої сировини. При бурінні і освоєнні нафтових і газових свердловин важливими елементами, які значною мірою визначають надійність бурильних і обсадних труб, є замкові різьбові з'єднання (ЗРЗ). Експлуатаційні характеристики ЗРЗ бурильних труб, значною мірою впливають на технічні показники буріння і економічну ефективність будівництва свердловин.

Постановка проблеми. Підвищення довговічності ЗРЗ бурильної колони (БК) є сьогодні сукупністю багатьох часткових проблем створення умов для забезпечення максимального використання їх потенційних можливостей. Одним із напрямків вирішення є застосування досягнень у галузі формування захисних зміцнених поверхневих шарів, які дозволяють із науковою обґрунтованістю та техніко-економічною цілеспрямованістю вирішувати питання на етапах проектування та виготовлення бурильних труб і підтримання високого рівня надійності ЗРЗ БК у межах експлуатаційних навантажень.

Проте, технологічні процеси зміцнення, що використовуються при виготовленні бурильних труб, необхідні, але недостатні, вони обмежені рівнем розвитку галузей техніки й технологій, які їх реалізують, ресурс зміцнених ними елементів бурильних труб не відповідає сучасним технічним вимогам, а в багатьох випадках залишається низьким. Внаслідок чого, зміцнення ЗРЗ БК на етапах проектування та виготовлення бурильних труб, надання їм необхідного рівня характеристик міцності залишається важливою проблемою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить про можливості виробництва, а також використання досвіду розвитку технологій зміцнення як в Україні, так і за кордоном, для підвищення надійності ЗРЗ БК шляхом застосування сучасних технологічних процесів. Перспективним технологічним процесом є вакуумне газотермоциклічне іонно-плазмове азотування (ВГТЦПА) [1]. Однак формування зміцнених поверхневих шарів ВГТЦПА, не дивлячись на набутий досвід, має ряд невирішених питань, зокрема, такого, як недостатній рівень науково-методичної бази розробки зміцнених поверхневих шарів в умовах одночасної дії статичних та динамічних навантажень, агресивного оточуючого середовища, які часто призводять до зношування та корозійно-втомних руйнувань елементів БК, а відповідно до аварій і ускладнень, на ліквідацію яких витрачаються значні кошти. Крім цього, є відсутність принципу керування технологічним процесом ВГТЦПА за критеріями зносостійкості втомної міцності та корозійної стійкості, який базується на оптимізації технологічного процесу. Розв'язання цього проблемного питання спроможне забезпечити єдиний науково-обґрунтований підхід щодо їх системного дослідження та впровадження.

Мета статті. Враховуючи вищезазначене метою статті є розробка принципу керування ВГТЦПА шляхом його оптимізації за критеріями зносостійкості, втомної міцності та корозійної стійкості.

Виклад основного матеріалу дослідження

При проведенні експериментальних досліджень, задачу оптимізації технологічного процесу ВГТЦПА розглянуто як багатофакторну з

врахуванням конструктивних, технологічних та експлуатаційних факторів. Об'єктивна та повна оцінка умов роботи елементів бурильної колони зі сталі 40ХН дозволяє в якості критеріїв оптимізації вибрати межу витривалості (Y_1), інтенсивність зношування (Y_2) та питоме збільшення маси зразка (Y_3). В якості керованих факторів вибрано: час дифузійного насичення (X_1), тиск реакційного газу (X_2), склад реакційного газу (X_3), температура газу (X_4), величина температурного циклу (X_5) та питоме навантаження в умовах тертя ковзання (X_6) (таблиця 1).

Таблиця 1.

Фактори та рівні їх варіювання

№	Назва факторів	X	Рівні варіювання		
1	Час дифузійного насичення, хв	X_1	90...240		
2	Тиск реакційного газу, Па	X_2	25...250		
3	Склад реакційного газу	X_3	60% Ar + 40% N ₂	75% Ar + 25% N ₂	90% Ar + 10% N ₂
4	Температура газу, °К	X_4	673	773	873
5	Величина температурного циклу, °К	X_5	25...125		
6	Навантаження, МПа	X_6	2,5–25 (крок 2,5)		

В якості експериментального обладнання для формування зміцненого поверхневого шару використано установку ВПА-1, яка розроблена в Інституті проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України.

Формування зміцненого поверхневого шару ВГТЦПА на сталевих зразках здійснювалося згідно з планом експерименту, який згенеровано на основі ЛП_r-чисел (всього 16 модифікацій) (таблиця 2). Для дослідження використовувалися зразки зі сталі 40ХН, що є конструкційним матеріалом для елементів БК.

Таблиця 2.

План експерименту в натуральних координатах

№	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
1	170	140	75% Ar+25% N ₂	773	75	14
2	130	190	60% Ar+40% N ₂	873	50	20
3	200	80	90% Ar+10% N ₂	673	100	8
4	110	170	90% Ar+10% N ₂	873	90	5
5	190	50	75% Ar+25% N ₂	773	40	16
6	150	100	75% Ar+25% N ₂	673	110	22
7	220	220	60% Ar+40% N ₂	773	60	11
8	100	230	90% Ar+10% N ₂	673	44	3
9	180	120	60% Ar+40% N ₂	873	95	15
10	140	70	90% Ar+10% N ₂	773	65	20
11	210	180	75% Ar+25% N ₂	673	120	9
12	120	90	60% Ar+40% N ₂	873	80	7
13	190	200	90% Ar+10% N ₂	673	30	18
14	160	130	60% Ar+40% N ₂	773	106	24
15	230	40	75% Ar+25% N ₂	873	56	12

16	90	150	75% Ar+25% N ₂	673	70	8
----	----	-----	---------------------------	-----	----	---

Після проведення експериментальних досліджень і обробки результатів отримано математичні моделі, які описують залежність межі витривалості, інтенсивності зношування та корозійної стійкості від конструктивних, технологічних та експлуатаційних факторів.

$$Y_1 = 554,961 + 321,398x_1^2 x_2^2 x_3 x_5^2 + 14,4129x_4 + +39,8087x_1x_4x_5;$$

$$Y_2 = 1,61058 + 0,494431x_1^2 x_6^2 - 0,376419x_4^2x_6^3 - - 0,273589x_4^2 - 0,281322 x_3^2 x_6^2 + 0,124359x_6^2 - - 0,141168x_1^2x_5^2;$$

$$Y_3 = 0,252985 + 0,0232932 x_2^2 x_4^2 - - 0,01990961x_3^2 - 0,02081x_5^2 - 0,0212151x_1x_5 - - 0,0921139x_3^2x_4^2x_5^2 - 0,0908706x_1^2x_3^2x_4^2;$$

де Y_1 , Y_2 , Y_3 – математичні моделі у кодованих значеннях для межі витривалості (Y_1), інтенсивності зношування (Y_2) та питомого збільшення маси зразка (Y_3).

Формули переходу від кодованих значень до натуральних:

$$x_1 = 0,0142815(X_1 - 160,604);$$

$$x_1^2 = 1,64458(X_1^2 - 0,0191164X_1 - 0,372824);$$

$$x_1^3 = 3,31219(X_1^3 - 0,0582365X_1^2 - 0,654433 X_1 + 0,0145849);$$

$$x_2 = 0,0100246(X_2 - 136,182);$$

$$x_2^2 = 1,56832(X_2^2 - 0,0387083X_2 - 0,34791);$$

$$x_2^3 = 3,195(X_2^3 - 0,0147624X_2^2 - 0,663917 X_2 - 0,08331);$$

$$x_3 = 1(X_3 - 1);$$

$$x_3^2 = 1,6(X_3^2 - 0,625);$$

$$x_4 = 0,00941176(X_4 - 766,75);$$

$$x_4^2 = 1,64632(X_4^2 - 0,0907563X_4 - 0,605536);$$

$$x_5 = 0,0227556(X_5 - 74,8047);$$

$$x_5^2 = 1,55962(X_5^2 - 0,0132701X_5 - 0,354272);$$

$$x_5^3 = 3,1495(X_5^3 - 0,00418042X_5^2 - 0,675089X_5 - 0,00322023);$$

$$x_6 = 0,098507 (X_6 - 13,4424);$$

$$x_6^2 = 1,66877 (X_6^2 - 0,0706331X_6 - 0,349593);$$

$$x_6^3 = 3,23485 (X_6^3 - 0,0766846X_6^2 - 0,623196X_6 - 0,0021555).$$

де X_1 , X_2 , X_3 , X_4 , X_5 та X_6 – конструктивні, технологічні та експлуатаційні фактори.

Для визначених факторів проведено графічне дослідження їх впливу на критерії оптимізації, які характеризують межу витривалості, інтенсивність зношування та корозійну стійкість сталі 40ХН із зміцненим поверхневим шаром ВГТЦПА. Воно виконувалося шляхом побудови сімейства графіків частинних рівнянь регресії (рис. 1...3).

Візуальний аналіз графіків дозволяє провести детальний аналіз впливу факторів на значення функції відгуку та визначити те значення факторів, яке на протязі всього часу впливу здійснює найбільший чи найменший ефект.

На основі отриманих результатів можна одержати наочне уявлення про геометричний образ функцій відгуку побудовою відповідних геометричних поверхонь, які представлено на рис. 4...6.

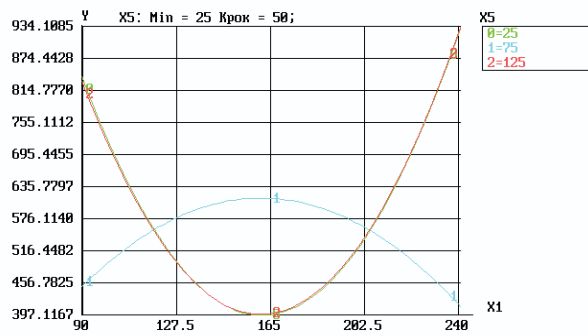


Рис. 1. Графіки частинних рівнянь регресії $Y_1 = f(X_1, X_5)$

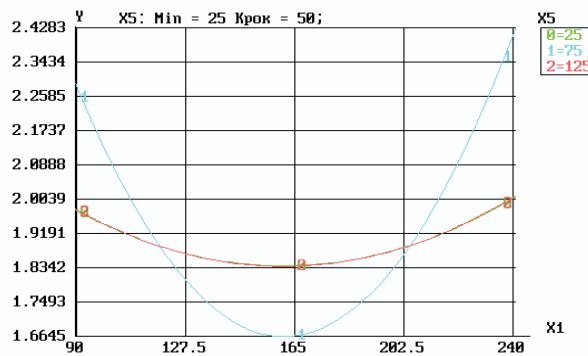


Рис. 2. Графіки частинних рівнянь регресії $Y_2 = f(X_1, X_5)$

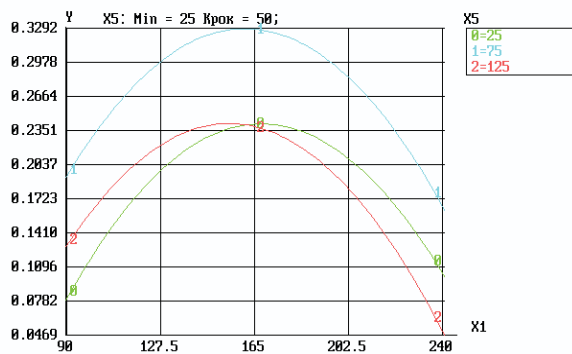


Рис. 3. Графіки частинних рівнянь регресії $Y_3 = f(X_1, X_5)$

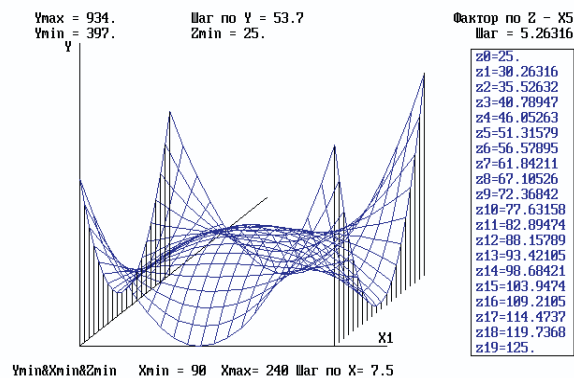


Рис. 4. Графік дослідження поверхні відгуку $Y_1 = f(X_1, X_5)$ в тривимірному просторі

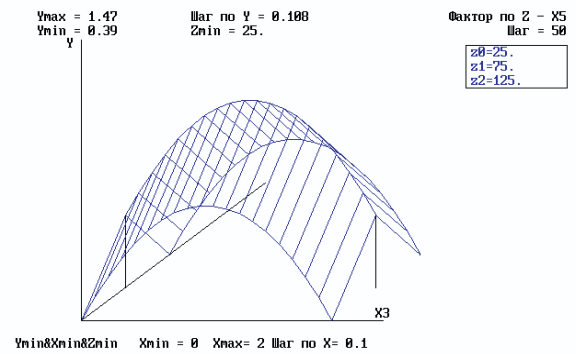


Рис. 5. Графік дослідження поверхні відгуку $Y_2 = f(X_3, X_5)$ в тривимірному просторі

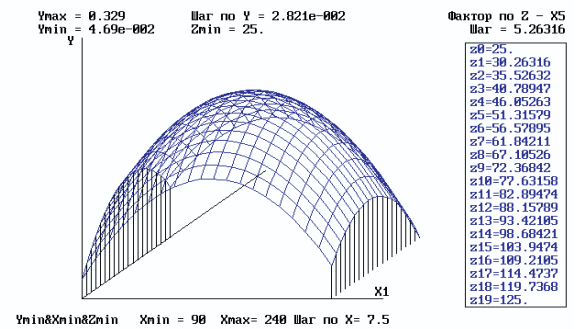


Рис. 6. Графік дослідження поверхні відгуку $Y_3 = f(X_1, X_5)$ в тривимірному просторі

При вирішенні задачі багатокритеріальної оптимізації об'єкт дослідження характеризується декількома критеріями оптимізації, такими як: межа витривалості (Y_1), інтенсивність зношування (Y_2) та питома збільшення маси зразка (Y_3). Унаслідок цього постає проблема вибору важливості цих критеріїв і призначення їм вагових коефіцієнтів. Це пов'язано з тим, що згідно з реальною постановкою задачі оптимізації вплив конкретного критерію на те оптимальне значення режиму технологічного процесу формування зміцненого поверхневого шару може бути різним (більш сильним або менш). Крім того, покращуючи один критерій можна неминуче погіршити значення інших, тобто вони є нерівнозначними. Тому і виникає задача визначення деякої компромісної точки, яка в рівній мірі може задовольняти всім вимогам (компроміс за Парето).

Згідно методики математичного планування експерименту [2], визначення узагальненого критерію, для кожного дослідження експериментальних випробувань [3], полягало у використанні системи експертних оцінок (експерти із Інституту проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України), згідно якої кожному критерію оптимізації встановлено "рейтинг". За результатами всіх відповідей виконується розрахунок рангів та вагових коефіцієнтів.

Визначення рангів проводилося за формулою:

$$P_i = \frac{\sum_{i=1}^{n_i} M_i}{n_i} \quad (1)$$

де M_i – місце значимості i -го показника;
 p_i – кількість експертів в оцінці даного показника.

Вагові коефіцієнти визначалися за формулою:

$$K_i = 1 - \frac{P_i - P_{i \min}}{m - 1} \cdot d \quad (2)$$

де P_i – ранг поточного i -го показника;
 $P_{i \min}$ – ранг i -го показника, що має найважливіше значення;
 m – кількість показників;
 d – діапазон зміни вагових коефіцієнтів показників (0,5...1);
 K_i – ваговий коефіцієнт i -го показника.

Результати обчислень представлено в табл. 3. Таким чином, на основі математичних моделей та результатів експериментальних досліджень проведено визначення оптимальних параметрів технологічного процесу формування зміщеного поверхневого шару вакуумним газотермоциклічним іонно-плазмовим азотуванням в імпульсному режимі.

Таблиця 3

Значення рангу критеріїв оптимізації

Експерти	Критерії оптимізації		
	σ_{-1}	I_{3H}	Δm
Експерт 1	1	2	3
Експерт 2	2	1	3
Експерт 3	1	2	3
Експерт 4	1	2	3
Експерт 5	1	3	2
Експерт 6	2	3	1
Експерт 7	1	3	2
Ранг P_i	1,29	2,26	2,43
Ваговий коефіцієнт K_i	1	0,756	0,715

Розрахунок узагальненого критерію оптимізації $U_{узаг}$ здійснювався за формулою:

$$U_{узаг} = \sqrt{\sum_{j=1}^m [1 - D_{jr}]^2 \cdot W_j^2} \quad (3)$$

Література

1. Мірненко В. І. Підвищення довговічності елементів бурильної колони методом дифузійного насичення при вакуумному газотермоциклічному іонному азотуванні в імпульсному режимі / Б. О. Чернов, О. В. Радько, М. Я. Ткач // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сборник научных трудов Института сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля

де $U_{узаг}$ – значення узагальненої цільової функції для g -го дослідження експерименту, яка у випадку пошуку оптимальних умов прагне до 0 ($U_{узаг} \rightarrow 0$) і є оцінкою близькості цієї точки до гіпотетичного оптимального значення, що дорівнює 1; D_{jr} – зведене до інтервалу 0...1 значення j -го відгуку (критерію оптимізації) у g -му дослідженні експерименту, залежно від обраної для певного критерію оптимізації мети це значення обчислюється за різними формулами; W_j – вага j -го критерію оптимізації (відгуку); m – кількість критеріїв якості (відгуків).

Результати розрахунку ефективності узагальненого критерію якості наведено в табл. 4.

З таблиці видно, що найбільше значення ефективності критерію якості (найменше значення узагальненого критерію) відповідає другому дослідженню таблиці 2, а реалізовані параметри його формування і є оптимальними. Це значення узагальненого критерію якості є, по суті, відстанню точки факторного простору до гіпотетичної найкращої точки.

Таблиця 4

Результати багатокритеріальної оптимізації

№	Номер дослідження	Коефіцієнт ефективності ($U_{ефект}$)
1	2	0,683866596
2	9	0,603737245
3	8	0,566761496
4	13	0,516796803

Висновки й перспективи подальших досліджень.

Таким чином, у результаті проведеної з використанням одержаних математичних моделей багатокритеріальної (компроміс за Парето) оптимізації, було знайдено найоптимальніше поєднання рівнів факторів, що впливають на критерії оптимізації: час дифузійного насичення (X_1) – 130 хв., тиск реакційного газу (X_2) – 190 Па, склад реакційного газу (X_3) – 60% Ar+40% N₂, температура газу (X_4) – 873 °K, величина температурного циклу (X_5) – 50 °K.

НАН України. – 2013. – Вып. 16. – С. 136–142.
 2. Радченко С. Г. Математическое моделирование технологических процессов в машиностроении. – К.: ЗАО “Укрспецмонтажпроект”, 1998. – 274 с.
 3. Лапач С. Н., Пасечник М. Ф., Чубенко А. В. Статистические методы в фармакологии и маркетинге фармацевтического рынка. – К.: ЗАТ “Укрспецмонтажпроект”, 1999. – 312 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВАКУУМНОГО ГАЗОТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОГО ИОННО-ПЛАЗМЕННОГО АЗОТИРОВАНИЯ ЗАМКОВЫХ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ БУРИЛЬНОЙ КОЛОНЫ

Николай Ярославович Ткач (слушатель)

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

Перспективным технологическим процессом упрочнения замковых резьбовых соединений буровой колонны есть вакуумное газотермоциклическое ионно-плазменное азотирование. Но формирование упрочненных поверхностных слоев указанным технологическим процессом, не смотря на полученный опыт, имеет ряд не решенных вопросов, таких, как недостаточный уровень научно-методической базы разработки упрочненных поверхностных слоев в условиях одновременного действия статических и динамических нагрузок, агрессивной окружающей среды, отсутствие принципа управления технологическим процессом по критериям износостойкости усталостной прочности и коррозионной стойкости, который базируется на оптимизации технологического процесса. Было проведено исследование влияния параметров вакуумного газотермоциклического ионно-плазменного азотирования на износ- и коррозионную стойкость, предел выносливости стали 40 ХН. По результатам исследований получены математические модели зависимости интенсивности изнашивания, предела выносливости и удельного увеличения массы от технологических и эксплуатационных факторов. С помощью математических моделей проведена оптимизация технологического процесса вакуумного газотермоциклического ионно-плазменного азотирования.

Ключевые слова: вакуумные технологии; ионно-плазменное азотирование; критерии; факторы; математические модели; оптимизация.

OPTIMIZATION OF VACUUM GASTHERMALCYCLIC ION-PLASMA NITRIDING TECHNOLOGICAL PROCESS OF THREADED TOOL JOINT OF DRILL STRING

Mykola Y. Tkach (Military Student)

National Defence University of Ukraine named after Ivan Chernyakhovsky, Kyiv, Ukraine

Promising technological process of strengthening threaded tools joint of a drill string is gasthermalcyclic ion-plasma nitriding. However, the formation of hardened surface layers by the specified process, despite the experience gained, has a some unresolved issues, such as inadequate level of scientific and methodological basis of hardened surface layers development under the conditions the simultaneous action of static and dynamic loads, corrosive environment, lack of technological process control principle according to durability criteria of fatigue strength and corrosion resistance, which is based on technological process optimization. The influence of vacuum gasthermalcyclic ion-plasma nitriding parameters on abrasion and corrosion resistance, fatigue strength limit of 40 HN steel was conducted in the article. By result of researches, the mathematical dependence models of ageing intensity, the fatigue resistance limit and specific increase in weight from technological and operational factors were obtained. Using mathematical models the technological process optimization of gasthermalcyclic ion-plasma nitriding was conducted.

Keywords: vacuum technology; ion-plasma nitriding; criteria; factors; mathematical models; optimization.

References

- 1. Mirnenko V.I.,** Chernov B.O., Radko O.V., Tkach M.Y. (2013) Increasing the durability of a drill string by diffusion saturation method in vacuum gasthermalcyclic ion nitriding in a pulsed mode. [*Pidvyshchennia dohovichnosti elementiv burylnoi kolony metodom dyfuziinoho nasychennia pry vakuumnomu hazotermotsyklichnomu ionnomu azotuvanni v impulsnomu rezhymi*], Sbornik nauchnyih trudov Institutu sverhtverdyih materialov im. V.N. Bakulya NAN Ukrainyi, – No. 16, pp. 136 – 142. **2. Radchenko S.G.** (1998) Mathematical modeling of technological processes in mechanical engineering. [*Matematicheskoe modelirovanie tehnologicheskikh protsessov v mashinostroenii*], ZAO “Ukrspetsmontazhproekt”, Kiev, 274 p. **3. Lapach S.N.,** Pasechik M.F., Chybenko A.V. (1999), Statistical methods in pharmacology and marketing of pharmaceutical market. [*Statisticheskie metody v farmakologii i marketinge farmatsevticheskogo ryinka*], ZAT “Ukrspetsmontazhproekt”, Kiev, 312 p.

Отримано: 17.09.2014 року

Микола Миколайович Фомін (старший викладач кафедри)¹

Інна Василівна Житник (студентка)²

¹Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації Державного університету телекомунікацій, Київ, Україна

²Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна

ОБҐРУНТУВАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МУЛЬТИПРОТОКОЛЬНОЇ КОМУТАЦІЇ ПО МІТКАМ ЯК ОСНОВИ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ ЗВ'ЯЗКУ

В статті розглянуті характеристики транспортних мереж і основні вимоги до їх побудови. Проаналізована технологія мультипротокольної комутації по міткам, її архітектура, наведені основні визначення та терміни даної технології. Показані нові можливості по таким напрямкам, як підтримка якості обслуговування, конструювання трафіку, підтримка віртуальних приватних мереж, багатопрокольна підтримка, що дає змогу ефективніше використовувати наявну мережну структуру. Розкритий протокол маршрутизації та визначені основні переваги мультипротокольної комутації по міткам, які можуть бути взяті за основу при виборі технології транспортних мереж. Це дасть змогу організувати більш ефективну роботу мережі, більш передбачувану якість надання послуг і більшу гнучкість, що дозволить адаптуватися до мінливих потреб користувачів і може бути корисним при проектуванні і експлуатації транспортних мереж спеціальних користувачів.

Ключові слова: MPLS; управління трафіком; транспортна мережа зв'язку.

Вступ

Постановка проблеми. Одним із головних напрямків розвитку сучасних телекомунікацій є удосконалення існуючих і створення систем і мереж зв'язку, які б надавали користувачу весь спектр телекомунікаційних послуг з необхідною якістю. Це може бути досягнуто за рахунок використання мультисервісних мереж зв'язку, побудованих за допомогою перспективних технологій (з розділенням телекомунікаційних функцій і функцій надання послуг). З'явилася необхідність у впровадженні додаткових сервісних послуг з високою якістю й більш ефективними мережевими технологіями, які забезпечують конвергенцію мереж, підтримують як нові послуги так і ті, що існують. Але для збільшення пропускної спроможності необхідно спростувати вимоги до обробки пакетів із забезпеченням відповідного рівня якості. Рішення, пов'язані із впровадженням надлишкових каналів зв'язку для досягнення якості надання послуг QoS (Quality of Service) більше не ефективні. Мережі повинні бути спроектовані з урахуванням необхідних методів, які дозволять максимально корисно використовувати наявну інфраструктуру. Тому при проектуванні мереж важливими є завдання з вибору технології і методів маршрутизації для побудови транспортної мережі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Будь-яка мережа, у тому числі й мережа із MPLS (Multi – Protocol Label Switching – багатопрокольна комутація за мітками) містить у собі розподіл ресурсів пропускної спроможності між набором заданих шляхів з комутацією по мітках LSP (Label Switched Path) і перетворення їх у фізичну мережу трактів з обмеженням продуктивності. Цей процес визначає пороги

продуктивності трактів, пов'язаних з використанням деякої схеми резервування пропускної спроможності для захисту обслуговування [1]. Це необхідно:

для гарантування мінімального обсягу ресурсів;

для обслуговування нетривалих потоків;

для запобігання “придушення” низькопріоритетних потоків, потоками з вищим пріоритетом;

для збільшення ймовірності прийняття потоків з високими вимогами до пропускної спроможності;

для управління мережною стабільністю за допомогою запобігання погіршення характеристик у випадку локального перевантаження та ін.

Сьогодні такі мережі інтенсивно досліджуються [2, 3].

Сьогодні існує багато практичних рекомендацій щодо розробки структури (топології) мультисервісних мереж (від Cisco, Microsoft та ін.), у яких вказується, де саме і як слід використовувати алгоритми вибору маршрутів мережі і розміщувати відповідні сервіси мережі. Але не пропонується формалізація цього процесу та методики за допомогою яких можна було б оцінити стан структури мережі та підібрати необхідні алгоритми маршрутів. Недоліком цих підходів є необхідність виконання перебору всіх можливих шляхів (цей підхід може використовуватися для аналізу наявних шляхів мережі) [5].

Мета статті. Враховуючи наведене вище, актуальним є обґрунтування вибору технології і методів маршрутизації для побудови транспортної мережі з забезпеченням необхідної якості обслуговування.

Викладення матеріалу будемо вести, використовуючи визначення, пов'язані з реалізацією технології MPLS.

Виклад основного матеріалу дослідження

Телекомунікаційні мережі усе більш відповідають терміну “глобальні” і вже практично не залишилося комп'ютерів (а також інших “розумних пристроїв”: смартфонів, комунікаторів, ноутбуків, навігаторів і ін.), які не є членами глобальної телекомунікаційної мережі. При цьому різні пристрої створюють свій унікальний трафік ((traffic – рух) термін, яким позначають потік навантаження в телекомунікаційних та транспортних мережах, обсяг переданих або прийнятих даних тощо.). Для одних користувачів та їх пристроїв важливе листування електронною поштою, інші – є файловими серверами, треті – беруть участь в аудіо – та відео конференціях, четверті – завантажують карти місцевості з великою роздільною здатністю, п'яті, – отримують FULL HD відео-контент. Це показує величезну неоднорідність інформації, яка передається, по об'ємах, призначенню, терміновості, часу, завадостійкості, вимогам до безпеки передачі та інш. Саме тому будь-яка транспортна мережа ефективна лише за умови, що вона підтримує динамічну рівновагу і пристосовується до умов і завдань, що швидко змінюються [1]. Сучасна технологія повинна “самооптимізуватися” в реальному часі.

Сьогодні поняття “Транспортна мережа” відрізняється від звичного поняття “первинна мережа” і є ширшим:

1. Транспортна мережа є розвитком первинної мережі при переході від комутації каналів до комутації пакетів.

2. Транспортна мережа є каркасом сучасної мережі NGN (Next Generation Network – мережа наступного покоління), яка підтримує інтеграцію послуг передавання мови, даних та мультимедіа та базується на IP (Internet Protocol)-мережі.

3. У первинній мережі основна функція зводилася до утворення стандартного аналогового або цифрового каналу між двома точками мережі, а транспортна мережа формує канал передачі даних між двома точками підключення користувачів NGN.

4. Не дивлячись на схожість принципів роботи транспортної мережі і первинної мережі, NGN привносить свою специфіку:

замість типового каналу первинної мережі використовується канал передачі даних, який може бути встановлений на основі технології “віртуального каналу”, які можуть бути симетричними та асиметричними.

5. На відміну від мереж доступу, які розгортаються “по місцю”, транспортна мережа будується заплановано, відповідно до стратегії розвитку оператора [1].

Як відомо, основу мультисервісної мережі становить універсальна транспортна мережа, що

реалізує функції транспортного рівня й рівня управління комутацією, маршрутизацією й передачею інформації.

Транспортний рівень мультисервісної мережі будується з використанням сучасних технологій IP, ATM (Asynchronous Transfer Mode), MPLS, що забезпечують гарантовану якість передачі інформації.

Топологія транспортного рівня мультисервісної мережі визначається топологією первинної мережі, прогнозованими обсягами трафіку по різних напрямках, а також функціональним призначенням вузлів мережі.

Транспортна мережа є опорною, тому до неї пред'являються високі вимоги по забезпеченню надійності, продуктивності й управляємості. До складу транспортної мережі можуть входити:

транзитні вузли, що виконують функції переносу й комутації;

кінцеві (граничні) вузли, що забезпечують доступ абонентів до мережі;

контролери сигналізації, що виконують функції обробки інформації сигналізації, управління викликами й з'єднаннями;

шлюзи, що дозволяють здійснити підключення до традиційних мереж зв'язку (телекомунікаційних мереж, мереж передачі даних).

Розглянемо технологію MPLS – це технологія швидкої комутації пакетів у багатоканальних мережах, заснована на використанні міток. MPLS розроблялася як спосіб побудови високошвидкісних IP – магістралей, однак область її застосування не обмежується протоколом IP, а поширюється на трафік будь-якого маршрутизованого мережного протоколу. Робота даної технології детально описана у [2].

Традиційно головними вимогами, запропонованими до технології магістральної мережі, були висока пропускна спроможність, мале значення затримки й гарна масштабованість. Тепер постачальникам послуг недостатньо просто надавати доступ до своєї IP-мережі. Потреби, які змінили користувачі, містять у собі й доступ до інтегрованих сервісів мережі, і організацію віртуальних приватних мереж (VPN), і ряд інших інтелектуальних послуг. Для розв'язання виникаючих завдань і розроблялася архітектура MPLS, яка забезпечує побудову магістральних мереж, що мають практично необмежені можливості масштабування, підвищену швидкість обробки трафіку й безпрецедентну гнучкість із погляду організації додаткових сервісів. Крім того, технологія MPLS дозволяє інтегрувати мережі IP і ATM, за рахунок чого постачальники послуг зможуть не тільки зберегти засоби, інвестовані в устаткування асинхронної передачі, але й отримати прибутки зі спільного використання цих протоколів.

Проте, архітектура MPLS відіграє важливу роль, знижуючи обсяг необхідної обробки кожного пакета на кожному маршрутизаторі в IP – мережі, що ще більшою мірою збільшує продуктивність маршрутизаторів. Не менш важливим є те, що,

архітектура MPLS надає важливі нові можливості в таких популярних областях: підтримці якості обслуговування, конструюванні трафіку, віртуальних приватних мережах, багато протокольні підтримці та ін. Розглянемо детальніше ці можливості.

Підтримання якості обслуговування з орієнтацією на з'єднання

Основними перевагами є:

гарантування фіксованої пропускної спроможності для конкретних додатків, таких як аудіо- і відеоконференції;

управління характеристиками затримки й флуктуації затримки, а також гарантування пропускної спроможності для передачі голосу;

конфігурування різноманітних рівнів якості обслуговування для різноманітних користувачів.

Підтримка віртуальних приватних мереж

Архітектура MPLS (фрагмент якої показаний на рисунку 1) надає ефективний механізм підтримки VPN (Virtual Private Network – віртуальна приватна мережа). В цьому випадку трафік даного користувача або групи прозора проходить через об'єднану мережу, причому можна легко відокремлювати цей трафік від інших пакетів об'єднаної мережі, надаючи гарантії продуктивності й безпеки. [3]

Конструювання трафіку

Архітектура MPLS спрощує надання мережних ресурсів, змінюючи навантаження відповідно до запиту, а також спрощує надання диференційованих рівнів підтримки, згідно різноманітних вимог користувачів до трафіку. Здатність динамічно вибирати маршрути, планувати ресурси на основі відомих вимог і оптимізувати використання мережі називається конструюванням трафіку TE (Traffic engineering).

Основний механізм протоколу IP має примітивні форми автоматизованого конструювання трафіку. Зокрема, протоколи маршрутизації, наприклад OSPF, дозволяє маршрутизаторам з метою балансування навантаження динамічно змінювати маршрути пакетів для даного одержувача.

Розглянемо вдосконалену версію протоколу OSPF, що надає, щонайменше, часткову підтримку архітектури MPLS. Серед прикладів метрик, застосовуваних у маршрутизації з урахуванням обмежень, можна назвати наступні:

- максимальна швидкість передачі даних у лінії;
- поточний стан ресурсів;
- відсоток загублених пакетів; затримка поширення сигналу в лінії.

Введемо деяку термінологію:

Маршрутизатор, комутуючий по позначкам (Label Switching Router, LSR). MPLS-вузол, здатний просувати “рідні” пакети.

Стек міток (Label stack). Упорядкований набір міток.

Шлях, що комутується по мітках (label Switched Path). Шлях, що проходить через один або декілька LSR-маршрутизаторів на одному ієрархічному рівні, по якому впливають пакети конкретного FEC-класу.

Клас еквівалентності просування даних (Forwarding Equivalence Class, FEC). Група IP-пакетів, що просуваються в одній і тій же манері (наприклад, по тому самому маршруту, з тим самим обслуговуванням).

MPLS-мітка (MPLS Label). Короткий фізично безперервний ідентифікатор фіксованої довжини, призначений для ідентифікації FEC-класу.

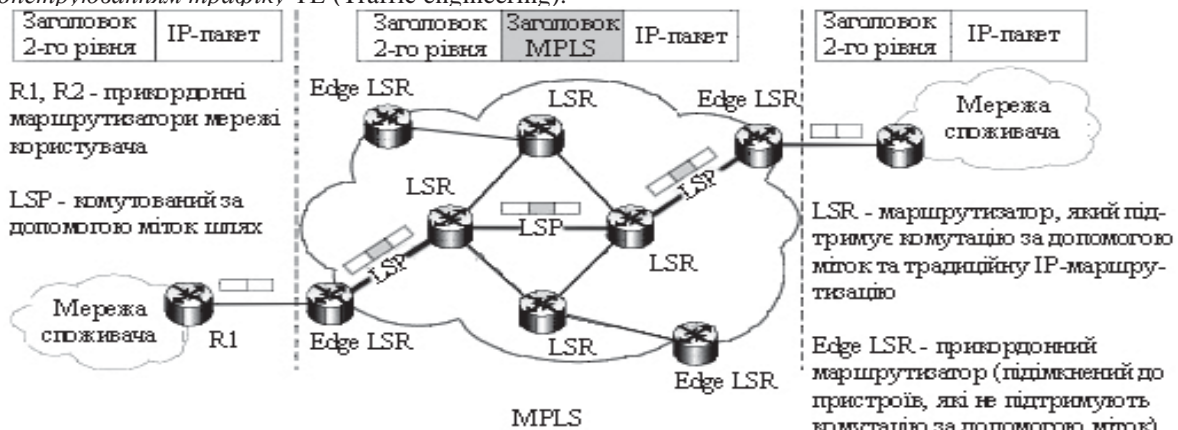


Рис. 1. Фрагмент архітектури MPLS

MPLS-вузол (MPLS node). Вузол, на якому реалізована архітектура MPLS. MPLS-вузол має інформацію про управляючі протоколи MPLS, підтримує роботу одного із протоколів маршрутизації і здатний просувати пакети по мітках.

Об'єднання міток (Label Merge). Заміна декількох вхідних міток конкретного FEC-класу однією вихідною міткою.

Обмін міток (Label Swap). Основна операція просування, що полягає в пошуку вхідної мітки,

щоб визначити вихідну мітку, інкапсуляцію, порт і іншу інформацію, що відноситься до обробки даних.

Заміна міток (Label Swapping). Парадигма, що спрощує просування даних за допомогою міток, що ідентифікують класи пакетів даних, коли вони при просуванні не відрізняються.

Нехай, маршрут з комутацією міток (LSP) рівня m для певного пакета P є послідовністю маршрутизаторів $\langle R_1, \dots, R_n \rangle$ з наступними властивостями:

1. R_1 , "вхід LSP", є LSR, який вносить мітку в стек пакета P , у результаті формується стек глибиною m ;

2. Для всіх $i, 1 < i < n$, P (коли він приходить в LSR R_i) має стек міток глибиною m ;

3. Ніколи за час передачі P від R_1 до $R[n-1]$ глибина стека не буде менше;

4. Для всіх $i, 1 < i < n$: R_i передає P в $R[i+1]$ за допомогою MPLS, шляхом використання мітки у верхній позиції стека (мітка рівня m) у якості індексу;

5. Для всіх $i, 1 < i < n$ якщо система S одержує й переадресує P , після того як P переданий R_i , але перше ніж P отриманий $R[i+1]$ (наприклад, R_i і $R[i+1]$ можуть бути з'єднані через комутуєму субмережу і S може бути одним з перемикачів інформаційного каналу), далі рішення переадресації S не базується на мітці рівня m , або на основі заголовку мережного рівня.

Це може бути, тому що:

а) рішення не засноване на вмісті стеку або заголовку мережного рівня;

б) рішення засноване на вмісті стеку, куди покладені інші мітки (наприклад на мітці рівня $m+k$, де $k > 0$).

Інакше кажучи, ми можемо описати рівень m LSP для пакета P , як послідовність маршрутизаторів:

1. Яка починається з LSR ("вхід LSP") рівень, що заносить мітку на m .

2. Всі маршрутизатори, чиї проміжні LSR, ухвалюють рішення щодо переадресації згідно з міткою на рівні m .

3. Яка завершується (в "вихідному LSP"), коли рішення переадресації робиться на основі комутації міток на рівні $m-k$, де $k > 0$, або коли рішення переадресації робиться "традиційно", за допомогою не MPLS процедур.

Наслідком цього є те, що, коли б LSR не заносить мітку в стек уже позначеного пакета, він повинен бути впевнений, що нова мітка відповідає FEC, чийм виходом LSP служить LSR, який сформував мітку, яка зараз є другою в стеці. Ми будемо називати послідовність LSR "LSP" для певного FEC "F", якщо він є LSP рівня m для заданого пакета P , коли рівень мітки P відповідає FEC "F".

Подібний метод маршрутизації реагує на виникнення перевантаження, але не надає обслуговування з різними рівнями якості. Весь трафік між двома кінцевими точками впливає по тому самому маршруту, який може бути змінений тільки у випадку перевантаження.

В архітектурі MPLS можливий вибір маршрутів на основі цих окремих потоків,

причому різні потоки, що зв'язують ту саму пару кінцевих точок, можуть впливати по різних маршрутах [3, 4]. Крім того, при виникненні перевантаження прокладені архітектурою MPLS маршрути можуть бути розумно змінені. Тобто замість простої зміни маршрутів окремих пакетів архітектура MPLS дозволяє змінювати маршрути потоків, користуючись даними про вимоги до трафіку кожного потоку. Ефективне конструювання та управління трафіком може суттєво збільшити пропускну спроможність мережі. Набір критеріїв, які можуть застосовуватися в системах MPLS для класифікації пакетів, надзвичайно широкий. Якщо необхідно впровадити новий тип послуг, то не має необхідності замінити всю MPLS - сумісну інфраструктуру. Досить всього лише змінити управляючу складову, щоб привласнити деякій категорії пакетів спеціальний FEC-клас, і потім вказати для нього спеціально спроектований LSP-маршрут. Наприклад, пакети можна класифікувати по комбінації підмереж призначення й типу додатку або мереж джерела й призначення, по специфічних вимогах до якості послуг, по приналежності до групи багато адресного IP-розсилання, по ідентифікатору віртуальної приватної мережі (VPN). Далі, мережний адміністратор може конфігурувати LSP-маршрути таким чином, щоб задовольнити специфічні вимоги даного класу трафіку: мінімізувати число транзитних вузлів, забезпечити задану смугу пропускання, направити трафік через певні вузли і інше. Заключний крок по впровадженню нової послуги полягає в тому, щоб конфігурувати вхідний LSR - маршрутизатор відповідним чином. Він повинен ідентифікувати пакети, що підпадають під визначення даного класу, і направляти їх по шляху, спеціально призначеному для трафіку цього класу. [5, 6]

Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином, виходячи із вище сказаного при належному плануванні маршрутів і правил технологія MPLS забезпечує високий рівень контролю над трафіком [5]. Це означає більш ефективну роботу мережі, більш передбачувану якість надання послуг і більшу гнучкість, що дозволяє адаптуватися до мінливих потреб користувачів і може бути корисним при проектуванні і експлуатації транспортних мереж спеціальних користувачів. Впровадження MPLS не буде викликати які-небудь додаткові ускладнення при роботі з іншими технологіями, що базуються на IP [3, 4]. Запропонована технологія може бути використана при проектуванні та експлуатації транспортних мереж, а результати досліджень будуть зосереджені на покращенні показників якості обслуговування навантаження [6].

Література

1. Гольдштейн А. Б. Технология и протоколы MPLS / А.Б. Гольдштейн, Б.С. Гольдштейн. – СПб.: БХВ-Санкт-Петербург, 2005. – 304 с. 2. **MPLS Fundamentals** / Luc De Ghein. – Cisco Press, 2006. – 672 p. 3. **Panwar Li Y.** On the Performance of MPLS TE Queues for QoS Routing / Li Y. Panwar, S. Liu C.J. // Simulation series. – 2004. – Vol. 36, part 3. – P. 170–174. 4. **Вивек Олвейн** Структура и реализация современной технологии MPLS. Руководство Cisco – М. : Вильямс, 2004. – 480 с. 5. **Будыльдина Н.В.** Технология MPLS. (Multi-Protocol Label Switching) // Теория, техника и экономика сетей связи. Сборник научно-технических и методических трудов. УрТИСИ. – Выпуск 1. – 2003. – С. 148–152. 6. **Multiprotocol Label Switching Architecture.** [Електронний ресурс] – Режим доступу. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3031.txt>

ОБОСНОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ МУЛЬТИПРОТОКОЛЬНОЙ КОММУТАЦИИ ПО МЕТКАМ КАК ОСНОВЫ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ СВЯЗИ

*Николай Николаевич Фомин (старший преподаватель кафедры)¹
Инна Васильевна Житник (студентка)²*

¹*Военный институт телекоммуникаций и информатизации Государственного университета телекоммуникаций, Киев, Украина*

²*Государственный университет телекоммуникаций, Киев, Украина*

В статье рассмотрены характеристики транспортных сетей и основные требования к их построению. Проанализирована технология многопротокольной коммутации по меткам, ее архитектура, приведены основные определения и термины данной технологии. Показаны новые возможности по таким направлениям, как поддержка качества обслуживания, конструирование трафика, поддержка виртуальных частных сетей, многопротокольная поддержка, что позволяет более эффективно использовать имеющуюся сетевую структуру. Раскрыт протокол маршрутизации и определены основные преимущества мультипротокольной коммутации по меткам, которые могут быть взяты за основу при выборе технологии транспортных сетей. Это даст более эффективную работу сети, более предсказуемое качество предоставления услуг и большую гибкость, позволит адаптироваться к меняющимся потребностям пользователей и может быть полезным при проектировании и эксплуатации транспортных сетей специальных пользователей.

Ключевые слова: MPLS; управление трафиком; транспортная сеть связи.

IMPLEMENTATION STUDY OF MULTI-PROTOCOL COMMUTATION TECHNOLOGY ON LABELS AS THE TRANSPORT COMMUNICATION NETWORK BASIS

*Mykola M. Fomin (Senior Teacher)¹
Inna V. Zhytnyk (Student)²*

¹*Military Institute of Telecommunications and Informatization of State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine*

²*State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine*

The article deals with characteristics of transport networks and basic requirements for their construction. Multi-protocol commutation technology on labels, its architecture were analyzed; the basic definitions and the terms of this technology were also given.

It was shown the new opportunities in such areas as service support quality, traffic construction, private virtual networks support, multi-protocol support, enabling more efficient use of existing network structure.

In the article routing protocol was revealed. The principal advantages of the multi-protocol commutation on labels, which can be taken as a basis when selecting transport network technology were defined.

This will enable the more efficient networks, predictable service quality with more flexibility. All these will adapt to the changing users' needs and can be useful in the transport network design and operation for specific users.

Keywords: MPLS; traffic management; transport network connection.

References

1. **Goldstein A.B.,** Goldstein B.S. (2005), MPLS technology and protocols. [*Tehnologiya i protokolyi MPLS*], SPb, BHV-St Petersburg, 304 p. 2. **Luc De Ghein** (2006), MPLS fundamentals, Cisco Press, 672 p. 3. **Panwar Li Y.,** S. Liu C.J. (2004), On the Performance of MPLS TE Queues for QoS Routing, Simulation series, Vol. 36, part 3, pp. 170–174. 4. **Vivek Olveyн** (2004), Structure and implementation of modern MPLS technology. [*Struktura i realizatsiya sovremennoy tehnologii MPLS*], Rukovodstvo Cisco. Williams, Moscow, 480 p. 5. **Budyldina N.V.** (2003), MPLS. technology (Multi-Protocol Label Switching). [*Tehnologiya MPLS*], Teoriya, tehnika i ekonomika setey svyazi. Sbornik nauchno-tehnicheskikh i metodicheskikh trudov, UrTISI, vyipusk 1, Ekaterinburg, pp. 148–152. 6. **Multiprotocol Label Switching Architecture,** Available at: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3031.txt>

Отримано: 25.09.2014 року

Юрій Іванович Хлапонін (канд. техн. наук, с.н.с., доцент кафедри)

Національний авіаційний університет, Київ, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ СПЛАЙН-АПРОКСИМАЦІЇ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМНИХ ЗАДАЧ ОЦІНКИ ЗАХИЩЕНОСТІ ІНФОРМАЦІЇ

В статті розглядається застосування методу сплайн-апроксимації для дослідження проблемних задач інформаційної безпеки. Для оцінки захищеності інформації необхідно враховувати та дослідити всі можливі технічні канали витоку інформації. Універсальним методом аналізу таких процесів є метод статистичного моделювання. Суттєвою проблемою є також захист програмного забезпечення мережесевих серверів, де виявлення інформаційної загрози носить чітко виражений статистичний характер і розв'язується методами теорії ймовірності і теорії статистичних рішень. Процес захисту інформації розглядається як процес обслуговування потоку вимог до систем захисту інформації, викликаного необхідністю реагування на загрози інформації з метою їх недопущення або знешкодження. Постає необхідність розрахунку ймовірності правильного виявлення загроз для інформації. В даному випадку ефективним виявляється метод сплайн-апроксимації емпіричних залежностей, який дозволяє розраховувати дані ймовірності.

Ключові слова: захист інформації; сплайн; сплайн-апроксимація; загроза; нейромережа.

Вступ

Постановка проблеми та її зв'язок з важливими науковими завданнями. Процеси проектування, випробування та експлуатації складних радіоелектронних систем пов'язані з обробкою великих масивів інформації про параметри як системи в цілому, так і її вузлів та компонентів. Протягом всього життєвого циклу систем захисту інформації [1] необхідно вирішувати велику кількість оптимізаційних задач. На етапі проектування необхідно оптимально визначити вимоги до системи, обрати елементну базу, забезпечити резервування тощо. На етапі виготовлення необхідно забезпечити умови протікання технологічного процесу з метою максимальної надійності реалізації підсистем, комплектуючих елементів тощо. На етапі випробувань вирішується задача забезпечення якості та надійності шляхом видалення ненадійних вузлів, часткової зміни інформаційних потоків. І нарешті, на етапі експлуатації систем захисту інформації необхідно вирішувати задачі адаптивної оптимізації процесу функціонування і технічного обслуговування з урахуванням післядії, тобто накопиченої статистики попередньої експлуатації системи.

Методологія якісного оцінювання рівня захищеності інформації ґрунтується на результатах вимірювань та експертних оцінках, яким притаманні принципові недоліки, що призводять до низького рівня захищеності інформації.

Більшість цих задач в перекладі на мову математичних моделей зводиться до знаходження умовних і безумовних екстремумів тих чи інших функцій і функціоналів.

Як теоретичні дослідження, так і практика рішення розрахункових задач, переконливо показали ефективність використання в якості універсального обчислювального апарата для рішення цих задач методів сплайн-апроксимації [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Для оцінки захищеності інформації експерту необхідно враховувати всі можливі технічні канали витоку інформації, стан відповідного каналу буде відповідати стану захищеності інформації від певного виду загроз.

Мовна інформація з обмеженим доступом (ІзОД), що циркулює на об'єкті інформаційної діяльності (ОІД), вважається захищеною, якщо для кожного з каналів витоку інформації фактичні значення відношень сигнал/завада в октавних смугах частот, отримані за результатами вимірювань в контрольних точках (КТ) не перевищують нормованих показників.

Технічному захисту підлягає інформація з обмеженим доступом, носіями якої є поля і сигнали, що утворюються в результаті роботи технічних засобів пересилання, оброблення, зберігання, відображення інформації (ТЗП), а також допоміжних технічних засобів і систем (ДТЗС). Технічний канал витоку вважається захищеним, якщо сигнал не перевищує встановленого нормативною документацією відношення "інформативний сигнал/шум".

Виконавцям таких вимірювань доводиться робити сотні вимірювань, робити математичні обчислення та обробляти статистичні дані. Зважаючи на складнощі математичних моделей, які адекватно відображають встановлення взаємозв'язку процесів і параметрів

електромагнітного випромінювання та акустичних коливань з процесами і параметрами обробки інформації в інформаційно-телекомунікаційних мережах, можливості аналітичного дослідження таких процесів обмежені. Єдиним універсальним методом аналізу таких процесів є метод статистичного моделювання.

Поняття "інформаційна загроза" розглядається як потенційна можливість певним чином порушити інформаційну безпеку, чи ступінь імовірності виникнення такого явища (події), наслідком якого можуть бути небажані впливи на інформацію. Намагання реалізувати загрозу розглядається як атака, а той, хто починає таку спробу, – як зловмисник. Потенційні зловмисники називаються джерелами загрози. Успішність атаки може приводити до втрати інформацією однієї з критичних особливостей (конфіденційності, цілісності чи доступності інформації).

Зазвичай загроза є наслідком наявності вразливих місць у захисті інформаційних систем (таких, наприклад, як можливість доступу сторонніх осіб до критично важливого устаткування або помилки у програмному забезпеченні). Загроза інформації, що циркулює в інформаційній системі, залежить від її структури та конфігурації, технології оброблення інформації в ній, стану навколишнього фізичного середовища, а також дій персоналу.

Суттєвою проблемою є захист програмного забезпечення мережевих серверів, яка тісно пов'язана з завданням забезпечення безпеки інформації в розподілених мережах. Для вдосконалення системи захисту необхідно врахувати механізми реалізації можливих атак в мережі Internet. Щодо Internet-серверу представляють інтерес атаки типу: відмова в обслуговуванні, підміна довіреного об'єкту (суб'єкту) інформаційно-телекомунікаційної системи (ІТС), а також впровадження в ІТС помилкового об'єкту з метою порушення конфіденційності або цілісності інформації, розміщеної на Internet-сервері.

Крім того, значна кількість успішних атак на ресурси ІТС реалізована за допомогою троянських програм та вірусів, створених за допомогою сучасних технологій. Завдання їх виявлення ускладнюється тим, що для кожної операційної системи та ІТС потрібно використовувати власну методику розпізнавання даних шкідливих програм.

В процесі аналізу потоку інформації повинно бути ухвалено рішення про наявність або відсутність загрози в кожному сегменті мережі, що перевіряється. Як сам факт наявності загрози в сегменті мережі, так і її параметри є випадковими. Отже, виявлена загроза носить випадковий характер, і рішення, що приймається при її наявності або відсутності, є статистичним.

Формулювання цілей статті. Проблема виявлення інформаційної загрози, таким чином, носить чітко виражений *статистичний характер* і розв'язується методами теорії ймовірності і теорії

статистичних рішень.

Особливо характерне статистичне моделювання в випадках, коли ІТС та її підсистеми описуються моделями теорії масового обслуговування. Так, процес захисту інформації розглядається як процес обслуговування потоку вимог до систем захисту інформації, викликаного необхідністю реагування на загрози інформації з метою їх недопущення або знешкодження. Постає необхідність розрахунку імовірності правильного виявлення загроз для інформації з загального трафіку. В даному випадку ефективним виявляється метод сплайн-апроксимації емпіричних залежностей, який дозволяє розрахувати дані імовірності.

Виклад основного матеріалу дослідження

Яка ж роль сплайнів в статистичному моделюванні?

Це, перш за все, формування вибірових сукупностей. Базуючись на відомих алгоритмах реалізації випадкових чисел з заданим розподілом, покажемо один зі способів застосування сплайнів до цих алгоритмів.

1. Нехай ω_k - незалежні випадкові числа, рівномірно розподілені в інтервалі $(0, 1)$. Позначимо $F(t)$ будь-яку функцію розподілу випадкової величини, $F^{-1}(x)$ – обернену до неї функцію. Тоді випадкові числа

$$\xi_k = F^{-1}(\omega_k) \quad (1)$$

незалежні і мають функцію $F(t)$ в якості функції розподілу. Відмітимо, що тут можна замість (1) взяти також відношення

$$\xi_k = F^{-1}(1 - \omega_k). \quad (2)$$

Ми бачимо, що для реалізації даного методу необхідно мати алгоритм обчислення $F^{-1}(t)$, а це часто вкрай складна процедура.

Пропонована нами сплайн-апроксимація працює наступним чином. Розіб'ємо інтервал $(0, 1)$ на n рівних інтервалів

$$D_1 = \left(0, \frac{1}{n}\right), D_2 = \left(\frac{1}{n}, \frac{2}{n}\right), \dots, D_n = \left(\frac{n-1}{n}, 1\right) \quad (3)$$

і побудуємо сплайн

$$G(x) \approx F^{-1}(x), 0 < x < 1, \quad (4)$$

з вузлами в точках $\frac{1}{n}, \frac{2}{n}, \dots, \frac{n-1}{n}$. Для

обчислення вводимо значення конфіденційності полінома $P_j(x)$, до якого зводиться сплайн в

інтервалі $\left(\frac{j-1}{n}, \frac{j}{n}\right)$. Тепер реалізуємо

випадкове число ω_k . Якщо ω_k потрапляє в

інтервал D_j , звертаємося до процедури обчислення $P(x)$ і знаходимо

$$\xi = P(\omega). \quad (5)$$

2. У випадку аналітичних складностей з обчисленням зворотньої функції можна використати сплайн-апроксимацію до щільності

$$f(t) = F(t). \quad (6)$$

Побудований алгоритм сплайн-апроксимації представимо наступною схемою аналітичних перетворень і обчислювальних процедур. Припустимо, що $f(t) = 0$ поза інтервалом $[a, b]$. Розіб'ємо цей інтервал на n частин точками t_0, t_1, \dots, t_n , причому так, щоб всі інтервали $(t_0, t_1), (t_1, t_2), \dots, (t_{n-1}, t_n), (t_n, b)$ мали імовірність $\frac{1}{n}$.

Далі побудуємо сплайн

$$Q(t) \approx f(t), a \leq t \leq b. \quad (7)$$

В інтервалі (t_{j-1}, t_j) , де приймається $t_0 = a, t_n = b$, сплайн зводиться до полиному $Q(t)$, коефіцієнти котрого фіксуються як результати обчислень. Позначимо також

$$b = \max Q(t).$$

$$t_{j-1} \leq t \leq t_j$$

Спочатку "кидаємо жереб" з n рівномірними наслідками. При j -му випаданні випадкове число ξ (індекс опускаємо) приймає значення в інтервалі (t_{j-1}, t_j) . Для його побудови візьмемо пару незалежних рівномірних в інтервалі $(0, 1)$ випадкових чисел ω_1 і ω_2 . Якщо

$$\omega_1 < \frac{1}{b} Q[t_{j-1} + \omega_2(t_j - t_{j-1})], \quad (8)$$

припускаємо

$$\xi = t_{j-1} + \omega_2(t_j - t_{j-1}). \quad (9)$$

При протилежній нерівності процедура повторюється з новими значеннями випадкових чисел ω_1 і ω_2 і так далі, поки на якомусь кроці не отримаємо потрібну рівність, тобто реалізацію випадкового числа ξ з щільністю $f(t)$.

Висновки з даного дослідження

За допомогою сплайн-апроксимації можна моделювати уточнені можливі значення результатів вимірювання на ОІД для кожної контрольної точки, в якій проведено визначення октавних рівнів акустичного (вібраційного) сигналів в кожній i -й октавній смузі частот та визначити оптимальні значення отриманих рівнів. Зважаючи на те, що виконавцям таких вимірювань доводиться робити сотні вимірювань на ОІД, використання сплайнів може бути корисним для інтерпретації даних моделювання. Так як сплайни враховують гладкість кривої, то, в принципі, можна

зеконотити на кількості точок параметричного простору, в якому проводиться моделювання, в порівнянні зі звичайною кусочно-лінійною апроксимацією.

Задачі забезпечення доступності інформації в ІТС вирішуються за допомогою систем аналізу захищеності та систем виявлення та запобігання вторгненням (атакам). Системи аналізу захищеності проводять всебічне дослідження контрольованих ресурсів ІТС з метою виявлення "слабких ділянок". Отримані результати є миттєвим знімком стану захищеності в даний момент часу. Очевидно, що сигналом про потенційну можливість атаки є досягнення контрольованими параметрами деяких граничних величин. Одним з основних недоліків таких систем є те, що контроль програмного забезпечення, який проводиться даними системами, часто носить запізнілий характер.

За допомогою сплайн-апроксимації можна моделювати та прогнозувати можливі атаки на ресурси мережевих серверів на основі статистики попередніх спостережень та аналізу трафіку. Оскільки, задачу виявлення атак можна розглядати як задачу розпізнавання образів, то для її рішення застосовуються також нейронні мережі [4, 5]. Для цього функціонування системи, що потребує захисту і взаємодіючих з нею зовнішніх об'єктів представляється в вигляді траєкторій в деякому числовому просторі ознак. В якості методу виявлення зловживань, нейронні мережі навчаються на прикладах атак кожного класу i , в подальшому, застосовуються для розпізнавання приналежності поведінки одному з класів атак. Основна складність в застосуванні нейронних мереж полягає в коректній побудові такого простору ознак, який дозволив би розділити класи атак між собою та відділити їх від нормальної поведінки. Крім того, для класичних нейронних мереж характерне довге навчання, при цьому час навчання залежить від розміру навчальної вибірки.

Суттєво скоротити час навчання нейронної мережі допоможе застосування сплайн-апроксимації простору ознак, що вказують на відхилення від нормальної поведінки системи (наявність атаки чи іншої загрози). Це є темою подальших наукових досліджень автора та буде публікуватися по мірі отримання результатів.

Практичне значення отриманих результатів

Запропоновано новий підхід оцінки рівня захищеності інформації.

Відмінність її від існуючих систем оцінки рівня захищеності заключається в тому, що застосування сплайнів дозволяє скоротити час проведення вимірювань, якщо мова йде про аналіз стану захищеності інформації, яка озвучується або обробляється на об'єкті інформаційної діяльності. За допомогою сплайн-апроксимації можна моделювати та прогнозувати можливі атаки на

ресурси мережевих серверів на основі статистики попередніх спостережень та аналізу трафіку з метою їх недопущення або знешкодження.

Новизна результату

Науковою новизною результату дослідження є: вперше запропоновано застосування сплайн-апроксимації для моделювання системи оцінки

рівня захищеності інформації.

введено поняття імовірності правильного виявлення загроз для інформації.

запропоновано застосування сплайн-апроксимації простору ознак перед обробкою в нейромережній системі.

Література

1. **Богущ В. М.** Проектирование защищенных компьютерных систем та мереж / В. М. Богущ, О. А. Довидьков // ДУІКТ, – 2006. – С. 5. 2. **Корнейчук Н. П.** Сплайны в теории приближения. – М. : Наука, 1984. – 352 с. 3. **Лукацкий А. В.** Обнаружение атак. – СПб. : БХВ-Петербург, 2003. – 624 с. 4. **Борисов В. В.** Нечеткие

модели и сети мережі / В. В. Борисов, В. В. Круглов, А. С. Федулов. – 2 изд. М. : Горячая линия – Телеком, 2012. – 284 с. : ил. 5. **Хлапонин Ю. И.** Устройство для обучения распознаванию образов, Авторское свидетельство на изобретение от 16.05.91 № 4944920/24.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СПЛАЙН-АППРОКСИМАЦИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОБЛЕМНЫХ ЗАДАЧ ОЦЕНКИ ЗАЩИЩЕННОСТИ ИНФОРМАЦИИ

Юрий Иванович Хлапонин (канд. техн. наук, с.н.с., доцент кафедры)

Национальный авиационный университет, Киев, Украина

В статье рассматривается применение метода сплайн-аппроксимации для исследования проблемных задач информационной безопасности. Для оценки защищенности информации необходимо учитывать и исследовать все возможные технические каналы утечки информации. Универсальным методом анализа таких процессов является метод статистического моделирования. Существенной проблемой является также защита программного обеспечения сетевых серверов, где выявление информационной угрозы носит четко выраженный статистический характер и решается методами теории вероятности и теории статистических решений. Процесс защиты информации рассматривается как процесс обслуживания потока требований к системам защиты информации, вызванного необходимостью реагирования на угрозы информации с целью их недопущения или обезвреживания. Возникает необходимость расчета вероятности правильного обнаружения угрозы для информации. В данном случае эффективным оказывается метод сплайн-аппроксимации эмпирических зависимостей, который позволяет рассчитать данные вероятности.

Ключевые слова: защита информации; сплайн; сплайн-аппроксимация; угроза; нейросеть.

APPLICATION OF SPLINE APPROXIMATION METHOD FOR STUDYING PROBLEM TASKS OF ASSESSING INFORMATION SECURITY

Yurii I. Khlaponin (Candidate of Military Sciences, Senior Research Fellow, Associate Professor of a Department)

National Aviation University, Kyiv, Ukraine

The use of spline approximation method for studying the information security problem tasks is considered in the article. The all possible technical channels of information leakage must be considered and researched for assessing information security. The universal analysis method of such processes is the method of statistical modeling. The critical problem is also software protection of network servers, where information threat detection is clearly statistical defined and it is solved by methods of probability theory and statistical decision theory. The information security process is considered as a service process of requirements flow for information security systems, caused by necessity of respond to information threats for the purpose of their prevention or neutralization. The necessity of calculating the correct threat detection probability for information is becoming. The method of spline approximation of empirical relationships is effective in this case. This method allows calculating probabilities data.

Keywords: information security; spline; spline approximation; threat; neural network.

References

1. **Bohush V. M., Dovydykov O. A.,** (2006), Planning secure computer systems and networks, [*Proektuvannia zakhyshchennykh kompiuternykh system ta merezh*], DUKT, p. 5. 2. **Korneichuk N. P.** (1984), Splines in approximation theory, [*Splaynyi v teorii priblizheniya*], M. : Nauka., p. 352. 3. **Lukatskyi A. V.,** (2003), Attack detection, [*Obnaruzhenie atak*], SPb. BHV-Peterburg, p. 624.

4. **Borisov V. V., Kругlov V. V., Fedulov A. S.,** (2012), Indistinct models and networks, [*Nechetkie modeli i seti*], 2 izd. M. : Goryachaya liniya – Telekom, p. 284. 5. **Hlaponin Yu. I.,** Device for Pattern Recognition Learning, [*Ustroystvo dlya obucheniya raspoznaniyu obrazov*] Inventor's certificate of 16.05.91 № 4944920/24.

Отримано: 8.10.2014 р.

СИСТЕМА ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ГЕОГРАФІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

В процесі проектування та створення географічної інформаційної системи військового призначення необхідно визначити перелік основних показників, що характеризують якість такої інформаційної системи. У статті проаналізовано властивості і система показників, використовуваних для характеристики надійності функціонування географічної інформаційної системи.

Розглянуто основні види забезпечення реалізовані на практиці в процесі створення і функціонування геоінформаційної системи.

Розглянуті властивості та система показників надійності функціонування геоінформаційної системи, а також вимоги до видів забезпечення дозволяють сформулювати систему вимог до геоінформаційної системи в процесі її проектування та об'єктивно оцінити якість системи за показником надійності функціонування в процесі подальшого використання за призначенням.

Ключові слова: : геоінформаційна система; надійність функціонування; показники надійності геоінформаційної системи.

Вступ

Постановка проблеми. Сьогодні у відповідності з вимогами новітніх інформаційних технологій створюються і функціонують різноманітні системи військового управління, які пов'язані з необхідністю відображення інформації на електронній карті та подальшій її обробці. До переліку таких систем відносяться і військові географічні інформаційні системи (ГІС).

В процесі проектування та створення ГІС військового призначення необхідно визначити перелік основних показників, що характеризують якість такої інформаційної системи. Основними показниками якості геоінформаційної системи, як і взагалі для будь-якої іншої інформаційної системи військового призначення є наступні: надійність функціонування системи; достовірність функціонування системи; безпека функціонування системи [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проаналізуємо основні теоретичні положення щодо надійності функціонування геоінформаційної системи. Надійність – найважливіша характеристика якості будь-якої інформаційної системи, у тому числі і ГІС [2, 3, 4]. Тому, при розгляді основних положень щодо надійності ГІС, необхідно спиратися на спеціально розроблену теорію – теорію надійності. Основні положення якої закріплені у ГОСТ 24.701-86 “Надежность АСУ. Основные положения”.

Надійність функціонування ГІС ($N_{ГІС}$) – властивість системи зберігати в часі у визначених межах значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати системою необхідні функції у встановлених режимах і умовах експлуатації [4]. Надійність функціонування геоінформаційної системи є засобом забезпечення своєчасної та достовірної інформації кінцевому користувачу.

Тому метою цієї статті є проаналізувати основні властивості надійності функціонування геоінформаційної системи та на їх основі встановити систему показників для її оцінки.

Виклад основного матеріалу дослідження

Розглянемо основні властивості даної характеристики ГІС. Її першою властивістю є те, що вона відповідає певному часу (T), або його проміжку (ΔT), може бути орієнтована або в минуле, або у майбутній час і не допускає “точкових” у часі оцінок. Іншими словами, надійність – це властивість системи «штатно» функціонувати в часі.

Другою властивістю даної характеристики геоінформаційної системи є її комплексність. Вона містить у собі більш прості властивості, основними з яких є: безвідмовність, ремонтпридатність, довговічність тощо. Проаналізуємо їх сутність.

Безвідмовність (V) – властивість ГІС зберігати працездатний стан протягом деякого часу або забезпечити виконання визначеного обсягу роботи системою.

Ремонтпридатність (P) – властивість ГІС, яка полягає у пристосованості до попередження та виявлення причин виникнення відмов, пошкоджень і підтримці та відновленню працездатного стану системи шляхом проведення технічного обслуговування і ремонтів.

Довговічність (G) – властивість ГІС зберігати при встановленій системі технічного обслуговування та ремонту працездатний стан до граничного стану, тобто такого моменту, коли подальше використання системи за призначенням неможливо або недоцільно.

Таким чином, надійність функціонування геоінформаційної системи є функцією від її властивостей, а саме:

$$N_{ГІС} = F(T, V, P, G).$$

Повна або часткова втрата працездатності системи або її окремого елемента настає у випадку відмови. У загальному плані, в процесі функціонування ГІС можна визначити три основних типи відмов. Апаратна відмова обумовлена порушенням працездатності технічного елемента системи. Ергатична відмова є наслідком дії комплексу факторів, пов'язаних із раціональною організацією роботи обслуговуючого персоналу системи. Програмна відмова пов'язана із порушенням працездатності програмного елемента системи. Відповідно до наведеного розподілу відмов можна розглядати і надійність функціонування ГІС: апаратну; ергатичну; програмну.

Для геоінформаційної системи, яка є багатофункціональною, можна встановити і поняття функціональної надійності виконання локальної (конкретної) функції системи. Це поняття важливе, так як окремі функції системи, що є різними за важливістю, забезпечуються різними підсистемами і відповідно диференціюються по встановлених до них вимогам. Крім то, необхідно враховувати, що ГІС, як і більшість сучасних обчислювальних систем є системами, що відновлюються, і в той же час є такими, що обслуговуються.

Проаналізуємо основні показники надійності функціонування геоінформаційної системи. Показник надійності – це кількісна характеристика одного або декількох властивостей, що визначають надійність геоінформаційної системи. В основі більшості показників надійності лежать оцінки напрацювання системи, а саме тривалості або обсягу роботи, що виконаний системою.

Основні показники надійності систем визначені у ГОСТ 27.002-83 “Надежность в технике. Термины и определения” і розподіляються на одиничні та комплексні.

До одиничних показників надійності відносяться показники безвідмовності, показники ремонтпридатності і показники довго тривалості.

До переліку показників безвідмовності (V) відносяться наступні.

1. Імовірність безвідмовної роботи (I_1) – імовірність того, що в межах заданого напрацювання не виникне відмова системи.

2. Імовірність відмови (I_2) – зворотна величина, імовірність того, що в межах заданого напрацювання виникне відмова системи.

3. Середній наробіток до відмови ($T_{ДВ}$) – математичне очікування напрацювання системи до першої відмови (суттєво для не відновлюваних систем).

4. Середній наробіток на відмову ($T_{НВ}$) – відношення напрацювання відновлюваної системи до математичного очікування числа її відмов у межах цього напрацювання (тільки для відновлюваних систем).

5. Інтенсивність відмов (I_B) – умовна щільність імовірності виникнення відмови системи, що не

відновлюється. Визначається для розглянутого моменту часу за умови, що до цього моменту відмова не виникла.

6. Параметр потоку відмов ($X(t)$) – відношення середньої кількості відмов для відновлюваної системи за довільно малий її наробіток до значення цього наробітку.

До переліку показників ремонтпридатності (P) відносяться наступні.

1. Імовірність відновлення працездатного стану ($I_{ВПР}$) – імовірність того, що час відновлення працездатного стану не перевищить заданого.

2. Середній час відновлення працездатного стану ($T_{ВПР}$) – математичне очікування часу відновлення працездатного стану системи.

До переліку показників довговічності (G) відносяться наступні.

1. Середній ресурс (C_p) – математичне очікування напрацювання системи від початку її експлуатації або її відновлення після ремонту до переходу в граничний стан.

2. Термін служби ($T_{ТС}$) – календарна тривалість від початку експлуатації системи або її відновлення після ремонту до переходу у граничний стан.

На практиці широкого використання набули і комплексні показники надійності функціонування геоінформаційної системи. До їх переліку відносяться наступні.

1. Коефіцієнт готовності (K_G) – імовірність того, що система знаходиться в працездатному стані у довільний момент часу, крім планованих періодів, протягом яких застосування системи за призначенням не передбачається:

$$K_G = \frac{T_0}{T_0 + T_{ПП}}$$

2. Коефіцієнт технічного використання – відношення математичного очікування інтервалів часу перебування системи в працездатному стані за деякий період експлуатації до суми математичних очікувань інтервалів часу перебування системи в працездатному стані, простоїв, обумовлених технічним обслуговуванням, і ремонтів за той же період експлуатації:

$$K_{ТВ} = \frac{T_0}{T_0 + T_{ПП} + T_{ТО}}$$

де $T_{ТО}$ – час простою системи, обумовлений виконанням планового технічного обслуговування і ремонту (час профілактики), розрахований на одну відмову.

3. Коефіцієнт збереження ефективності ($K_{ЗБ.ЕФ}$) – відношення значення показника ефективності за певний час експлуатації до номінального значення цього показника, який обчислений за умови, що відмови в системі протягом того ж самого періоду експлуатації не виникають.

Коефіцієнт збереження ефективності характеризує ступінь впливу відмов у системі на ефективність її застосування за призначенням і

може використовуватися як інтегральний критерій оптимізації надійності функціонування системи. Напрямок зміни значення коефіцієнта збереження ефективності визначає основні напрями у процесі пошуку властивостей системи, які забезпечують її оптимальну надійність.

Для користувачів складних інформаційних

систем, до переліку яких відносяться ГІС, поняття їх надійності характеризується найбільшою мірою за коефіцієнтом готовності системи (K_T). Для типового сучасного сервера $K_T = 0,99$, що означає приблизно 3,5 доби простою в рік. На практиці, часто використовується наступна класифікація систем за рівнем надійності:

Таблиця 1

Класифікація систем за рівнем надійності

Коефіцієнт готовності	Максимальний час простою в рік	Тип системи
0,99	3,5 діб	Звичайна
0,999	8,5 год.	Високої надійності
0,9999	1 год.	Стійка до відмов
0,99999	5 хв.	Безвідмовна

Проаналізувавши систему основних показників надійності функціонування геоінформаційної системи, які доцільно застосовувати на практиці, розглянемо тепер існуючі підходи щодо забезпечення надійності функціонування ГІС.

Геоінформаційна система — це складна людино-машинна система, що включає до свого складу ергатичні ланки (експлуатаційний персонал та користувачі), технічні засоби, інформаційне та програмне забезпечення [5, 6]. Існуючі методи забезпечення надійності і достовірності функціонування ГІС можна віднести до двох класів. Один містить у собі методи, що забезпечують безпомилковість (безвідмовність) функціональних технічних, ергатичних і програмних ланок системи, тобто ті, що підвищують їх надійність. Інший — методи, що забезпечують виявлення та виправлення помилок, які виникають в інформації, тобто методи контролю достовірності інформації та її корекції за необхідності, які у свою чергу також підвищують функціональну надійність системи.

Наведені класи методів не виключають, а взаємно доповнюють один одного, оскільки в такій складній системі, як геоінформаційна, забезпечити високу надійність і достовірність функціонування можна, тільки поєднуючи їх.

Для побудови надійних геоінформаційних систем необхідно використовувати різні види забезпечення: економічне; часове; організаційне; структурне; технологічне; експлуатаційне; соціальне; ергатичне; алгоритмічне; синтаксичне; семантичне.

У загальному плані, забезпечення можна визначити як сукупність факторів (елементів, методів, прийомів, процедур, ресурсів тощо), що сприяють досягненню поставленої мети. Економічне та часове забезпечення, які обумовлюються необхідністю відповідно матеріальних і часових витрат, використовуються для реалізації процедур забезпечення достовірності функціонування системи. Організаційне, експлуатаційне, технічне, соціальне і ергатичне забезпечення застосовуються

переважно для підвищення надійності функціонування системи, а структурне та алгоритмічне забезпечення — для вирішення обох завдань.

Організаційне забезпечення містить у собі питання розробки: правових і методичних аспектів функціонування ГІС; нормативів щодо достовірності інформації, що надходить з функціональних підсистем та за всіма етапами перетворення інформації; методики вибору та обґрунтування оптимальних структур, процесів і процедур перетворення інформації тощо.

Призначенням структурного забезпечення є підвищення надійності функціонування технічних комплексів і ергатичних ланок, а також геоінформаційної системи у цілому. Повинна бути обґрунтована раціональна побудова структури ГІС, що безпосередньо залежить від якості розв'язання наступних питань: вибір структури технологічного процесу перетворення інформації; забезпечення обґрунтованих взаємозв'язків між окремими ланками системи; резервування елементів, вузлів, пристроїв системи і використання спеціальних пристроїв, що здійснюють процедури апаратного контролю тощо.

Технологічне і експлуатаційне забезпечення призначені для підвищення надійності роботи технічних засобів і технологічних комплексів. Технологічне забезпечення містить у собі вибір схемних та конструктивних рішень щодо застосування окремих технічних пристроїв, технологій і протоколів реалізації інформаційних процесів. Експлуатаційне забезпечення пов'язане з встановленням режимів роботи пристроїв, технологій їх профілактичного обслуговування.

Соціальне та ергатичне забезпечення ГІС мають своїм призначенням підвищення надійності роботи ергатичних структурних ланок системи. На практиці більшість помилок в інформації виникає через функціональну ненадійність саме цих ланок (людського фактора). Розрізняють п'ять видів причин помилок, що виникають в ергатичних ланках: психологічні — неадекватність сприйняття

інформації, вироблення і реалізація неоптимальної стратегії; мотиваційні — неправильна постановка завдання, неузгодженість цілей суб'єкта із цілями управління; емоційні — нестійкі зміни властивостей суб'єкта від впливу зовнішніх і внутрішніх причин; інтуїтивні — неформалізований у свідомості суб'єкта досвід, що хибно відображає реальну ситуацію; еволюційні — стійкі зміни властивостей суб'єкта у результаті його навчання або втрати навичок.

Зазначені причини можуть привести до суб'єктивних помилок трьох типів: втрати частини корисної інформації; внесенню додаткової (корисної або шкідливої) інформації, що не міститься у вихідному повідомленні; неадекватному перетворенню інформації.

До соціального забезпечення відносяться наступні фактори: створення здоровішої психологічної обстановки в колективі; підвищення відповідальності за виконану роботу; підвищення кваліфікації фахівців; збільшення моральної та матеріальної зацікавленості у правильності виконання поставленого завдання. Особливо важливо забезпечити узгодженість мети діяльності технічного персоналу ГІС із цілями управління.

Ергатичне забезпечення містить у собі комплекс факторів, пов'язаних із раціональною організацією роботи людини в системі. Це, у

першу чергу, правильний розподіл функцій між фахівцями і технічними засобами, обґрунтованість норм і стандартів роботи, оптимальність інтенсивності та ритмічності праці, побудова робочих місць відповідно до вимог ергономіки.

Алгоритмічне забезпечення має метою підвищення надійності системи (забезпечення високої якості та безпомилковості алгоритмів і програм обробки та перетворення інформації) і для реалізації контролю вірогідності інформації.

Інформаційне синтаксичне і семантичне забезпечення полягають у введенні в геоінформаційну систему спеціальної інформаційної надмірності, відповідно, надмірності даних і значущої надмірності, що у свою чергу обумовлюють можливість проведення контролю достовірності інформації.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином, розглянуті властивості та система показників надійності функціонування геоінформаційної системи, а також вимоги до видів забезпечення дозволяють сформулювати систему вимог до ГІС в процесі її проектування та об'єктивно оцінити якість системи за показником надійності функціонування в процесі подальшого використання за призначенням.

Література

1. Тарасов В. М. Система показників ефективності побудови геоінформаційної системи Збройних Сил України / В. М. Тарасов, О. А. Чорнокнижний // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – 2012. – №1(13). – С. 94–96. 2. Борисов А. Н. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / А. Н. Борисов, А. В. Алексеев, Г. В. Меркурьев и др. // – М: Радио и связь, 1989. – 304 с. 3. Смірнов О. А. Основи технічної експлуатації АСУ / О. А. Смірнов, С. І. Осадчий, С. В. Мелешко та ін. // – Кіровоград: КНТУ,

2013. – 316 с. 4. Ткаченко В. І. Інформаційні системи та мережі. ч. I / В. І. Ткаченко, С.Б. Смірнов, І. О. Романенко та ін. – Харків: ХУПС, 2013. – 328 с. 5. Мосов С. П. Географічні інформаційні системи / Тарасов В. М., Чорнокнижний О. А. та ін. – Київ: НАО України, 2006. – 237 с. 6. Дмитриев А. К. Основы теории построения и контроля сложных систем / А. К. Дмитриев, П. А. Мальцев. – Л : Энергоатомиздат. Ленингр. отд., 1988. – 192 с.

СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Александр Анатольевич Чернокужний (канд. техн. наук, доцент, заместитель начальника института)

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

В процессе проектирования и создания географической информационной системы военного назначения необходимо определить перечень основных показателей, характеризующих качество такой информационной системы. В статье проанализированы свойства и система показателей, используемых для характеристики надежности функционирования географической информационной системы.

Рассмотрены основные виды обеспечения, реализованные на практике в процессе создания и функционирования геоинформационной системы.

Рассмотренные свойства и система показателей надежности функционирования геоинформационной системы, а также требования к видам обеспечения позволяют сформировать систему требований к геоинформационной системе в процессе ее проектирования и объективно оценить качество системы по показателю надежности функционирования в процессе дальнейшего использования по назначению.

Ключевые слова: геоинформационная система; надежность функционирования; показатели надежности геоинформационной системы.

THE FUNCTIONING RELIABILITY INDICATOR SYSTEM OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM FOR MILITARY USE

Oleksandr A. Chornoknyzhnyi (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Deputy Chief of an Institute)

National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine

In the course of designing and creating geographical information system for military use it is necessary to identify the list of basic indexes which characterize the quality of such information system. The properties and indicators system which are used for reliability characteristic of functioning geographical information system were analyzed in the article.

The main types of support which were implemented in practice in the course of creating and operation of a geographic information system were considered.

The considered properties and reliability indicator system of geographical information system as well as support type requirements allow to model the requirements system for geographic information system in the course of it designing and objectively evaluate the system quality in terms of the reliability indicator of functioning in the course of further intended use.

Keywords: *geographical information system; functioning reliability; reliability indicators of geographical information system.*

References

- 1. Tarasov V.M.,** Chornoknyzhnyi O.A., (2012), System of efficiency indexes construction geoinformation system of Armed Forces of Ukraine, [*Systema pokaznykiv efektyvnosti pobudovy heoinformatsiinoi systemy Zbroinykh Syl Ukrainy*], Suchasni informatsiini tekhnologii u sferi bezpeky ta obrony №1(13), pp. 94–96. **2. Borysov A.N.,** Alekseev A.V., Merkurev H.V., (1989), Processing indistinct information in decision-making, [*Obrabotka nechetkoy informatsii v sistemah prinyatiya resheniy*], M: Radyo y sviaz, p. 304. **3. Smirnov O.A.,** Osadchii S.I., Meleshko Ye.V., (2013), Basics of Technical Operations ACS, [*Osnovy tekhnichnoi ekspluatatsii ASU*], Kirovohrad: KNTU, p. 316. **4. Tkachenko V.I.,** Smirnov Ye.B., Romanenko I.O., (2013), Information Systems and Networks p.1, [*Informatsiini systemy ta merezhi. ch. I*], Kharkiv: KhUPS, p. 328. **5. Mosov S.P.,** Tarasov V.M., Chornoknyzhnyi O.A., (2006), Geographical Information Systems, [*Heohrafichni informatsiini systemy*], Kyiv: NAO Ukrainy, p. 237. **6. Dmytryev A.K.,** Maltsev P.A. (1988), Fundamentals of the theory of construction and control complicated systems, [*Osnovy teorii postroeniya i kontrolya slozhnykh sistem*], L: Energoatomizdat. Leningr. otd., p. 192.

Отримано: 10.10.2014 р.

Роман Михайлович Штонда (старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії)

Юрій Олександрович Процюк (провідний науковий співробітник науково-дослідної лабораторії)

Олег Миколайович Маковецький (старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії)

Ірина Робертівна Мальцева (старший науковий співробітник науково-дослідного відділу)

*Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації
Державного університету телекомунікацій, Київ, Україна*

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЦИФРОВОЇ СТЕГАНОГРАФІЇ ЗОБРАЖЕНЬ

В сучасному світі постійно відбувається прогрес в галузі комп'ютерних систем та мереж. Існуючі методи цифрової стеганографії зображень не враховують певною мірою таємність та робастність на етапі приховування, що не забезпечує реагування на активні атаки противника.

В статті наведені та проаналізовані методи стеганографічного захисту цифрових зображень, що дозволяє зауважити, якщо поєднати метод вбудовування в область коефіцієнтів дискретного косинусного перетворення F5 з методами шаблонного вбудовування, дане поєднання дозволить підвищити показники таємності та робастності.

Ключові слова: методи стеганографічного захисту інформації; робастність та таємність.

Вступ

Забезпечення стійкості стеганографічних перетворень до активних атак в комп'ютерних системах та мережах (КСМ) є актуальною практичною задачею стеганографії на сьогоднішній день. Методи цифрової стеганографії зображень здатні забезпечити високу робастність та таємність вбудовування, тому ці характеристики необхідно враховувати при забезпеченні стійкості до активних атак в КСМ.

Постановка проблеми. В сучасному світі постійно відбувається прогрес в галузі КСМ. Існуючі методи цифрової стеганографії зображень не враховують певною мірою таємність та робастність на етапі приховування, що не забезпечує реагування на активні атаки противника.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У розвиток стеганографії значний внесок зробили в своїх працях такі автори, як В.О.Хорошко [1], Г.Ф.Конахович [2], М.Є.Шелест [3], В.К.Задірака, Н.В.Кошкіна [4], А.В.Аграновський [5], В.Г.Грібунін [6] Бабич І.В., Паламарчук С.А., Паламарчук Н.А., Овсянніков В.В. [7] та інші. Внесок зазначених досліджень полягає в розробці та вдосконаленні методів приховування даних в зображеннях. Але в цих роботах розробка методів стеганографічного захисту інформації авторами відбувалася без врахування взаємозв'язку між вимогами таємності та робастності.

Метою статті є проведення аналізу методів цифрової стеганографії зображень, таких як методу стеганографічного захисту інформації F5 та методу шаблонного вбудовування даних на основі матричного представлення кодів Хеммінга.

Методи дослідження

У ході дослідження використовувалися наступні методи: аналізу теоретичних джерел та порівняльного аналізу.

Виклад основного матеріалу дослідження

Більшість методів стеганографічного захисту інформації, що вбудовують дані в просторову область зображень, забезпечують не високу робастність до будь-яких спотворень [2, 8]. Наприклад застосування операцій ущільнення з втратами призводить до повного знищення секретної інформації, яка прихована методом заміни наймолодших бітів (НБ) у просторовій області зображень. Більш робастними до різноманітних спотворень, у тому числі і ущільнення, є методи стеганографічного захисту інформації, що використовують для приховування даних у частотну область [1].

1. Методи приховування даних в частотній області зображення

Існує декілька способів представлення зображення у частотній області. Наприклад, з використанням дискретних косинусних перетворень (ДКП), швидкого перетворення Фур'є або вейвлет-перетворення [1]. Ці перетворення можуть застосовуватись як до всього зображення, так і до певних його частин.

Одним із сучасних, розповсюджених на сьогоднішній день методів, є метод стеганографічного захисту інформації F5 [2]. Даний метод був запропонований з метою підвищення обсягу даних, що вбудовуються у JPEG-зображення, за умови забезпечення захищеності. Замість вбудовування в НБ, операція вбудовування в F5 може лише зменшити абсолютне значення ДКП коефіцієнта на одиницю. Така операція не міняє форму ДКП гістограми, що після вбудовування виглядає як у випадку ущільнення оригінального зображення з меншим параметром якості.

Метод F5 вбудовує біти повідомлення у псевдо-випадково обрані коефіцієнти, ігноруючи

DC-коефіцієнт та коефіцієнти з нульовим значенням.

Якщо значення коефіцієнта змінюється з 1 або -1 на 0 ("стягування"), то біт повідомлення, що в такому випадку завжди є нулем, заново вбудовується у наступний коефіцієнт. Це пояснюється врахуванням лише нульових коефіцієнтів при витяганні даних одержувачем. Однак, при повторному вбудовуванні нульового біта кількість нульових коефіцієнтів перевищує кількість одиничних, що може сприяти утворенню "східчастої" гістограми завдяки її монотонності на $(-\infty, 0]$ та $[0, \infty)$. У F5 ця задача розв'язується шляхом повторного визначення НБ для від'ємних значень коефіцієнтів:

$$\text{LSB}(X) = 1 - x \bmod 2, \quad (1)$$

для $x < 0$.

Максимальний обсяг даних, що можна вбудувати за допомогою F5, складає

$$n - \text{Hist}(0) - \frac{n}{64} - (\text{Hist}(-1) + \text{Hist}(1)) / 2, \quad (2)$$

де n – загальна кількість ДКП-коефіцієнтів; Hist – гістограма ДКП-коефіцієнтів. Перші три складові $n - \text{Hist}(0) - n/64$ визначають кількість ненульових АС-коефіцієнтів, остання складова $(\text{Hist}(-1) + \text{Hist}(1))/2$ визначає втрати, обумовлені «стягуванням». Метод стеганографічного захисту інформації F5 є методом з відносно високою ємністю, що в середньому дозволяє вбудувати 0,75 біт на кожен ненульовий ДКП-коефіцієнт при якості JPEG-ущільнення 80%.

Незважаючи на зміну методом F5 гістограми ДКП-коефіцієнтів, деякі важливі характеристики гістограми зберігаються, як, наприклад, монотонність. Оскільки принцип F5 не ґрунтується на обміні значень коефіцієнтів в парах, він є стійким до атаки з використанням статистики (гістограм) першого порядку. Однак F5 може бути виявлено за допомогою стеганоаналітичної процедури калібрації.

У якості модифікації F5 для вбудовування коротких повідомлень додатково застосовується шаблонний метод, що підвищує питомий показник змін шляхом мінімізації кількості змін, які вносяться методом F5.

2. Методи шаблонного вбудовування даних на основі матричного представлення кодів Хеммінга

Змінюючи різні параметри зображення, можна вбудувати таємне повідомлення декількома способами. Наприклад, при НБ вбудовуванні [3, 6] змінюються відповідні наймолодші біти значень інтенсивності пікселів зображення. Для цього методу вбудовування ціною однієї зміни в середньому досягається вбудовування 2 бітів зображення. Однак зазначений показник змін можливо покращити за умови, якщо повідомлення, яке вбудовується, є набагато коротшим у порівнянні з максимальною довжиною.

Надалі через β позначено функцію, що ставить у відповідність біти повідомлення певним параметрам зображення.

Передбачається, що існують такі функції вбудовування та витягування, які вимагають щонайбільше R змін для будь-якого повідомлення $m \in M$:

$$\text{Emb} : \{0,1\}^n M \rightarrow \{0,1\}^n; \text{Ext} : \{0,1\}^n \rightarrow M, \quad (3)$$

причому для всіх $m \in M$ та $x \in \{0,1\}^n$ справедливо

$$\text{Ext}(\text{Emb}(x, m)) = m, \quad (4)$$

$$d(x, \text{Ed}(x, m)) \leq R. \quad (5)$$

Враховуючи, що обсяг бітів повідомлення складає $\log_2|M|$ та за рівномірного розподілу повідомлення m в зображенні x , питомий показник змін для $R_a \leq R$ визначається як $e = (\log_2|M)/R_a$. Через $e = (\log_2|M)/R$ позначено нижню межу питомого показника змін [9].

Шаблонне вбудовування реалізується шляхом використання лінійного коду ζ , що описується параметрами $[n, k]$, де $n > k$ та позначається кодове слово i порція вбудованих даних, відповідно. Будь який лінійний $[n, k]$ код ζ повністю описується його твірною матрицею G , що представляє собою регулярну бінарну матрицю з k рядками та n стовпчиками. Будь-яке кодове слово $s \in \zeta$ можна отримати як лінійну комбінацію рядків G , де коефіцієнти описуються k бітами.

Для матриці відповідності H розміром $(n - k) \times n$ та деякого кодового слова s' справедливо:

$$\begin{aligned} Hs' &= 0, \text{ якщо } s' \in \zeta \\ Hs' &\neq 0, \text{ якщо } s' \notin \zeta \end{aligned} \quad (6)$$

Може існувати багато різних кодових слів s' , що задають єдиний вектор $s = Hs'$, і множину яких позначають $\zeta(s)$. Отже, використовуючи $[n, k]$ код, можна вбудувати $(n - k)$ бітів повідомлення.

Надалі m вважається $(n - k)$ -бітним повідомленням. Вбудовування вимагає зміни певних бітів у послідовності x , отриманої з оригінального зображення за допомогою β . Результуюча послідовність y , одержана з x , має задовольняти $Hu = m$.

Якщо визначити $y = x + e$, де e – вектор змін, то вага за Хеммінгом для e рівна кількості внесених при вбудовуванні змін та визначається:

$$\begin{aligned} H(x + e) &= Hu = m \\ He &= m - Hx \end{aligned} \quad (7)$$

Якщо (7) задовольняється будь-яким e з множини $\zeta(m - Hx)$. Отже, для лінійного $[n, k]$ коду ζ з радіусом R необхідно обрати e_L з найменшою вагою за Хеммінгом, що однозначно не перевищує R .

В залежності від вибору лінійного коду ζ , можна реалізувати різні методи шаблонного вбудовування. Найпростішим методом стеганографічного захисту інформації є застосований у стеганографічному методі F5, що полягає у використанні бінарних кодів Хеммінга з $n = 2^p - 1$ та $k = 2^p - 1 - p$, де p – додатне ціле.

Матриця відповідності N має розмірність $p \times (2^p - 1)$, а її стовпці є бінарними представленнями чисел $1, \dots, 2^p - 1$. Отже, стеганографічне повідомлення m міститься серед стовпців N , наприклад, в i -му. Тоді, при вбудовуванні m визначається вектором e_L з єдиним нульовим бітом в i -й позиції, оскільки $R=1$.

На практиці відправник вбудовує K бітів повідомлення у N бітів, отриманих із зображення за допомогою β , отже відносна довжина повідомлення складає $\alpha = K/N$. Оскільки при шаблонному вбудовуванні з використанням кодів Хеммінга p бітів вбудовуються в $2^p - 1$ бітів ціною максимум однієї зміни, мінімізація загальної кількості змін, обумовлених вбудовуванням, вимагає визначення найбільшого p , що задовольняє

$$\alpha_{p+1} = \frac{p+1}{2^{p+1}-1} < \alpha \leq \frac{p}{2^p-1} = \alpha_p \quad (8)$$

Таким чином, відправник використовує для вбудовування $N/(2^p-1)$ блоків з (2^p-1) бітами в кожному.

Вбудовування псевдо-випадкової послідовності m з p бітів у блок x , з ймовірністю $1/2^p$ не вимагає жодних змін. Отже, середня кількість змін складає $0 \times 1/2^p + 1 \times (1 - 1/2^p) = 1 - 1/2^p$ і питомий показник змін

$$e_p = \frac{p}{1-2^{-p}} \quad (9)$$

У таблиці 1 наведено відносні довжини повідомлення та відповідні питомі показники змін. Необхідно відмітити, що коди Хеммінга, не можуть бути застосовані для вбудовування при відносній довжині повідомлення більшій ніж $2/3$.

Таблиця 1

Відносна довжина повідомлення та питомий показник змін при шаблонному вбудовуванні з використанням бінарних кодів Хеммінга

p	Відносна довжина повідомлення, α_p	Питомий показник змін, e_p
1	1,000	2,000
2	0,667	2,667
3	0,429	3,429
4	0,267	4,267
5	0,161	5,161
6	0,093	6,093
7	0,055	7,055
8	0,031	8,031
9	0,018	9,018

Для визначення максимальної відносної довжини повідомлення α необхідно зауважити, що максимальна кількість варіантів внесення не

Література

1. Хорошко В. А. Методы и средства защиты информации/ В. А. Хорошко, А. А.Чекатков. – К. : Юниор, 2003. – 504 с. 2. Коначович Г. Ф. Компьютерная стеганография. Теория и практика/

більше ніж R змін у послідовність з n біт, яку дозволяє оцінити

$$\log_2 |M| \leq \log_2 \sum_{i=0}^R \binom{n}{i} 2^i \quad (10)$$

Для подальшого обчислення використовується відома з теорії інформація нерівність

$$\log_2 \sum_{i=0}^R \binom{n}{i} 2^i \leq nH(R/n) \quad (11)$$

де $H(x) = -x \log_2 x - (1-x) \log_2 (1-x)$ – функція бінарної ентропії.

Таким чином, з (4), (5) та (6) випливає

$$\alpha_{\max} = \frac{\log_2 |M|}{n} \leq H(R/n) \quad (12)$$

При визначенні максимального питомого показника змін, за встановленого α , необхідно переписати (12) як $n/R \leq 1/H^{-1}(\alpha)$ або $(\log |M|/R) \times (n/\log_2 |M|) \leq 1/H^{-1}(\alpha)$, звідки

$$e = \frac{\log_2 |M|}{R} \leq \frac{\alpha}{H^{-1}(\alpha)} \quad (13)$$

де множина значень оберненої функції H^{-1} відповідає інтервалу $[0, 1/2]$. Це дозволяє оцінити нижню межу питомого показника змін, яку можна досягти будь-яким методом шаблонного вбудовування.

На практиці складно знайти коди з питомим показником змін близьким до межі. Випадкові лінійні коди невеликої розмірності ($n - k$) дозволяють покращити питомий показник змін кодів Хеммінга. Нелінійні коди забезпечують вищий питомий показник змін, однак значно ускладнюють вбудовування.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Хотілося б відмітити, що в теперішній час інформаційних технологій доцільним та актуальним захистом може бути застосування стеганографічного захисту інформації в КСМ. Зроблений аналіз методів цифрової стеганографії зображень дозволяє зауважити, що поєднання методу вбудовування в область коефіцієнтів ДКП F5 з методами шаблонного вбудовування дозволить підвищити показники таємності та робастності. Однак є і недоліки, до яких слід віднести можливість детектування методами стеганоаналізу стегозображень, отриманих за допомогою даного методу стеганографічного захисту інформації. Це пояснюється відсутністю оцінок допустимого обсягу вбудовуваних даних. Подальшим дослідженням підлягає розробка адаптивних методів шаблонного вбудовування зображень, що враховували б ці оцінки.

4. **Задірака В. К.** Аналіз стійкості стеганографічних систем в моделі пасивного противника / В. К. Задіра, Н. В. Кошкіна, О. С. Олексюк // ИИ. – 2004. – №3. – С. 801–805. 5. **Аграновський А. В.** Основы компьютерной стеганографии / А. В. Аграновський, П. Н. Девянин. – М. : Радио и связь, 2003. – 151 с. 6. **Грибунин В. Г.** Теория и практика вейвлет-преобразования. [Электронный ресурс] / В. Г. Грибунин.- Режим доступа : <http://autex.spb.ru/wavelet/books/wtp.htm> 7. **Бабич І. В.** Огляд

стеганографічних методів перетворення інформації в зображеннях./ І. В. Бабич, С. А. Паламарчук, Н. А. Паламарчук, В. В. Овсянніков – К. : НАУ. 2012. – С. 29–36. 8. **Мокін Б. І.** Математичні моделі робастної стійкості та чутливості нелінійних систем: моногр. / Б. І. Мокін, С. В. Юхимчук. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 1999. – 122 с. 9. **Кларк Д.** Кодирование с исправлением ошибок в системах цифровой связи / Д. Кларк, Д. Кейн. – М. : Радио и связь, 1987. – 392 с.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЦИФРОВОЙ СТЕГАНОГРАФИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Роман Михайлович Штонда (старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории)
Юрий Александрович Процюк (ведущий научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории)
Олег Николаевич Маковецкий (старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории)
Ирина Робертовна Мальцева (старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела)

**Военный институт телекоммуникаций и информатизации
 Государственного университета телекоммуникаций, Киев, Украина**

В современном мире постоянно происходит прогресс в области компьютерных систем и сетей. Существующие методы цифровой стеганографии изображений не учитывают, в определенной степени, секретности и робастности на этапе скрытия, что не обеспечивает реагирование на активные атаки противника.

В статье приведены и проанализированы методы стеганографической защиты цифровых изображений, что позволяет заметить, если совместить метод встраивания в область коэффициентов дискретного косинусного преобразования F5 с методами шаблонного встраивания, данное сочетание позволит повысить показатели секретности и робастности.

Ключевые слова: методы стеганографической защиты информации; высокая робастность и секретность.

ANALYSIS OF DIGITAL IMAGES STEGANOGRAPHY METHODS

Roman M. Shtonda (Senior Research Fellow of a Research Laboratory)
Yurii O. Protsiuk (Leading Research Fellow of a Research Laboratory)
Oleh M. Makovetskyi (Senior Research Fellow of a Research Laboratory)
Iryna R. Maltseva (Senior Research Fellow of a Research Section)

**Military Institute of Telecommunications and Informatization of
 State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine**

The progress in the area of computer systems and networks is always take place in the modern world. Existing methods of digital images steganographic don't take into account, to some extent, the privacy and robustness at the concealment stage that does not provide a response to active enemy attacks.

The methods of steganographic protect of digital images were presented and analyzed in the article, that allow to observe, if combine embedding method into the area of coefficients of discrete cosine F5 transformation with methods of pattern embedding, this combination will allow to improve the robustness and secrecy indicators.

Keywords: methods of steganographic information security; high robustness and secrecy.

References

1. **Horoshko V.A.,** Chekatkov A.A. (2003), Methods and means of information protection. [Metody i sredstva zaschityi informatsii], Yunior, Kiev, 504 p.
 2. **Konahovich G.F.,** Puzyrenko A.Y. (2006) Computer steganography. Theory and practice. [Kompyuternaya steganografiya. Teoriya i praktika], MK-Press, Kiev, 288 p.
 3. **Khoroshko V.O.,** Azarov V.O., Shelest M.Y. (2003) Basics of kompyuternoї steganografii. [Osnovy kompyuternoї steganografii], VDTU, Vinnytsia, 142 p.
 4. **Zadiraka V.K.,** Koshkina N.V., Oleksiuk O.S. (2004), Stability analysis of steganographic systems in passive attack. [Analiz stiiikosti stehanohrafichnykh system v modeli pasyvnoho protyvnyka], YY, pp.801–805.
 5. **Agranovskiy A.V.,** Devyanin P.N. (2003), Fundamentals of Computer steganography. [Osnovy kompyuternoy steganografii], Radio I svyaz, Moscow, 151 p.

6. **Gribunin V.G.** Theory and Practice of wavelet transformation. [Teoriya i praktika veyvlet-preobrazovaniya]. Available at : <http://autex.spb.ru/wavelet/books/wtp.htm> 7. **Babich I.V.** PalamarchukS.A., PalamarchukN.A., OvsyannikovV.V. (2012), Review steganographic methods of converting information into images. [Ohliad stehanohrafichnykh metodiv peretvorennia informatsii v zobrazhenniakh], NAU, Kiev pp. 29-36. 8. **Mokin B.I.,** Yuhimchuk S.V. (1999), Mathematical models of robust stability and sensitivity of nonlinear systems: the monogram. [Matematichni modeli robastnoyi stiykosti ta chutlivosti neliniynih sistem: monogr], UNIVERSUM, Vinnytsya, 122 p. 9. **Klark D.,** Keyn D. (1987), Coding with yspravlenyem oshybok systems Digital Communications. [Kodirovanie s ispravleniem oshibok v sistemah tsifrovoy svyazi], Moscow, 392 p.

Отримано: 9.10.2014 року

*Анатолій Йосипович Дерев'янчук (канд. техн. наук, професор, професор кафедри)
Денис Русланович Москаленко (аспірант)*

Сумський державний університет, Суми, Україна

ЗАГАЛЬНИЙ МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО СТВОРЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ 3D МОДЕЛЕЙ ВІЙСЬКОВО- ТЕХНІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

У статті розглядається загальний підхід до створення комп'ютерних навчальних 3D моделей військово-технічного призначення, та ефективність їх застосування під час підготовки військових спеціалістів. Надаються рекомендації щодо удосконалення підготовки військових спеціалістів з використанням комп'ютерних 3D моделей. Показана загальна схема створення навчальних комп'ютерних 3D моделей військово-технічного призначення. Розкривається сутність кожного етапу створення навчальних 3D моделей зразків озброєння. Особлива увага приділяється проблемам правильного проектування та візуалізації навчальних 3D моделей. Висвітлюються основні переваги використання 3D моделей для висококваліфікованої підготовки військових спеціалістів з військово-технічних дисциплін. Приділяється увага впливу застосування 3D моделей на підвищення рівня мотивації до навчання, та якості засвоєння складного навчального матеріалу військово-технічних дисциплін після використання комп'ютерних 3D моделей на заняттях.

***Ключові слова:** навчальні комп'ютерні 3D моделі; етапи розроблення 3D моделей; методи створення 3D моделей; візуалізація.*

Вступ

Постановка проблеми. В усіх сферах людської життєдіяльності, що бурхливо розвиваються, все частіше і ширше впроваджуються сучасні комп'ютерні технології. Використання таких технологій в процесі навчання студентів, курсантів надає можливість краще засвоювати, розуміти і використовувати на практиці отримані знання та навички. Тривимірні моделі (3D моделі) – це потужний засіб для отримання слухачами найрізноманітнішої інформації, ефективний засіб підвищення інтересу до навчання, мотивації, наочності, науковості, отримання та відпрацювання практичних навичок тощо.

Безперервний процес удосконалення озброєння та військової техніки встановлює підвищені вимоги до військово-технічної підготовки офіцерів-артилеристів.

Вирішити цю проблему без постійного удосконалення форм і методів навчання, широкого впровадження у навчальний процес ефективних методичних прийомів, використання обчислювальної техніки з метою індивідуалізації навчання, без розроблення навчально-методичних матеріалів високої якості та наявності сучасної навчально-матеріальної бази, у тому числі електронних навчально-тренувальних засобів, неможливо. Особливо під час недостатнього фінансування Збройних Сил України, коли виникає необхідність у швидкій та якісній підготовці військових спеціалістів з метою збереження бойової готовності.

Вирішенням проблем підготовки військових спеціалістів Ракетних військ і артилерії

передбачається створення та використання навчальних комп'ютерних 3D моделей військово-технічного призначення, що і визначає актуальність статті.

Використання 3D моделей у процесі навчання військових спеціалістів дозволяє скоротити час та удосконалити якість підготовки, перепідготовки майбутніх офіцерів, що підтверджується досвідом кафедри військової підготовки Сумського державного університету (КВП СумДУ). Особливо гостро це питання стосується студентів, що навчаються за програмою офіцерів запасу.

Виходячи з названого вище, авторами були визначені наступні **цілі статті:**

розробити загальну методика створення навчальних 3D моделей військово-технічного призначення;

показати застосування методики на прикладі створення навчальної комп'ютерної 3D моделі РСЗВ БМ-21 "ГРАД" для навчального процесу КВП СумДУ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Аналіз літературних джерел стосовно розроблення та впровадження методик, сучасних засобів підготовки військових спеціалістів свідчить про збільшення уваги до цього питання.

Так, в роботах [1-6] приділяється увага розробленню та впровадженню сучасних навчальних засобів на основі тривимірних інформаційних технологій у навчальний процес, описуються їх позитивні характеристики впливу на процес підготовки військових спеціалістів.

В роботах [3,7,8,10] розглядаються можливості, сучасних комп'ютерні технологій у процесі навчання студентів та курсантів.

Виклад основного матеріалу дослідження

Процес розроблення необхідної для вивчення комп'ютерної 3D моделі, складається з декількох етапів (рис. 1).

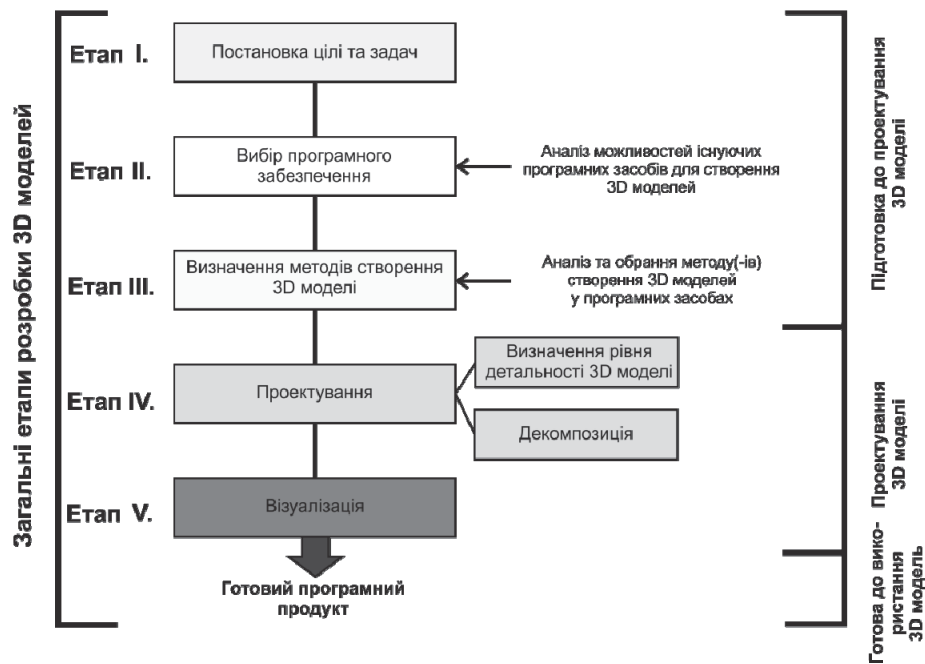


Рис. 1. Етапи розроблення навчальних комп'ютерних 3D моделей військово-технічного призначення

Авторами запропоновано загальну методику розроблення комп'ютерних 3D моделей, яка була створена та відпрацьована шляхом створення власних навчальних 3D моделей артилерійського озброєння для впровадження у процес підготовки студентів КВП СумДУ.

Етап I. Перш за все, необхідно визначитись з ціллю та завданнями, які повинна виконувати 3D модель озброєння у процесі підготовки військових спеціалістів. Під поняттям “ціль” ми маємо на увазі кінцевий результат, на який направлений процес, а під поняттям “завдання” будемо розуміти функції, які повинна виконувати 3D модель зразка артилерійського озброєння.

Правильне визначення або постановка цілі і задач необхідна для подальшого ефективного і ретельного виконання наступних етапів проектування 3D моделі, що розробляється. У даній статті авторами розглядається приклад створення навчальної комп'ютерної 3D моделі реактивної системи залпового вогню БМ-21 “ГРАД”.

Етап II. Після визначення цілі та задач необхідно здійснити вибір програмного забезпечення (ПЗ) для розроблення 3D моделі зразка озброєння. Етап вибору ПЗ один з найважливіших, оскільки кожен програмний засіб для створення 3D моделей має набір певної кількості інструментів та можливостей для розроблення 3D моделі. Безпосередньо всі програмні засоби для створення 3D моделей поділяються на два типи: системи

автоматизованого проектування (САПР), які надають можливість створювати твердо тільну модель з можливістю її подальшого використання у розрахункових модулях ПЗ, що використовується (при наявності), або ПЗ іншого розробника; програмне забезпечення для роботи з художньою 3D графікою, що орієнтоване безпосередньо на роботу з 3D моделюванням, анімацією, мультимедіа контентом. В залежності від типу програмного забезпечення підбирається метод проектування 3D моделі, а головне – обраний тип програмного забезпечення значно впливає на ціну 3D моделі, що розробляється. Цей вплив визначається ціною програмного продукту, що використовується, та вартістю роботи спеціалістів в обраних програмних засобах, так як кожен програмний засіб має свою складну специфіку у проектуванні 3D моделей.

Для створення навчальної 3D моделі було обрано САПР середнього класу Autodesk Inventor 2011, так як КВП СумДУ орієнтована на проведення технічних досліджень. Обрана САПР дозволяє створювати цифрові 3D прототиби майбутніх виробів машинобудування, проводити над ними розрахунки та аналіз, випускати необхідну робочу документацію та в подальшому віддавати у виробництво фінальний проект.

Етап III. В залежності від обраного для створення 3D моделі ПЗ будуть застосовуватись різні методи її створення. У САПР в більшій мірі використовується способи твердотільного та поверхневого моделювання. Суть твердотільного

моделювання полягає у створенні тривимірного тіла, якому можна надати фізичні властивості реального тіла.

Застосовуючи поверхнєве моделювання, спочатку створюються і модифікуються потрібним чином поверхні, що описують окремі елементи модельованого об'єкта. Границі поверхонь створюються сплайнами. З отриманих поверхонь збирають оболонку об'єкта, що моделюється. Поверхнєве моделювання дозволяє зосередити зусилля на складних формах об'єкту і широко застосовується для проектування об'єктів, які мають плавну, аеродинамічну форму.

Над об'єктами, що створені методом поверхневого моделювання, можуть бути проведені операції розрахунку, аналізу внутрішніми інструментами САПР або використовуючи зовнішні розрахункові та імітаційні системи. Об'єктам, що створені методом поверхневого моделювання, також можуть бути надані фізичні атрибути реальних об'єктів. Окрім описаного методу в різних ПЗ можуть застосовуватись свої способи створення 3D моделей. Так, наприклад, у ПЗ художнього спрямування використовуються набагато зручніші методи створення 3D моделей (сплайнове моделювання, полігональне моделювання, моделювання за допомогою NURBS кривих та ін.), але у порівнянні з твердотільним моделюванням, що застосовується у САПР, 3D моделі, що створені іншим шляхом, не мають подальшого технічного застосування: не можуть бути використані для виробництва.

Етап IV. Проектування являє собою найбільш об'ємний етап. На ньому відбувається безпосередньо проектування самої 3D моделі. Під час проектування обробляється велика кількість матеріалу для створення навчальної 3D моделі зразка артилерійського озброєння. Матеріалом для розроблення 3D моделі БМ-21 виступали: плоскі креслення альбому рисунків, навчальні плакати, фото реального зразка. Важливим завданням на цьому етапі є визначення рівня деталізації 3D моделі, що розробляється. Кількість елементів, з яких складається 3D модель, має свій вагомий вплив: у формуванні вартості 3D моделі, кількості часу, що необхідний для візуалізації 3D моделі, та на визначення складових апаратної частини комп'ютера. Чим більше складових, тим складніша 3D модель, в наслідок чого час процесу візуалізації 3D моделі збільшується та запити на більш потужне оснащення апаратної частини комп'ютера зростають. У даній 3D моделі БМ-21 кількість складових обмежувалась навчальною програмою дисципліни "Артилерійське озброєння". За допомогою робочої програми відбулось оптимальне визначення необхідних вузлів та механізмів, які необхідно змоделювати для подальшого використання в анімації роботи вузлів та механізмів БМ-21 "ГРАД", що відтворювалася.

Невід'ємною складовою етапу проектування є процес декомпозиції – розбиття майбутньої готової 3D моделі на прості для моделювання елементи (рис.2), з яких потім створюється складання повної 3D моделі, яка в подальшому виконує необхідні для процесу навчання задачі.



Рис. 2. Декомпозиція базової машини УРАЛ-4320 навчальної 3D моделі РСЗВ БМ-21 "ГРАД"

Етап V. Останній етап розроблення комп'ютерної навчальної 3D моделі є процес візуалізації. Візуалізація (рендерінг) – це процес отримання у комп'ютерній графіці зображення, відеоряду зі створеної 3D моделі або її анімації.

Процес візуалізації є дуже важливим під час проектування 3D моделей. Візуалізація є невід'ємною і водночас працездатною складовою розроблення 3D моделей, так як саме від того як правильно буде застосовано інструменти візуалізації, настільки

реалістично буде мати вигляд навчальна 3D модель, що розробляється, що, у свою чергу, в більшій або меншій мірі впливає на сприйняття курсантами навчального матеріалу і варіанти використання навчальної 3D моделі.

Візуалізація тісно пов'язана з описаними вище етапами розроблення 3D моделі. Так, наприклад, в залежності від обраного ПЗ для розроблення 3D моделі використовуються інтегровані або зовнішні, незалежні від ПЗ, що використовується, модулі візуалізації. Процес рендерінгу дуже вимогливий до апаратних характеристик комп'ютера, на якому виконується проектування 3D моделі, тому що відбувається високе обчислювальне навантаження на комп'ютерний процесор (CPU),

оперативну пам'ять (ОЗУ), відео-карту. Це викликано тим, що відбувається розрахунок реальних фізичних характеристик середовища, в якому знаходиться 3D модель, об'єктів, які впливають на фізичні характеристики середовища при відображенні у готовому зображенні (імітатори джерел світла), та безпосередньо об'єктів, що візуалізують вихідне зображення (імітатор реальної камери). На рис.3 наведено приклад повністю налаштованої сцени для візуалізації готового зображення.

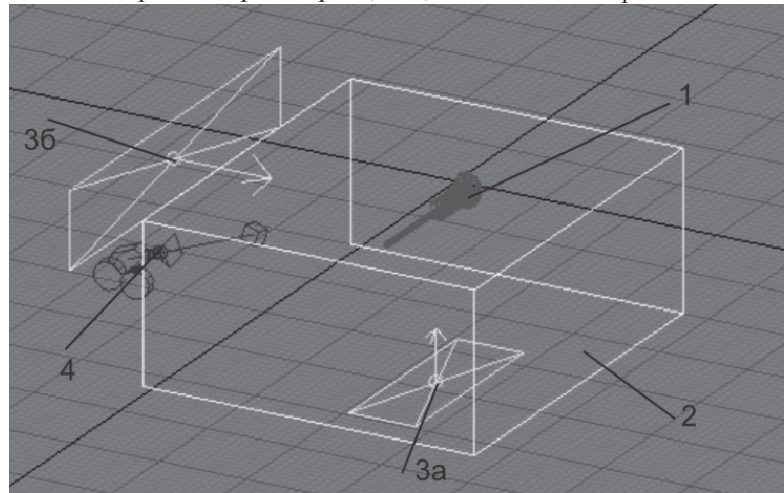


Рис. 3. Схема готової до візуалізації сцени:

1 – 3D модель, що візуалізується; 2 – навколишнє середовище для якого розраховуються фізичні властивості; 3а, 3б – імітовані джерела випромінювання світла; 4 – імітатор реальної камери.

Наприклад, для реалістичного відображення матеріалів, які накладаються на 3D модель, необхідні засоби, що імітують джерело світла.

Обчислювання світла, яке випромінюється джерелами, що розташовані у сцені, занадто

тривалий процес. Відбувається обчислення кожної окремої точки, на яке падає світло від джерела у майбутньому зображенні, або відеоряді, тому що ПЗ генерує об'єм середовища, в якому розміщено 3D модель (рис.4.).

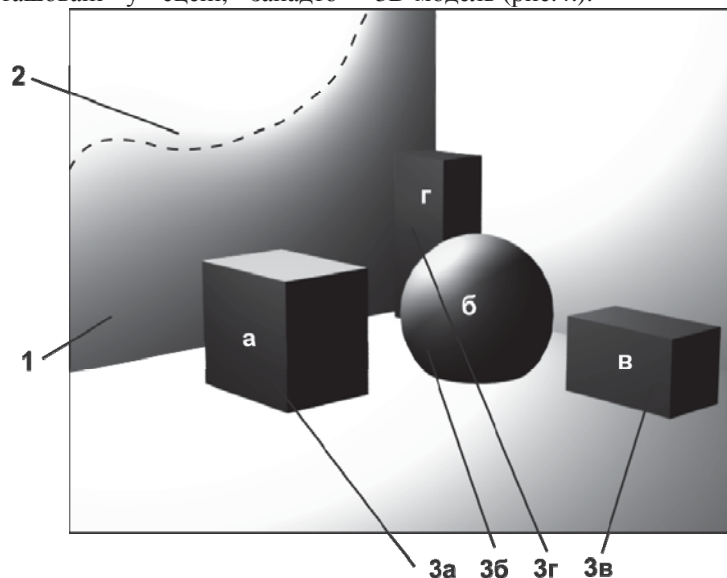


Рис. 4. Схема сцени, що візуалізується:

1 – об'єм, в якому розміщуються 3D моделі для візуалізації; 2 – область розсіювання світла від джерел на оточенні; 3 – умовні 3D моделі (а,б,в,г)

Такі параметри складності обчислень, у свою чергу, також мають вплив на формування вартості моделі, що розробляється: вартість ПЗ, в якому проектується 3D модель; деталізація 3D моделі напряму, що створюється, залежить від потужності апаратної частини комп'ютера; параметру часової характеристики: чим реалістичніша візуалізація, тим довше буде відбуватись процес рендерінгу і тим потужнішу апаратну частину комп'ютера необхідно застосовувати. Рендерінг прикладу розроблення навчальної 3D моделі РСЗВ БМ-21 "ГРАД", що розглядається, виконувався у вбудованому рендер-модулі САПР Autodesk Inventor 2011 – Inventor Studio. Inventor Studio має всі необхідні інструменти для створення візуалізації реалістичних цифрових прототипів, презентацій

машинобудівних рішень, навчальних 3D моделей військово-технічного призначення.

Єдиним його недоліком є неможливість використання багатоядерних процесорів, що, у свою чергу, суттєво збільшує час на візуалізацію. Процес рендерінгу в Inventor Studio відбувається шляхом розбиття вихідного зображення або одного кадру анімації на невеликі квадратні області в кожній з яких ведеться розрахунок налаштувань рендеру, для створення готового зображення або відеоряду, як показано на рис. 5. невеликими білими рамками.

Вихідне зображення або відео ряд, створений з 3D моделі, можна зберігати у найбільш популярних графічних форматах з можливістю подальшого застосування.

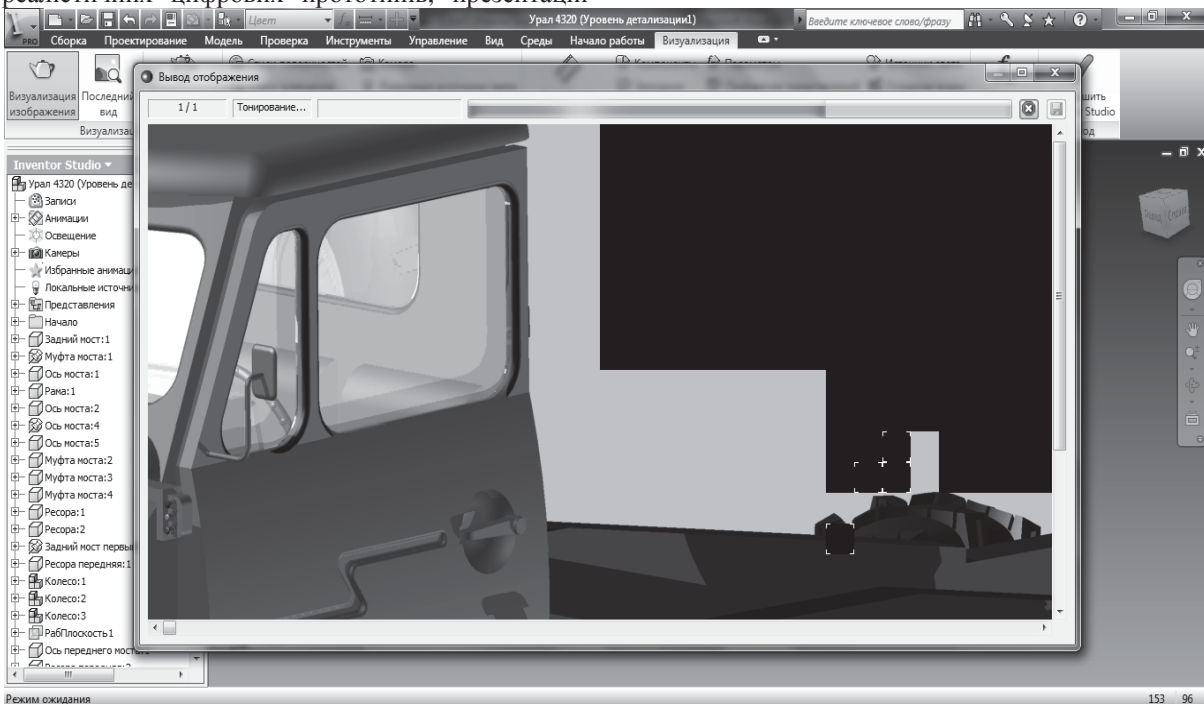


Рис. 5. Процес візуалізації відеоряду в Inventor Studio

Викладений загальний методичний підхід щодо розроблення навчальних комп'ютерних 3D моделей, не може претендувати на абсолютно повне висвітлення всіх питань з проектування 3D моделей військово-технічного призначення або безспірність запропонованих рішень. Нами переслідувалась мета – запропонувати загальну методику створення навчальних 3D моделей для вивчення зразків артилерійського озброєння та показати основні етапи їх створення. Запропонований нами підхід розроблений та відпрацьований в ході створення власних навчальних комп'ютерних 3D моделей.

Проаналізувавши досвід створення та впровадження у процес підготовки військових спеціалістів власних розробок, навчальних тривимірних моделей, авторами зроблені висновки, щодо ефективності застосування 3D моделей військово-технічного призначення під час підготовки майбутніх офіцерів, особливо

слухачів кафедр військової підготовки.

Викладачами кафедри після розроблення авторської навчальної 3D моделі САГ 2С3М, було проведено дослідження стосовно її впливу на рівень засвоєння навчального матеріалу студентами КВП СумДУ. Дослідження проводилися на прикладі взводів зі студентами Сумського державного університету технічних та гуманітарних напрямів підготовки. В результаті досліджень встановлено, що використання на заняттях 3D моделей позитивно впливає на збільшення рівня засвоєння навчального матеріалу. Також було відмічено, що студенти, які мають добру базову інженерну підготовку, легше і краще засвоюють навчальний матеріал у порівнянні з тими, хто такої підготовки не має. Порівняльна характеристика та динаміка рівнів засвоєння навчальної інформації студентами різних напрямів підготовки показана на рис. 6.

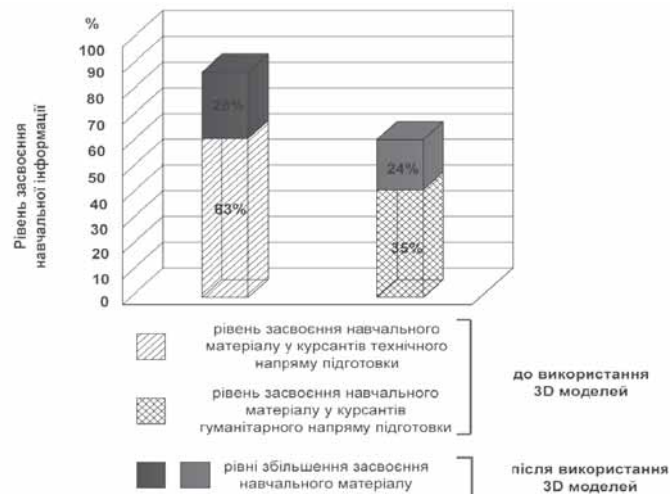


Рис. 6. Вплив застосування 3D моделей на рівень засвоєння навчальної інформації

Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином, можна стверджувати, що використання таких 3D моделей забезпечує більш продуктивне використання навчального часу, збільшує рівень засвоєння навчального матеріалу, забезпечує скорочення матеріальних витрат під час експлуатації артилерійського озброєння. Незважаючи на відносну велику вартість проектування та створення 3D моделей, вона є незначною у порівнянні з реальними витратами на експлуатацію артилерійського озброєння у процесі

підготовки військових спеціалістів.

Перспективним напрямком у розвитку навчальних 3D моделей зразків озброєння є розроблення полігональних 3D моделей, для подальшого їх використання у проектуванні інтерактивних тренажерних засобів, які дозволятимуть курсантам отримувати та відпрацьовувати практичні навички у максимально стислий термін. Швидкий темп набуття курсантами, резервістами практичних вправ та навичок є особливо актуальним у період підготовки до військових дій.

Література

1. Баранова І. В. Досвід використання сучасних мультимедійних технологій при підготовці майбутніх офіцерів режим доступу: http://www.nbuuv.gov.ua/e-journals/unadps/2011_2/11bivvsd.pdf 2. Величко Г. Г. Комп'ютерні технології навчання / Г. Г. Величко // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. Зб. наук. пр. За ред. І. А. Зязюна (голова) та ін. У 2-х част. – 2002. – Ч.2. – С. 17–21. 3. Дерев'яничук А. Й. Аналіз можливостей і доцільності застосування нетрадиційних способів контролю засвоєння змісту навчання у вищій військовій школі / А. Й. Дерев'яничук // Військова освіта: Збірник наукових праць. – 2009. – №23. – С. 158–163. 4. Дерев'яничук А. Й. Впровадження 3D-моделей для вивчення військово-технічних дисциплін та підвищення рівня засвоєння навчальної інформації / А. Й. Дерев'яничук, М. Б. Шелест, О. В. Купенко // Військова освіта: Збірник наук. праць. – 2010. – № 2(24). – С. 120–128. 5. Дерев'яничук А. Й. Використання інформаційних технологій при вивченні військово-технічних дисциплін / А. Й. Дерев'яничук, Д. Р. Москаленко, А. В. Дьяков // Військова освіта: Збірник наук. праць. – 2013. – №2(28). –

С. 61–67. 6. Дерев'яничук А. Й. Підхід до створення програмних засобів для вивчення військово-технічних дисциплін / А. Й. Дерев'яничук, Д. І. Чопа, Л. В. Олійник // Сучасні інформаційні технології в сфері безпеки та оборони. – 2012. – №1. – С. 69-72. 7. Дерев'яничук А. Й. Використання 3D моделей для вивчення військово-технічних дисциплін / А. Й. Дерев'яничук, М. М. Ляпа, С. П. Латін // Інновації як чинник суспільного розвитку: теорія та практика. Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції. – 2011. 8. Коломієць А. М. Презентація навчального матеріалу за допомогою комп'ютерних технологій / А. М. Коломієць // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. Зб. наук. пр. У 2-х част. За ред. І. А. Зязюна (голова) та ін. – 2002. – Ч.2. – С. 278–284. 9. Концевич В. Г. Твердотельное моделирование в Autodesk Inventor / В. Г. Концевич. – Киев, Москва: Изд. "ДиаСофтЮП", 2008. – 675 с. 10. Костельна Л. І. Нові інформаційні технології – освіта майбутнього / Л. І. Костельна // Нові технології навчання: Наук.-метод. зб. Спец. випуск. – 2003. – С. 146–148.

ОБЩИЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ УЧЕБНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ 3D МОДЕЛЕЙ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Анатолій Йосипович Дерев'яничук (канд. техн. наук, професор, професор кафедри)
Денис Русланович Москаленко (аспірант)

Сумської державний університет, Суми, Україна

В даній статті розглядається загальна методика створення навчальних комп'ютерних 3D моделей військово-технічного призначення та ефективність їх використання в час підготовки військових фахівців. Наведено рекомендації щодо вдосконалення підготовки військових фахівців з використанням комп'ютерних 3D моделей. Показано загальну схему створення навчальних комп'ютерних 3D моделей військово-технічного призначення. Розкривається сутність кожного етапу створення навчальних 3D моделей образців озброєння. Особливу увагу приділено проблемам правильного проектування та візуалізації навчальних 3D моделей. Підкреслюються основні переваги використання 3D моделей для висококваліфікованої підготовки військових фахівців по військово-технічним дисциплінам. Звертається увага на вплив застосування 3D моделей на підвищення рівня мотивації до процесу навчання, та якості засвоєння складного навчального матеріалу військово-технічних дисциплін після використання комп'ютерних 3D моделей на заняттях.

Ключові слова: навчальні комп'ютерні 3D моделі; етапи розробки 3D моделей; методи створення 3D моделей; візуалізація.

COMMON METHODOLOGICAL APPROACH TO CREATING EDUCATIONAL 3D COMPUTER MODELS FOR MILITARY AND TECHNICAL USE

Anatolii Y. Derevjanchuk (Candidate of Technical Sciences, Professor, Professor of a Department)

Denys R. Moskalenko (Postgraduate Student)

Sumy State University, Sumy, Ukraine

The general procedure of creating educational 3D computer models for military and technical use and their use efficiency during military specialist's preparation is considered in this article. The guidelines for improving military specialists training using 3D computer models are given. The general scheme of creating educational 3D computer models for military and technical use is shown. The short of the each phase of creating educational 3D weapons models is revealed. Pay closer attention to problems of proper designing and visualization of educational 3D models. The main advantages of using 3D models for highly skilled military specialists training in the sphere of military-technical disciplines are covered. Pay attention to influence of using 3D models in increasing the motivation level in the learning process and the quality of mastering complex military and technical disciplines educational material after using 3D computer models in class.

Keywords: educational 3D computer models; stages of 3D models development; methods of creating 3D models; visualization,

References

1. Baranova I.V., Derevjanchuk A.Y., Oliinyk L.V., Pushkarov Yu.I. (2011), Experience with modern multimedia technology in preparing future officers. [Dosvid vykorystannia suchasnykh multymediynykh tekhnolohii pry pidhotovtsi maibutnykh ofitseriv], available at: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/unadps/2011_2/11bivvsd.pdf 2. Velychko H.H., Ziaziuna I.A. (2002), Modern information technology and innovative teaching methods in training: methodology, theory, experience, problems. [Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy], Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy. Zb. nauk. pr., pp. 531. 3. Derevjanchuk A.Y. (2009), Analysis capabilities and usefulness of non-traditional ways to control the assimilation of content learning in higher military school. [Analiz mozhlyvostei i dotsilnosti zastosuvannia netradytsiynykh sposobiv kontroliu zasvoiennia zmistu navchannia u vyshchii viiskovii shkoli], Viiskova osvita: Zbirnyk naukovykh prats, No 23., Kiyv, pp. 158-163. 4. Derevjanchuk A.Y., Shelest M.B., Kuppenko O.V. (2010), The introduction of 3D-models for the study of military-technical subjects and raising the level of learning information. [Vprovadzhennia 3D-modelei dlia vyvchennia viiskovo-tekhnichnykh dystsyplin ta pidvyshchennia rivnia zasvoiennia navchalnoi informatsii], Viiskova osvita: Zbirn. nauk. prats, Kiyv, No 24., pp. 120-128. 5. Derevjanchuk A.Y., Moskalenko D.R., Diakov A.V. (2013) The use of information technology in the study of military-

technical subjects. [Vykorystannia informatsiynykh tekhnolohii pry vyvchenni viiskovo-tekhnichnykh dystsyplin], Viiskova osvita: Zbirn. nauk. prats, Kiyv, National University Defense of Ukraine No 28., pp. 61-67.

6. Derevjanchuk A.Y., Chopra D.I. (2011), The approach to the creation of software tools for the study of military-technical subjects. [Pidkhid do stvorennia prohramnykh zasobiv dlia vyvchennia viiskovo-tekhnichnykh dystsyplin], Suchasni informatsiini tekhnolohii v sferi bezpeky ta obrony, No 1., Kiyv, pp. 69-72. 7. Derevjanchuk A.Y., Liapa M.M., Latin S.P. (2011), The use of 3D models for the study of military-technical subjects. [Vykorystannia 3D modelei dlia vyvchennia viiskovo-tekhnichnykh dystsyplin], Innovatsii yak chynnyk suspilnoho rozvytku: teoriia ta praktyka. Materialy II mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, Sumy, pp. 23. 8. Kolomiets A.M., Ziaziuna I.A. (2002), Presentation of educational material using computer technology. [Prezentatsiia navchalnoho materialu za dopomohoiu kompiuternykh tekhnolohii], Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy. Zb. nauk. pr., Parth 2, Kiyv, Vinnytsia, pp. 278-284. 9. Kontsevych V.H. (2008), The solid modeling in Autodesk Inventor. [Tverdotelnoe modelirovanye v Autodesk Inventor], Yzd. "DyaSoftUP", Kiyv, Moscow, 675 p. 10. Kostelna L.I. (2003) The new information technology - the future of education. [Novi informatsiini tekhnolohii - osvita maibutnoho], Novi tekhnolohii navchannia: Nauk.-metod. zb. Spets. vypusk, ZAT "NICHJAVA", pp. 146-148.

Отримано: 24.09.2014 року

Tetiana I. Cybaniuk (Senior Teacher of a Department)

Olena V. Kraiova (Senior Teacher of a Department)

National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine

THE USE OF TECHNOLOGIES IN ENGLISH LANGUAGE TEACHING

In the early part of the 21st century the range of technologies available for use in language learning and teaching has become very diverse and the ways that they are being used in classrooms all over the world have become central to language practice. Technology in its various forms has long been used in ESP, whether in the form of a tape recorder or sophisticated digital technology. But maybe its impact on ESP has been more profound. ESP teachers have always used available tools to devise materials and create situations relevant to their students' needs. The present article focuses on the role of technologies in English language learning and teaching showing the benefits of technology use in ELT. It also deals with the challenges which the teachers and institutions that integrate technology in their ELT can face.

Keywords: *technology; computer assisted language learning; teaching; authenticity; multi-media.*

Introduction

Digital tools have long been a feature of the world of education and particularly language education. These digital tools are, of course, central in the established and recognised field of computer assisted language learning (CALL), but are also increasingly a core part of English language teaching (ELT) in general. Since computers started to be introduced in language learning (and in education in general) people have rightly asked whether the investment we are making in these technologies gives us value for money. As digital technologies have taken a hold in society in general, this particular question is not asked quite so often, but it is still important to make sure that the technologies that we have available are used effectively. People are always tempted to try to make an argument for technology having an impact on the development of pedagogy and in many cases we can see that the use of technology has enabled teachers to re-think what they are doing. If we leave compulsory education aside, people have always learned a language out of a special need and for a special purpose. This could be the need to communicate with someone who does not speak a shared language about something 'specific', for example, a tourist who needs to ask someone for directions, a hobbyist who wants to find out more about his favourite subject on the internet, an officer who needs to attend briefings with international partners, or a technician who needs to order parts from a catalogue that is only available in one specific language.

However, in many situations adult professionals know the terms related to their field much better than the teacher, who often does not know the field-specific terminology. What learners need is to learn how to use those words in sentences, how to understand authentic texts with certain field-specific expressions, or how to communicate effectively in typical situations that arise in their jobs. This is why the analysis of needs, discourse genre, and linguistic corpora has become so important in ESP. Just as in general English language teaching and learning, technology in its various forms has long been used in ESP, whether in the form of a

tape recorder or sophisticated digital technology. But maybe its impact on ESP has been more profound. ESP teachers have always used available tools to devise materials and create situations relevant to their students' needs.

Analysis of recent research and publications.

Just as in general English language teaching and learning, technology in its various forms has long been used in ESP, whether in the form of a tape recorder or sophisticated digital technology. But maybe its impact on ESP has been more profound [1]. ESP teachers have always used available tools to devise materials and create situations relevant to their students' needs [2]. Technology-integrated English for Specific Purposes lessons Technology-integrated English for Specific Purposes lessons. However, technology's role in language learning in general, and in ESP in particular, has changed over time and significantly so in recent years [1]. Not only has the view of learning changed with time, from the behaviourist to communicative to an integrative view [5], but technology has also evolved and become more ubiquitous in everyday life, and particularly in the professional world. Both of these have affected how technology is employed in ESP lessons.

In the past, teachers had to book computer rooms or language labs to go with their learners and allow them to use CALL software with mostly drill-type exercises [1]. Today, technology has become integrated into the classroom physically and pedagogically rather than being an add on. Computers particularly have come to be seen and used as a tool to accomplish certain tasks or to communicate [6].

Therefore, defines CALL now as 'the full integration of technology into language learning' with its three elements of theory, pedagogy, and technology playing an equally important role [3].

Although technology has always played a role in ESP [2], the internet has had a particularly strong impact. As ESP puts emphasis on the needs of learners, and authentic materials and tasks, IT has become a very suitable tool for ESP [1], specifically, the 'second wave of online language learning' [1],

which Arnó-Macià describes as going 'beyond language learning by focusing on culture and social discourses' and allowing ESP learners to collaborate and engage in authentic communication in their professional discourse community, to access up-to-date information relevant to their profession, and to publish their ideas, which can all give them a sense of empowerment as learners. This is why Warschauer and Kern termed teaching using IT as 'networked-based language teaching'.

Problem formulation. Today, technology has become integrated into the classroom physically and pedagogically rather than being an add on. Computers particularly have come to be seen and used as a tool to accomplish certain tasks or to communicate. CALL is now defined now "the full integration of technology into language learning" with its three elements of theory, pedagogy, and technology playing an equally important role. Although technology has always played a role in ESP, the internet has had a particularly strong impact. As ESP puts emphasis on the needs of learners, and authentic materials and tasks, IT has become a very suitable tool for ESP, specifically, the "second wave of online language learning" allowing ESP learners to collaborate and engage in authentic communication in their professional discourse community, to access up-to-date information relevant to their profession, and to publish their ideas, which can all give them a sense of empowerment as learners.

The internet has taken centre stage and allows, in an increasingly globalised world, fast and efficient communication and collaboration, information generation, exchange, and management. The professional world today would in most cases not be possible without information technology. This places a challenge on teachers who need to prepare their ESP students to 'deal with global communicative practices online, in all their complexity'.

The main material research

As learners' needs and authentic tasks are paramount in ESP courses, many language teachers have integrated the same kinds of technology into their courses which their learners use in their profession, whether it is the word processor and email, the internet as a source for authentic material and place for authentic communication, virtual conferencing platforms, simulation software, or, in recent years, mobile technologies.

While each type of technology has its own specific advantages, it is worth listing some of the general benefits of using it in ESP. Some benefits of technology in language learning are the same for ESP learners as for general English learners. For example, finding native speakers as learning or communication partners or reading or watching the news in the target language for those who do not have easy access to these locally. In lessons, teachers can bring the outside world into the classroom, provide authentic contexts in which English is used, expose students to different varieties and accents of English, and give students listening practice. But, whereas in general English lessons even the teachers themselves can be a valuable resource for listening, speaking and authentic language use, in many cases technology, whether, for

example, in the form of videos or on the internet, is the only means for ESP students to access the specific language they need in order to communicate appropriately. Although it is not usually the case that teachers also have to teach the content, especially when teaching adult professionals, they do need to teach the field-specific language, which they might not always know, and which changes and develops over time.

The advantages of technology use in ELT are that it:

1. Provides interaction and communicative activities representative of specific professional or academic environments.
2. Fosters understanding of the socio-cultural aspects of the language as practised in various fields and professions.
3. Provides comprehensible field-specific input and facilitates student production.
4. Provides sheltering strategies for language development and content-specific understanding (modelling, bridging to students' background experiences, contextualising, metacognitive activities, etc.).
5. Supplies authentic audiences, including outside experts in specific fields.
6. Supports cognitive abilities and critical thinking skills required in the disciplines.
7. Uses collaborative learning.
8. Facilitates focused practice for the development of reading, writing, listening and speaking skills across the curriculum and disciplines.
9. Is student-centred and addresses specific needs of students.
10. Uses multiple modalities to support different learning styles.
11. Meets affective needs of students: motivation, self-esteem, and autonomy.
12. Provides appropriate feedback and assessment of content knowledge and English skills.

Technologies for ESP

There are many different technologies that are successfully used in ESP courses from the traditional tape recorder or CD player, to interactive whiteboards, mobile technologies and 3D virtual environments. It is impossible to list them all. I will look at some more widely used ones in greater detail.

Skype/online conferencing tools

There are many online voice-over internet protocol (VoIP) services that allow users to make telephone or video calls and conduct group conferences using their computer, and Skype is one of the better known and is widely used. In its basic form, the application is freely downloadable and calls made between computers are without charge. Audio and video conferences can be made between participants, however, free video calls are restricted to two participants. The new version of Skype also allows screen sharing, which means that the teacher or students can show Word documents, slide presentations, or websites on their screen to the other participants in a Skype session, to talk about them or explain something.

There are free and paid add-ons and services and third-party applications that can extend Skype's functionality such as whiteboards and software that allow the recording of voice or video conversations on

Skype. Text chat can be used concurrently with voice and video and is recorded automatically. Skype is used in many different ways for formal and informal language learning and teaching. A search on the Skype community platform shows how many language courses, language chat groups or conversation clubs there are. Many teachers also offer online courses via Skype, which are often individually bookable lessons.

There is also a special social media language course and materials integrating Skype called English Out There (<http://englishoutthere.com/>), which can be used by online teachers or as self-study material by learners. Other teachers invite guest speakers via Skype into their classrooms thus breaking down distance barriers. Skype is also used for tandem language learning either on a one-to-one basis or arranged by teachers for whole classes to bring them together with classes in other countries or regions in order to practise the target languages.

The convenience of learning from a distance from the comfort of one's home or from any location where one happens to be, in the case of frequent travellers, and having access to teachers and native speakers around the world are some reasons for the popularity of Skype for language learning. Other reasons might be the mostly free service, availability for major computer platforms, the reliability of the service, the relatively good quality of audio and video if used with a broadband connection, and also its ease of use. Many language learners are already familiar with the tool from their professional work and use it to communicate with colleagues or business partners.

However, just because a particular technology is widely used does not mean it will automatically enhance language learning. Skype, like any other technology, is just a tool, and it needs to be used in a pedagogically sound way to have a value for language learning.

The internet

Technology, especially the internet with its abundance of authentic material (texts, audio, videos, etc.) and information on many topics, the tools and possibilities for communication, and platforms that allow sharing of ideas and knowledge, is particularly important in ESP.

Many English teachers now use the internet in their courses, set online homework, and use it to find materials and ideas for their lessons, even if only occasionally. Some have become online teachers. Others also use it for their own professional development as a 'virtual staffroom' to connect with colleagues around the world, share ideas, participate in webinars or conferences, or write and read blog. This extended staffroom is particularly important for ESP teachers, whose multiple roles, for example as teacher, materials designer, collaborator, assessor, and researcher have expanded and evolved through IT, allowing collaborations with field-specific experts and other colleagues around the world, and giving them more easy access to an abundance of multimedia materials for even the most specialised of fields in order to design materials and courses that meet their learners' needs. Today's technology makes it further possible for teachers to create more sophisticated and professional looking (multimedia) materials and online or blended courses. The three main areas that the internet is used for in ESP are namely as a source for authentic,

specialised material, a place for authentic communication, and a collection of tools that allow for the sharing of ideas, knowledge, and student- or teacher-created materials. With the availability of a wealth of information and materials on all kinds of topics and in various forms on the internet, finding relevant and up-to-date material has become much easier. Besides company websites, there are websites with user-generated content such as How Stuff Works (www.howstuffworks.com) or E-How (www.ehow.co.uk), where lay people or professionals can share videos and text showing and describing how certain things are done (from repairing an airplane, to blogging, to how to give a presentation), and websites dedicated to certain professions or fields of knowledge where teachers or learners can read, watch, or download materials. Sometimes, however, it is very difficult and time-consuming to find exactly the kind of material a teacher needs for a certain level or context and to prepare lessons based on these. This is where websites like Macmillan's www.onestopenglish.com or <http://breakingnewsenglish.com> come into play, and which can be seen as a middle way between following a coursebook or entirely creating one's own materials. They can help teachers make use of website resources without having to spend hours searching for materials and designing tasks for them. They also allow teachers to download a limited number of units or pages from coursebooks.

By using such internet and communication technologies to collaborate internationally and communicate with fellow students around the world, and engage in genuine conversations with experts in their field, teachers and learners can bridge the gap between the LSP classroom and workplace. In order for this to happen effectively, however, teachers need to understand the characteristics of internet communication so that they can help their ESP students to deal with specific aspects or features of this type of communication and environment. The internet is authentic not only because of the authenticity of the language that can be found there but also authentic as a place, which is very important in the situated learning approach according to which the socio-cultural setting has an influence on the learning and its outcome. The more the learning situation and activities resemble the students real-life situation and tasks, the more the students will be motivated to learn, and the more relevant the learning will be.

Challenges of technology use in ESP

Teachers and institutions that integrate technology into their ESP courses can face multiple other challenges such as:

- issues of accessibility, availability and reliability of the technology;
- the need for one-off and ongoing teacher and learner training;
- varying levels of tech-savviness of teachers and learners;
- time and resources needed to create technology-integrated courses;
- the need for new ways of managing classes in which technology is used, including;
 - how to deal with technical problems during lessons;
 - having to adapt to the changing roles of teachers as well as learners, particularly in online courses, etc.

These issues need to be thought through carefully to enable a smooth and successful integration of technology and ensure that teachers as well as students will accept the use of the technology as a valuable addition to their ESP course, rather than a distraction from the real purpose, which is learning the target language.

Conclusion

Whether they like technology or not, ESP teachers today cannot afford not to integrate technology into their courses, because technology plays an essential role in their learners' everyday professional lives, in which they need digital and electronic literacy skills to communicate internationally across cultural borders using different media, and to become autonomous

learners who can keep up with the fast-paced professional world.

Teachers who like technology and feel comfortable using it, will keep up with the latest developments and often readily adopt and experiment with various technologies in their teaching, whether offline or online. Sometimes, they are criticised by more techno-critical educators for unnecessarily using technology without having a proof for their effectiveness in helping students learn better or faster. In ESP the reason for using technology is not only or always because it makes learning the language more effective or efficient, but also because it can offer tools that simulate real life work situations, while giving students the opportunity to acquire and practise essential 21st century professional skills.

References

1. Arnó E., Soler A., Rueda, C. (2006), 'The Role of Information Technology in Languages for Specific Purposes: Some Central Issues', in Arnó, E, Soler, A and Rueda, C (eds) Information Technology in Languages for Specific Purposes: Issues and Prospects. New York: Springer, pp. 3–18. 2. Arnó-Macià E. (2012), The Role of Technology in Teaching Languages for Specific Purposes Courses. The Modern Language Journal 96/Focus Issue: 89–104. 3. Garrett N. (2009), Computer-Assisted Language Learning Trends and Issues Revisited: Integrating

Innovation. The Modern Language Journal 93/Supplement s1: 719–740. 4. Kern R., Ware P., Warschauer M. (2004), Crossing frontiers: New directions in online pedagogy and research. Annual Review of Applied Linguistics 24: 243–260. 5. Warschauer M. Healey D. (1998), Computers and language learning: An overview. Language Teaching 31: pp. 57–71. 6. Warschauer M., Kern R. (2000), Network-based language teaching: Concepts and practice. New York: Cambridge University Press.

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ В ОБЛАСТІ НАВЧАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ

*Тетяна Іванівна Цибанюк (старший викладач кафедри)
Олена Володимирівна Крайова (старший викладач кафедри)*

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

На початку 21-го століття спектр технологій, доступних для використання в галузі вивчення і викладання англійської мови став дуже різноманітним і способи, які використовуються на заняттях по всьому світу, стали грати центральну роль у мовній практиці. Цифрові технології вже давно стали частиною і ефективно використовуються в процесі викладання англійської мови (чи то у вигляді магнітофона або більш складної цифрової техніки). Але, можливо, їх вплив на цей процес був більш глибоким. Викладачі англійської мови завжди використовували наявні інструменти для розробки матеріалів і створення ситуацій, які відповідають потребам своїх студентів. Дана стаття присвячена ролі технологій в області навчання англійській мові. Показує переваги використання технологій для викладача англійської мови. Також розглядає проблеми, з якими вчителі та ВНЗ, які інтегрують технології в свою практику, можуть зіткнутися.

Ключові слова: технології; вивчення мови за допомогою комп'ютера; навчання; автентичність; мультимедіа.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЛАСТИ ОБУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ

*Татьяна Ивановна Цибанюк (старший преподаватель кафедры)
Елена Владимировна Краева (старший преподаватель кафедры)*

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

В начале 21-го века спектр технологий, доступных для использования в области изучения и преподавания английского языка стал очень разнообразным и способы, которые используются на занятиях по всему миру, стали играть центральную роль в языковой практике. Цифровые технологии уже давно стали частью и эффективно используются в процессе преподавания английского языка (то ли в виде магнітофона или более сложной цифровой техники). Но, возможно, их влияние на этот процесс было более глубоким. Преподаватели английского языка всегда использовали имеющиеся инструменты для разработки материалов и создания ситуаций, соответствующих потребностям своих студентов. Данная статья посвящена роли технологий в области обучения английскому языку. Показывает преимущества использования технологий для преподавателя английского языка. Также рассматривает проблемы, с которыми учителя и ВУЗ, которые интегрируют технологии в свою практику, могут столкнуться.

Ключевые слова: технологии; изучение языка с помощью компьютера; преподавание; автентичность; мультимедиа.

Отримано: 21.10.2014 р.

Віктор Євгенович Бобильов (канд. військ. наук, с.н.с., провідний науковий співробітник науково-дослідної лабораторії)
Сергій Миколайович Кононенко (начальник центру)

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

РОЛЬ МЕНТАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ В УПРАВЛІННІ ВІЙСЬКАМИ

В статті розглянуті та проаналізовані основні підходи до управління військами. Визначені їх позитивні та негативні сторони. На основі проведеного аналізу пропонується найбільш ефективний підхід до управління військами. В основі визначеного підходу є модель навчання, яка побудована на основі процесу зворотнього зв'язку. Ці моделі представляють собою індивідуальні ментальні ("інтелектуальні") моделі, що відіграють значну роль при прийнятті командиром рішень на управління військами в мирний час та в особливий період.

Ключові слова: особа, яка приймає рішення; управління військами; ментальні моделі; підходи до управління військами; зворотній зв'язок.

Вступ

Всі рішення, що приймаються командирами (особами, які приймають рішення – ОПР) при управлінні військами у ході бою (операції) ґрунтуються на ментальних моделях. Ментальна модель являє собою сприйняття ОПР системи взаємозв'язків між причинами і наслідком, що описують поведінку складної системи, якою є бій (операція).

Постановка проблеми. Ментальні моделі – моделі, засновані на попередньому досвіді, ідеї, стратегії, способі розуміння навколишньої дійсності, що існують в розумі людини, і спрямовують його дії. Ментальні моделі використовуються для пояснення причин і наслідків, а також надання сенсу життєвому досвіду. Ментальні моделі є природними і властиві кожній людині, незалежно від того, усвідомлює він це чи ні. Ментальні моделі не є незмінними. Дослідження показують, що чим досвідченіше командир, тим якісніші ментальні моделі, які описують складні системи, якими є бій (операція), лежать в основі прийнятих ним рішень. Наприклад, досвідчений командир може зробити досить точний прогноз розвитку оперативнотактичної обстановки, керуючись ментальною моделлю, котра формувалася протягом багатьох років служби. Його прогноз буде більш точний, ніж, наприклад, аналогічний прогноз командира взводу, що має невеликий досвід командування військовим підрозділом. Деякі дослідники вважають, що розробка якісних ментальних моделей, що описують ті чи інші управлінські ситуації (проблеми), може надати значну допомогу в викоріненні типових помилок, з якими стикаються командири на практиці [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для того, щоб уявити роль і значення ментальних моделей в управлінні військами в ході бою (операції), спочатку доцільно зупинитися на основних парадигмах управління, короткий огляд яких дозволить простежити витоки появи концепції ментальних моделей в управлінні.

Деякі дослідники, наприклад Кіс ван дер Хайден [2], виділяють три основні підходи (школи) управління – раціональний, еволюційний і процесний.

Природа організації сприймається по-різному кожним з підходів. Деякі дослідники метафорично описують їх суть наступним чином:

раціональний підхід: організація як машина;
 еволюційний підхід: організація як еко-система;

процесний підхід: організація як живий організм.

Кожен підхід має свої переваги і недоліки, тому проаналізуємо їх нижче.

Метою статті є визначення ролі ментальних моделей при прийнятті рішень у процесі управління військами.

Виклад основного матеріалу дослідження

В основі раціонального підходу до управління військами лежить припущення про те, що існує єдине оптимальне рішення, і роль командира полягає в тому, щоб виробити рішення, яке найбільшою мірою близьке до оптимального. Процес вироблення рішення має на увазі вибір з декількох альтернатив тієї, яка максимізує ефективність застосування військ в бою (операції). Раціональний підхід передбачає наявність одного єдиного правильного (оптимального) рішення.

Привабливість раціонального підходу в значній мірі полягає в конкретному наборі кроків, необхідних для вироблення ефективного рішення.

Командир, який займається виробленням рішення на застосування військ, повинен здійснити в певній послідовності ряд конкретних дій: визначення цілей ведення бойових дій, проведення аналізу стану своїх сил і сил противника, оцінка місцевості та інших умов навколишнього середовища, виявлення альтернатив ведення бойових дій і вибір найбільш прийнятної з них, практична її реалізація, контроль за виконанням та оцінка виконаних дій.

Ключові положення, на яких базується раціональний підхід, наступні:

передбачуваність, відсутність сильного впливу противника;

наявність чітко визначених цілей ведення бойових дій;

реалізація рішення після його формулювання; повне розуміння процесів, що протікають в ході бою (операції) і очікування раціональної поведінки у ході бою від своїх військ і військ противника.

Як відзначає ван дер Хайден, раціональний підхід можна емко визначити словосполученням "передбачати і контролювати" [2].

Однак в реальності це далеко не завжди досягається. На практиці ведення бойових дій час від часу стикаються з ситуаціями, коли період порівняльної стабільності та передбачуваного розвитку оперативно-тактичної обстановки змінюється різкою турбулентністю і нестабільністю. Зміни можуть бути настільки швидкими і непередбачуваними (наприклад, при появі радикально нових зразків техніки та озброєння, а також трансформації моделі ведення бою), що весь попередній досвід організації бою виявляється даремним та маловживаним до нових реалій (наприклад ведення "гібридної війни") [1].

Рациональна парадигма "передбачення і контролю" не дозволяє передбачити і ефективно справитися з наслідками істотних змін оперативно-тактичної обстановки [3].

Еволюційний напрям в управлінні військами визнає складну систему, яка значною мірою лежить за межами раціонального сприйняття.

Еволюційний напрям перекликається з швидким розвитком порівняно нової галузі досліджень – "теорії складності" (complexity theory), яка передбачає, що в ситуаціях, коли одночасно діє безліч незалежних факторів, поведінка всієї системи стає важко передбачуваною і ймовірно-похідною. Цей напрямок представляє собою слідування еволюціонуванню оперативно-тактичної обстановки: вигрешне рішення може бути усвідомлене тільки в ретроспективі і являє собою найбільш прийнятний набір дій, що дозволяє військам домогтися найбільшого успіху у реаліях оперативно-тактичної обстановки, що постійно змінюється. Таким чином, в контексті еволюційної парадигми робота командира щодо прийняття рішення полягає в постійному експериментуванні і послідовному відсіканні всього того, що не приносить бажаного результату.

Недоліком еволюційного підходу є досить слабкі прогностичні можливості. Крім того, більшість командирів управлінців схильні вважати, і не без підстав, що у них є можливість вплинути на чинники оперативно-тактичної обстановки, що складається. Проте одним з практичних висновків еволюційного підходу стала рекомендація реагувати на виникаючі в ході ведення бойових дій завдання по мірі їх надходження, роблячи оптимальний вибір в кожній ситуації, що виникає, – тобто інкрементальний підхід до управління.

Процесний підхід до управління військами займає проміжну позицію між раціональним та еволюційним напрямками. Він стверджує, що, хоча і неможливо виробити оптимальне рішення тільки за допомогою раціонального мислення, командири управлінці можуть налагодити процеси ведення бойових дій таким чином, що останні стануть гнучкими, а процес їх організації, ставши "самонавчальним", буде краще пристосований до умов ведення бойових дій.

Прихильники процесного підходу приділяють основну увагу процесам, що відбуваються в системі. Прихильники раціонального та еволюційного підходів практично не замислювалися над цим аспектом. Згідно ван дер Хайдену, в основі процесного підходу лежить твердження про взаємопов'язаність дії і осмислення стратегії управління [1] (згідно раціоналістам, дія і осмислення стратегії управління – зовсім окремі області).

Карл Вейк сформулював це таким чином: "Якщо ви загубилися, стара карта краще, ніж

нічого" [3]. В якості ілюстрації він наводить реальний випадок. Група солдат заблукала під час маневрів в горах, коли через снігопад зв'язок з нею обірвався. Після відсутності протягом декількох днів солдати повернулися на базу. На запитання, як вони відшукали дорогу назад, солдати відповіли, що в одного з них в кишені знайшлася карта. Однак в реальності виявилось, що карта була зовсім іншої місцевості. Згідно Вейк, стара карта послужила стимулом для початку активних дій з боку солдатів. Почавши діяти, вони стали отримувати і оцінювати інформацію про зовнішнє середовище, тим самим запустивши своєрідну "петлю навчання", яка поступово дозволила їм вибудувати правильне сприйняття світу і повернутися на базу.

Прихильники процесного напрямку в управлінні військами погоджуються з еволюціоністами в тому, що більшість організаційних ситуацій занадто складні, щоб аналізувати їх в деталях. Чи є стратегія управління правильною або неправильною, не так важливо – набагато важливіше запустити цикл постійного навчання, заснованого на сприйнятті, осмисленні і дії. Таким чином, ефективна та стратегія управління, яка дозволяє органу військового управління задіяти петлю навчання.

Петля навчання, запропонована Девідом Кольбе на основі синтезу теорій Курта Левіна і Жана Піаже, являє собою найпростіший приклад дії механізму зворотного зв'язку [4] (рис. 1).



Рис. 1. Модель односторонньої петлі навчання органу військового управління.

Д. Кольбе особливо відзначив факт постійності і безперервності процесу організаційного навчання. Стосовно до управління, Кольбе виділив сам процес навчання організації як основу управління, відзначаючи, що не існує єдиної правильної стратегії управління у швидко мінливому навколишньому середовищі. Таким чином, процесний підхід до управління військами представляє собою компроміс між раціональним та еволюційним напрямками.

Петля навчання Кольба в даний час відома в науковій управлінській літературі як модель навчання на основі односторонньої петлі зворотного зв'язку. Процес зворотного зв'язку має принципове значення для процесу навчання. Прийняті командирами управлінцями рішення є результатом застосування стереотипних правил, визначених у керівних документах (статутах, настановах і т.д.) та типового світогляду на інформацію, на основі якої відбувається сприйняття навколишнього світу (оперативно-тактичної обстановки, що постійно змінюється).

Самі ж управлінські дії та сприйняття визначаються пануючими у військовій організації державні нормами і традиціями (соціальними, політичними, культурними, військовими). Іншими

словами, інтерпретація інформації про проблему проходить через соціокультурний та індивідуальний специфічний фільтр - так звані індивідуальні "інтелектуальні" (ментальні) моделі [1]. Традиційна схема процесу навчання на основі аналізу зворотнього зв'язку з урахуванням ментальних моделей представлена на рис. 2.

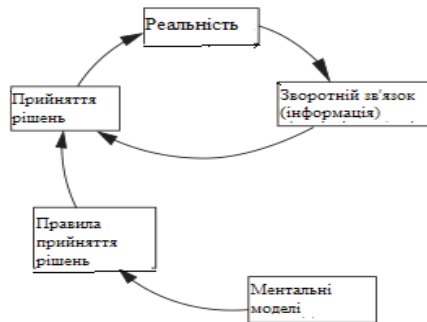


Рис. 2. Традиційна схема процесу навчання на основі аналізу зворотнього зв'язку з урахуванням ментальних моделей.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином можна зробити висновок, що різні теорії та підходи описують ментальні моделі як набір загальноприйнятих практик або стандартизованих процедур, типовий механізм вибору тої чи іншої дії, когнітивні карти (моделі) сприйняття оперативно-тактичної обстановки, типології категоризації досвіду, сприйняття явищ бойової діяльності військ і т.п. Концепція ментальних моделей є основоположною в управлінні військами на основі зворотнього зв'язку.

Література

1. Gary M., Kunc M., Morecroft J., Rockart S. (Winter 2008), System dynamics and strategy, System Dynamics Review, Vol. 24, № 4, pp. 407-429.
 2. Van der Heijden K. Scenarios: The Art of Strategic Conversation, Second Edition. Chichester: J. Wiley and Sons, 2005.
 3. Weick K. Cartographic

myths in organizations, AS Huff (ed.). Mapping Strategic Thought. Chichester: John Wiley and Sons, 1990.
 4. Kolb D.A. Experiential Learning. Experience as the source of learning and development. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1984.

РОЛЬ МЕНТАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ В УПРАВЛЕНИИ ВОЙСКАМИ

Виктор Евгеньевич Бобылев (канд. воен. наук, с.н.с., ведущий научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории)
Сергей Николаевич Кононенко (начальник центра)

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

В статье рассмотрены и проанализированы основные подходы к управлению войсками. Определены их положительные и отрицательные стороны. На основе проведенного анализа предложен наиболее эффективный подход к управлению войсками. В основе предложенного подхода лежит модель обучения, которая построена на основе процесса обратной связи. Эти модели представляют собой индивидуальные ментальные ("интеллектуальные") модели, которые играют существенную роль при принятии командиром решений на управление войсками в мирное время и в особый период.

Ключевые слова: лицо принимающее решение; управление войсками; ментальные модели; подходы к управлению войсками; обратная связь.

ROLE OF MENTAL MODELS IN COMMAND AND CONTROL

Victor E. Bobylov (Candidate of Military Sciences, Senior Research Fellow, Leading Research Fellow of Research Laboratory)
Serhii M. Kononenko (Chief of a Center)

National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine

The article describes and analyzes the main approaches to command and control. Their positive and negative sides were determined. The most effective command and control approach is offered based on the analysis. This approach is based on the educational model which is based on the feedback process. These models represent the individual mental ("intellectual") models, which have an essential role when making command and control commander decisions in peacetime and in a special period.

Keywords: decision maker; command and control; mental models; command and control approaches; feedback.

Отримано: 25.09.2014 року

Олександр Ігорович Литвиненко (канд. техн. наук, науковий співробітник)

Наталія Ігорівна Литвиненко (канд. техн. наук, старший науковий співробітник)

*Військовий інститут Київського національного університету
імені Тараса Шевченка, Київ, Україна*

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ РАНЬОГО ПОПЕРЕДЖЕННЯ КОНФЛІКТІВ

Події, що трапились протягом 2014 року на території України, а саме, факт анексії території Криму Російською Федерацією та гібридна війна на Донбасі, вказують на те, що проблемі раннього попередження конфліктів у нашій державі приділялось недостатньо уваги. Для досягнення як національної, так і міжнародної безпеки є більш доцільними дії, що спрямовані на випередження потенційного конфлікту, а не на розв'язання конфлікту, що вже відбувся. До таких дій відноситься завчасний і постійний моніторинг ситуації в інших країнах з метою виявлення заходів, що спрямовані на підготовку можливих агресивних дій, за допомогою систем раннього попередження конфліктів. В даній роботі наведено результати аналізу сучасних досягнень світової практики у вирішенні проблем раннього попередження конфліктів.

Ключові слова: *конфлікт; попередження; обороноздатність.*

Вступ

Попередження конфліктів – це широка сфера діяльності, в якій використовується багато різних методик, що можуть працювати на різних рівнях і з широким спектром різноманітних вхідних даних. Попередження конфлікту полягає у впливі на його елементи (учасників, мотиви поведінки, об'єкти, сили та засоби) до того, як виникне фізичне протистояння [1]. Попередження конфлікту звичайно є більш логічним і корисним з будь-якої точки зору, ніж припинення або вирішення конфлікту, що вже відбувся. Тому попередженню міжнародних конфліктів постійно приділяють увагу такі органи світового рівня, як Рада Безпеки та Генеральна Асамблея ООН, а також регіональні воєнно-політичні організації та окремі держави [2]. Проте варто зазначити, що міжнародні організації та країни-партнери на даний час не спроможні в повній мірі допомогти нашій державі при виникненні конфліктів воєнного характеру, незважаючи на різного роду зобов'язання і договори. Це пояснюється, головним чином, тим, що вплив на конфлікт третьої сили на його ранній, а тим більше латентній стадії є досить проблематичним. З одного боку, такий вплив є необхідним, логічним і більш продуктивним, ніж бездіяльне спостереження за перебігом подій. Достатньо згадати історію виникнення Другої світової війни, щоб переконатись у істинності цього твердження. Але з іншого боку, конфлікт нерідко розглядається як справа двох сторін, і з позиції невтручання в справи інших держав нав'язування певного рішення або примушування сторін до певної поведінки є неправомірним і неетичним [1]. Звідси слідує, що втручання в конфлікт, а попередження також можна віднести до однієї з форм втручання, можливо тільки тоді, коли ситуація виходить за рамки двох сторін і стає

більш масштабною, торкаючись інтересів інших сторін.

Постановка проблеми. Зважаючи на вищевикладене, можна стверджувати, що одним із можливих шляхів недопущення втягування України в конфлікти різного рівня у майбутньому є створення національної системи раннього попередження конфліктів (СРПК). Створення такої системи із застосуванням методів і моделей попередження конфліктів, що найбільше відповідають власним вимогам і потребам, надасть можливість безперервно проводити моніторинг ситуації в інших країнах (особливо в тих, що мають спільний кордон з Україною) з метою виявлення заходів, що спрямовані на підготовку до можливих агресивних дій; оперативно вживати заходи щодо розгортання сил оборони держави на потенційно небезпечних напрямках; застосовувати політичні методи впливу для врегулювання ситуації навколо можливого конфлікту; здійснювати розвиток власних показників у сферах, що відстають від аналогічних показників потенційного противника.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. СРПК – відомі механізми, які існують з 1950-х років. На даний час створені різні моделі СРПК, які розрізняються за завданнями, структурою, способами збору інформації [3]. Обираючи методологію, кожна система вирішує які потрібно використовувати індикатори (короткострокові або довгострокові), підхід (кількісний або якісний), інформацію (загальну або специфічну) [4].

Інститут міжнародних відносин (The Clingendael Institute of International Relations) в Нідерландах зробив спробу систематизувати різні моделі у праці „Conflict Prognostication: Toward a tentative framework for Conflict”. У даній праці

приведена така типологія моделей запобігання конфліктам [5]:

1. кореляційні;
2. послідовні;
3. моделі реагування.

Кореляційні моделі фокусуються на структурних індикаторах і причинних зв'язках. Такі моделі допомагають зрозуміти, чому відбуваються конфлікти.

Послідовні моделі, засновані на моніторингу короткострокових індикаторів раннього попередження, вивчають послідовність подій, які зіграли роль пускових механізмів конфліктів у минулому.

Моделі реагування (розроблення рекомендацій) орієнтовані на осіб, що приймають рішення. Ця модель не націлена на спроби зрозуміти причини конфліктів, але намагається ідентифікувати точки входу, стратегічних інтервенцій, щоб змінити хід конфлікту.

Залежно від джерела інформації існує наступна класифікація моделей моніторингу, раннього попередження і прогнозування конфліктів:

1. Моделі, засновані на базах даних з використанням статистичних індикаторів, що відстежуються з періодичністю, наприклад, на щомісячній або щорічній основі. Такі міжнародні організації, як ОБСЄ або ООН, використовують подібні моделі.

2. Моделі, засновані на експертних оцінках існуючих трендів. Ці моделі використовують анкети та інтерв'ю. Експертні моделі зазвичай регулярно отримують інформацію від широкого кола інформаторів у певних стандартизованих форматах.

3. Системи моніторингу та аналізу, які оцінюють ризик конфлікту через систематичну обробку кодової інформації новинних агентств (наприклад, Reuters) [6].

Мета статті. Враховуючи значний досвід закордонних організацій в частині теоретичних і практичних досягнень в означеному питанні, необхідно проаналізувати сучасний стан справ у сфері раннього попередження конфліктів, визначити та дослідити існуючі підходи та моделі раннього попередження конфліктів і сформулювати на основі аналізу систему індикаторів, які необхідно використовувати при побудові національної СРПК.

Методи дослідження. У ході дослідження використовувалися такі методи: аналіз теоретичних джерел з проблем раннього попередження конфліктів, вивчення та узагальнення практичного досвіду побудови та застосування методів і моделей раннього попередження конфліктів з метою виділення системи індикаторів для оцінювання можливості виникнення конфлікту.

Виклад основного матеріалу дослідження

Проблемою раннього попередження конфліктів у світі займається ряд організацій, на базі яких

розгорнуті широкомасштабні програми. Серед них основними є [7]:

1. робоче об'єднання з вивчення причин війни (AKUF);
2. модель імітації конфлікту (KOSIMO);
3. Стокгольмський міжнародний інститут по дослідженню миру (SIPRI);
4. тематичні складові війни (ICOW);
5. UPSALLA;
6. міждисциплінарна дослідницька програма з першопричин порушення прав людини (PIOOM);
7. міжнародна група з попередження криз (ICG);
8. Human Rights Watch;
9. раннє виявлення напруженості та пошук фактів (FAST);
10. агентство США по міжнародному розвитку (USAID);
11. система раннього попередження по даним з усього світу (GIEWS);
12. система раннього попередження по електронній пошті (EEWS);
13. модель „Майбутнє загальної взаємозалежності” та інші.

Однією з найбільш відомих організацій з раннього попередження конфліктів є Стокгольмський міжнародний центр досліджень миру (SIPRI) [8]. SIPRI використовує власну модель, розроблену з метою превентивної політики у відношенні окремих країн, а також відносно міжнародних та регіональних конфліктів. Модель поєднує в собі як використання бази статистичних даних, так і експертні оцінки, тим самим збільшуючи міру достовірності прогнозів за рахунок використання довгострокових (зростання числа насильницьких злочинів, вандалізм, протести, погрози або риторика погроз, зростання нападів на релігійній або етнічній основі тощо) та короткострокових індикаторів (показники злочинності певних груп, безробіття, напруженість відносин між різними структурними частинами суспільства, поведінка певних груп, тренди в законодавстві по правам меншин тощо). При всій важливості довгострокових індикаторів регулярні короткострокові індикатори грають важливу роль, оскільки без спостережень за щоденною політичною, економічною ситуацією, подіями, що відбуваються, важко досягти більш-менш достовірних даних. Інформація SIPRI збирається он-лайн через регулярне анкетування. Кожного місяця анкета заповнюється визначеним колом місцевих експертів. Дуже важлива методологія складання анкет і відбір короткострокових індикаторів, які дозволяють отримувати реальну картину змін в політичній, економічній ситуації, міжетнічних відносинах, ситуації з дотриманням прав людини. Анкета включає кількісні питання, також у ній використовуються шкали вимірювання індикатора. Можуть бути включені якісні питання для загальної оцінки ситуації експертами.

SIPRI використовує модель індикаторів, що відображена у табл. 1. Система SIPRI виділяє три типи індикаторів: рамкові дані, індикатори-акселератори і пускові механізми (тригери).

Система індикаторів SIPRI

Категорії	Підкатегорії
1. Правосуддя та права людини	1.1. Правосуддя і верховенство права 1.2. Права людини 1.3. Цивільне суспільство і ЗМІ 1.4. Проміжні величини
2. Соціально-культурні фактори	2.1. Міжетнічна напруженість і поділ 2.2. Політична експлуатація відмінностей на етнічному, культурному ґрунті або на основі ідентичності 2.3. Структурні та історичні чинники
3. Ситуація у сфері внутрішньої безпеки	3.1. Демографія/тиск чинника населення 3.2. Неекономічний соціальний розвиток і регіональна нерівність 3.3. Криміналізація 3.4. Насильство, цілісність, внутрішні мігранти або біженці 3.5. Історія озброєних (насильницьких) конфліктів і структурна нестабільність 3.6. Недоліки інструментів та інститутів запобігання конфліктам, управління конфліктами і їх вирішення 3.7. Тип режиму і ситуація зі ЗМІ
4. Геополітична обстановка	4.1. Регіональна та міжнародна обстановка 4.2. Міжнародні зв'язки 4.3. Зовнішні (територіальні) диспути 4.4. Зовнішня підтримка та втручання
5. Збройні сили та безпека	5.1. Озброєння, стрілецька зброя 5.2. Витрати на військову галузь 5.3. Збройні сили та контроль території 5.4. Збройні сили, неконтрольовані державою
6. Природне середовище та управління ресурсами	6.1. Природні катастрофи та обмеженість природних ресурсів 6.2. Управління ресурсами 6.3. Проблематичні ресурси (нафта, алмази, золото) 6.4. Конкуренція за обмежені ресурси (наприклад, воду)
7. Управління та політична стабільність	7.1. Легітимність держави/режиму 7.2. Управління 7.3. Політична стабільність, опозиція і елітні групи 7.4. Тип політичного режиму 7.5. Корупція
8. Соціально-економічні фактори	8.1. Соціальний розвиток і рівність 8.2. Характеристика економіки та добробут 8.3. Економічна стабільність

Система SIPRI виділяє три типи індикаторів: рамкові дані, індикатори-акселератори і пускові механізми (тригери). Рамкові індикатори беруться зі статистичних даних; вони важливі для прогнозів можливих наслідків конфліктів. Особливо важливе значення мають акселератори і тригери, іншими словами, короткострокові індикатори. З врахуванням всіх чинників за певною формулою обчислюється конфліктний індекс.

Питанню дослідження моделей раннього попередження (рис. 1), що набули практичного застосування, присвячено багато робіт, які розглянуті у [9].

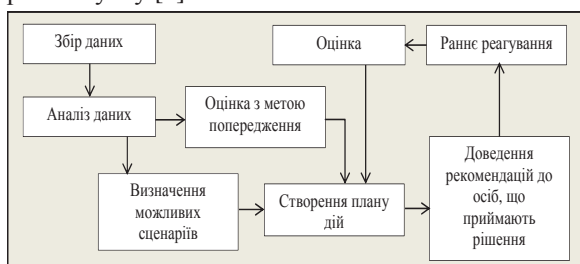


Рис. 1. Основні етапи функціонування моделі СРПК

Загалом відомі моделі раннього попередження можна розділити на три категорії: причинні, прогностні і загальні (рис. 2). Деякі моделі зосереджують свою увагу на слабкості держав, інші – на різних формах політичного насильства, таких як громадянська війна, війна на етнічному підґрунті, тероризм, політицид; деякі моделі фокусуються на змінах у формі правління держави, в той час як інші спрямовані на більш складні форми політичної нестабільності та враховують насильство на політичній основі, державні перевороти, різкі зміни форми правління, повалення центральної влади, провал держави тощо [9].

Кожна модель використовує певну систему індикаторів [10], що отримуються як з відкритих джерел, так і на основі експертного оцінювання.

Частина моделей розглядає державу як частину глобальної системи, інші ж моделі розглядають підсистему сукупності держав у розрізі регіону. Таким чином, незважаючи на різницю у виборі методології, показників і характеристик, розглянуті моделі досягли певного консенсусу в питанні вимірювання можливості виникнення конфлікту для більшості держав, що утворюють світову систему [11].

Причинні	Прогнози	Загальні
<ul style="list-style-type: none"> • Фероні і Лайтіс - Модель громадянської війни • Коппе і Хоффігер - Жалюбна модель громадянської війни • Коппе і Хоффігер - Складові моделі громадянської війни • Савабаніс - Етнічна модель громадянської війни • Савабаніс - Реляційна модель громадянської війни 	<ul style="list-style-type: none"> • РПГ - Глобальна модель • РПГ - Субсахарна африканська модель • Маршалл - Африканська модель нестабільності • РПГ - Модель мусульманських країн • РПГ - Етнічна модель війни • Гурріа і Маршалл - Етнічне повстання • Харіф - Модель еволюції / імміграції • РПГ - Авторитарна зміна влади • РПГ - Демократична зміна влади • О'Брайєн - АСТОР 	<ul style="list-style-type: none"> • Маршалл і Гурріа - Глобальні стандарти мпру • Маршалл - Глобальний тероризм • Карвент - Збанкрутілі та нестабільні держави • Фомд анру - Індже банкрутета держави • Nathan Associates - Індикатори державної нестабільності • Маршалл і Годестун - Індже державної нестабільності • Райс і Натрік - Індже державної слабкості

Рис. 2. Моделі раннього попередження конфліктів, що використовуються при оцінці ризиків і нестабільності країн

На основі аналізу цих моделей сформовано систему індикаторів раннього попередження (рис. 3), які можуть допомогти провести макросистемний аналіз державного і соціального стану у певній країні. Система індикаторів умовно поділяється на п'ять категорій: безпека, політика,

торгівля, економіка, соціальна сфера. Особливо інформативно дану систему індикаторів робить те, що, незважаючи на відмінності в цільовому стані, моделі охоплюють зазвичай подібні комбінації показників.

1. Безпека	2. Політика	3. Торговля	4. Економіка	5. Соціальна сфера
<ul style="list-style-type: none"> • Збройні конфлікти у сусідніх країнах • Уряди у сусідніх країнах • Поточний збройний конфлікт / нестабільність • Історія збройних конфліктів • Тероризм • Міжні ризи (кількість) • Геноцид • Безпека людини (останні 25 років) • Урядові репресії (останні 13 років) • "Реконструкція територій" • Підтримка інших країн • Міжнародні суперечки • Військовий персонал • Військові витрати • Поставки зброї • Бізнеси з країни • Тип місцевості 	<ul style="list-style-type: none"> • Громадянська свобода • Політичні права • Незалежність ЗМІ / свобода преси • Цивільність влади • Колоніальна історія • Нестабільність формування держави • Корупція / верховенство закону • Діаспора • Військове управління • Тероризм • Переваги на посади лідера • Переваги • Сильні відставки / звільнення • Холодна війна / період після холодної війни • Членство в міжнародних організаціях • Група наддержавних організацій • Самозначення • Режим стабільності / нестабільності • Монархія • Демократія • Тип режиму • Дискримінація груп • Розвиток політичних партій • Утримання воєнних • Антиурядові демонстрації • Фракційність • Перехідний режим 	<ul style="list-style-type: none"> • Відкритість торгівлі • Харчова залежність / продовольча безпека • Експорт продукції сільськогосподарської промисловості • Експорт товарів і послуг • Концентрація торгівлі / різноманітність • Торговля з сусідніми країнами / регіонами 	<ul style="list-style-type: none"> • Глобальний / регіональний розподіл доходів • Темпи зростання ВВП • ВВП на душу населення • Економічна допомога (залежність) • Ціна іноземної інвестиції • Фінансова неспроможність • Загальні суми обслуговування боргу • Державні частки ВВП • Державне регулювання бізнесу • Інфляція / обмінний курс • Дефіцит бюджету / баланс платежів • Зовнішні борги • Експорт нафти • Надлишок нафти (виробництва - споживання) • Природні ресурси (сировинні товари) • Інвестування • Інфраструктура / комунікації • Неформальна економіка / чорний ринок • Зв'язування • Рівень безробіття • Рівень бідності • Імпортові перекази • Темпи зростання ІЛД • Споживання енергії на душу населення 	<ul style="list-style-type: none"> • Доступ до води / електрики • Споживання калорій / надходження • Діти в робочій силі • ВВП / СНІД • Смертність / дитяча смертність • Очікувана тривалість життя • Послуги в галузі охорони здоров'я / внутрішні • Материнська смертність • Зайнятність значущими / завершення • Грамотність / неграмотність • Гендерний розподіл • Етнічний розподіл • Відношення чисельності населення до світового розподілу • Поліриччя (етнічна, мовна, релігійна) • Релігійний розподіл • Мусульманські країни • Ісламські секти • Нерівність молоді • Населення • Ізольованість населення • Ризики / дисперсія • Темпи зростання населення • Міські населення • Темпи зростання урбанізації • Населення, зайняте в сільському господарстві • Площа території • Площа орієнт земель

Рис. 3. Кількісні змінні, що використовуються в системній оцінці ризиків і моделях раннього попередження конфліктів

Висновки й перспективи подальших досліджень

СРПК на даний час активно використовуються у світі у форматі як державних (блокових) організацій, так і недержавних. Це стало можливим, насамперед, завдяки бурхливому розвитку мережі інтернет і обчислювальних можливостей комп'ютерної техніки, що дозволило значно здешевити та прискорити процес збору інформації для подальшого аналізу.

На даний час існують різні методології побудови СРПК і моделі, які при цьому застосовуються. Проте, в будь-якому випадку, для досягнення цілей (виявлення причин конфлікту, прогнозування його початку та зниження його інтенсивності) будь-яка СРПК повинна містити шість механізмів:

1. збір даних (кількісних і (або) якісних);
2. аналіз даних;
3. оцінка, що попереджує або виявляє можливі сценарії для попередження конфлікту;

4. створення плану дій відповідно до ситуації;
5. доведення інформації до особи, що приймає рішення;
6. оцінка ефективності та зворотній зв'язок.

Як показує досвід організацій, що займаються проблемою раннього попередження конфліктів, найбільш доцільним є збір кількісної та якісної інформації з різних джерел: інтернет, експертне опитування, польове здобування інформації тощо. Вирішальну роль для ефективного застосування СРПК відіграє адекватність обраної моделі, а також система індикаторів раннього виявлення конфліктів, що для кожного конкретного випадку (регіон, країна, релігія, соціальний устрій) має бути досить чітко визначеною та обґрунтованою. У роботі проведено аналіз існуючих моделей раннього попередження конфліктів та виділено матрицю індикаторів за п'ятьма критеріями, які в них застосовуються. Дана матриця може служити основою при розробленні національної СРПК.

Література

1. Предупреждение конфликта [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.bookzie.com/book_20_glava_176_%c2%a7_32._preduprezhdenie_konflikt.html. **2. Хартия** Европейской Безопасности [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.umn.edu/humanrts/russian/osce/basics/Reurosec_harter.html. **3. Brecke P.** Risk Assessment Models and Early Warning Systems. Arbeitsgruppe: Internationale Politik [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.skylla.wz-berlin.de/pdf/2000/p00-302.pdf>. **4. John L. Davies** and Ted Robert Gurr. Preventive Measures: Building Risk Assessment and Crisis Early Warning Systems. - Lanham, MD: Rowman & Littlefield. - 1998. **5. The Clingendael** Institute of International Relations. Conflict Prognostication: Toward a tentative framework for Conflict [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.clingendael.nl/sites/default/files/19990900_cru_paper_verstegen.pdf. **6. Мусабаева А.** Кыргызстан нуждается в системах раннего предупреждения конфликтов.

Институт региональных исследований [Електронний ресурс]. http://www.centasia.org/wp-content/uploads/2012/09/Early_warning_system.pdf. **7. Остин А.** Раннее предупреждение и мониторинг конфликтов [Електронний ресурс]. <http://www.berghof-handbook.net>. **8. An Internet-Based** Early Warning Indicators System for Preventive Policy. Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI) [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.sipri.org/databases/first/early_warning/wp1. **9. Monty G. Marshall.** Fragility, Instability, and the Failure of States Assessing Sources of Systemic Risk. - 2008. **10. Richard Kohl,** Matthew Lutkenhouse, and Bruce Bolnick (Nathan Associates Inc.). Fragile State Indicators: A Supplement to the Country Analytical Template, report prepared for USAID. - 2006. **11. Carment D.,** Garner K. Conflict Prevention and Early Warning: Problems, Pitfalls and Avenues for Success in Canadian Foreign Policy // Principal Investigator. - 1999. P. 103-118.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМ РАННЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ КОНФЛИКТОВ

*Александр Игоревич Литвиненко (канд. техн. наук, научный сотрудник)
Наталья Игоревна Литвиненко (канд. техн. наук, старший научный сотрудник)*

Военный институт Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, Киев, Украина

События, которые произошли в течение 2014 года на территории Украины, а именно, факт аннексии территории Крыма Российской Федерацией и гибридная война на Донбассе, указывают на то, что проблеме раннего предупреждения конфликтов в нашем государстве уделялось недостаточно внимания. Для достижения как национальной, так и международной безопасности являются более целесообразными действия, направленные на опережение потенциального конфликта, а не на решение конфликта, который уже состоялся. К таким действиям относится заблаговременный и постоянный мониторинг ситуации в других странах с целью выявления мероприятий, направленных на подготовку к возможным агрессивным действиям, с помощью систем раннего предупреждения конфликтов. В данной работе приведены результаты анализа современных достижений мировой практики в решении проблем раннего предупреждения конфликтов.

Ключевые слова: конфликт; предупреждение; обороноспособность.

ANALYSIS OF MODERN APPROACHES TO SOLVING EARLY WARNING PROBLEMS OF CONFLICTS

Oleksandr I. Litvinenko (Candidate of Technical Sciences, Research Fellow of a Research Laboratory)
Natalia I. Litvinenko (Candidate of Technical Sciences, Senior Research Fellow of a Research Laboratory)

Military Institute of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Events that occurred during 2014 on the territory of Ukraine, namely, the fact that the annexation of the Crimea by the Russian Federation and hybrid war in the Donbas, indicate that to the problem of early warning of conflicts in our country paid little attention. To achieve both national and international security is more appropriate actions that are focused on advancing the potential conflict rather than resolving the conflict that has already taken place. Such actions include timely and continuous monitoring of the situation in other countries in order to identify measures aimed at preparing for possible aggressive actions by means of early warning of conflicts. The analysis results of modern achievements of world practice in solving early warning problems of conflicts are presented in this article.

Keywords: conflict; prevention; defence capacity.

References

- 1. Conflict Prevention.** [*Preduprezhdenie konflikta*], Available at: http://www.bookzie.com/book_20_glava_176_%c2%a7_32._preduprezhdenie_konflikt.html.
- 2. Charter of European Security.** [*Hartiya Evropeyskoy Bezopasnosti*], Available at: <http://www.umn.edu/humanrts/russian/osce/basics/Reurosecharter.html>.
- 3. Brecke P.** Risk Assessment Models and Early Warning Systems. Arbeitsgruppe: Internationale Politik, Available at: <http://www.skylla.wz-berlin.de/pdf/2000/p00-302.pdf>.
- 4. John L. Davies and Ted Robert Gurr,** (1998), "Preventive Measures: Building Risk Assessment and Crisis Early Warning Systems", Lanham, MD: Rowman & Littlefield.
- 5. The Clingendael Institute of International Relations.** Conflict Prognostication: Toward a tentative framework for Conflict, Available at: http://www.clingendael.nl/sites/default/files/19990900_cru_paper_verstegen.pdf.
- 6. Musabaeva A.** Kyrgyzstan needs of conflict in early warning systems. Institute for Regional Studies. [*Kyrgyzstan nuzhdaetsya v sistemah rannego preduprezhdeniya konfliktov. Institut regionalnyh issledovaniy*], http://www.centasia.org/wp-content/uploads/2012/09/Early_warning_system.pdf.
- 7. Ostin A.** Early warning and monitoring of conflicts [*Rannee preduprezhdenie i monitoring konfliktov*], Available at: <http://www.berghof-handbook.net>.
- 8. An Internet-Based Early Warning Indicators System for Preventive Policy.** Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI) [electronic recourse]. Available at: http://www.sipri.org/databases/first/early_warning/wp1.
- 9. Monty G. Marshall,** (2008), "Fragility, Instability, and the Failure of States Assessing Sources of Systemic Risk".
- 10. Richard Kohl,** Matthew Lutkenhouse, and Bruce Bolnick, (2006), (Nathan Associates Inc.), "Fragile State Indicators: A Supplement to the Country Analytical Template, report prepared for USAID".
- 11. Carment D.,** Garner K., (1999), "Conflict Prevention and Early Warning: Problems, Pitfalls and Avenues for Success in Canadian Foreign Policy", Principal Investigator, P. 103-118.

Отримано: 5.10.2014 року

Владимир Ильич Присяжный (канд. техн. наук, с.н.с., генеральный директор аэрокосмического агентства “Магеллан”)¹

Юрий Борисович Прибылев (канд. техн. наук, доцент, докторант кафедры)²

Александр Сергеевич Левенко (главный конструктор ракетно-космической техники)¹

Олег Леонидович Паук (консультант отдела внешнеэкономических связей Днепропетровского областного совета)¹

¹Аэрокосмическое агентство “Магеллан”, Киев, Украина

²Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

ПЕРСПЕКТИВЫ ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОБОРОНЫ СОВРЕМЕННОЙ УКРАИНЫ

В статье проанализированы задачи воздушно-космической обороны, рассмотрены тенденции развития средств воздушно-космической обороны в развитых государствах мира. Обоснована необходимость принятия в Украине доктрины воздушно-космической обороны. Разработаны технические предложения по созданию собственных технических средств воздушно-космической обороны. Предложен малобюджетный проект ракетно-космического комплекса с беспилотным орбитальным многоцелевым аппаратом. Проанализированы технические возможности беспилотного орбитального многоцелевого аппарата с точки зрения выполнения им задач воздушно-космической обороны.

Ключевые слова: воздушно-космическая оборона; гиперзвуковой орбитальный аппарат; ракетноситель.

Вступление

Постановка проблемы. События в Украине 2014 года показали важность оценки как внутренних, так и мировых процессов, которые сопровождают глобализацию и являются одной из причин возникновения различных противоречий, в том числе военных конфликтов.

Постоянно возникают тенденции появления новых финансово-экономических центров с претензиями если не на мировое, то на континентальное лидерство. Китай, как мировой экономический центр, развивается настолько стремительными темпами, что даже семейство Ротшильдов перенесло в Китай свою штаб-квартиру, и все идет к тому, что юань заменит доллар как мировую валюту. Возникают радикальные силы типа ИГИЛ (Исламское Государство Ирака и Леванта), по сравнению с которым деяния Свободного Курдистана на территории Среднего Востока кажутся цивилизованными и демократическими. В Российской Федерации возрождаются имперские стремления о превращении России в мировую державу, в результате чего ее внешняя политика становится все более агрессивной. Все это говорит о том, что спрятаться Украине за пограничной полосой не удастся и нужно искать наиболее эффективные средства защиты из тех, которые может позволить ее бюджет.

Анализ последних исследований и публикаций. Анализ оборонных доктрин наиболее развитых в военном отношении государств [1] говорит о повышенном внимании к применению универсальных технических средств в военных целях. Как правило, это высокоточное

оружие наземного и космического базирования. Именно это мало освоенное направление развития средств космического базирования ввиду своей глобальности и мгновенности воздействия, вызывает наибольший интерес у многих государств. В том числе – соседей Украины (Румыния Турция, Российская Федерация, другие страны Европы).

Цель статьи. Учитывая тенденции развития средств воздушно-космической обороны (ВКО) развитых государств мира, целью статьи является обоснование актуальности принятия в Украине доктрины ВКО и предложения по созданию собственных технических средств ВКО.

Изложение основного материала исследования

ВКО базируется, в основном, на противовоздушной обороне и ракетно-космической обороне и включает в себя систему контроля космического пространства. Однако, кроме средств наземного базирования, ВКО необходимы средства космического базирования. Именно они используются на космическом театре военных действий (ТВД). Это, прежде всего, группировки спутников различного назначения. Но наиболее эффективными являются маневрирующие орбитальные возвращаемые аппараты и гиперзвуковые планирующие аппараты. К последним относятся испытания ракетно-планирующих (или аэробаллистических) систем с гиперзвуковыми аппаратами НТВ-2 (Hypersonic Technology Vehicle). Они используют баллистические носители и высокоманевренные управляемые гиперзвуковые планирующие аппараты, в перспективе – боевые блоки [2].

К таким аппаратам предъявляются особые требования, что, вероятно, и сдерживает темпы их создания. Как наиболее совершенный и сложный по конструкции, можно выделить современный аппарат Boeing X-37В (рис. 1). Засекреченный американский космоплан бороздил орбиты, периодически исчезая из поля зрения систем контроля космического пространства: любое изменение направления полета и высоты орбиты автоматически приводило к тому, что он исчезал из поля зрения. X-37В – это многоцелевой космоплан, он может использоваться как для разведки наземных целей, так и для контроля космического пространства, для доставки грузов на орбиту и как противоспутниковое оружие. Он может нанести удар по наземным целям за считанные минуты – и предотвратить современными средствами такую атаку будет практически невозможно.



Рис. 1. Boeing X-37В на базе ВВС после приземления.

Имея огромные ресурсы (бюджет Пентагона равен сумме бюджетов всех военных ведомств государств мира) США могут позволить себе проводить перспективные исследования в области создания ракетно-космического комплекса с беспилотным орбитальным многоцелевым аппаратом. Результатом был Space Shuttle, а теперь его реальный беспилотный преемник Boeing X-37В (его прототипом можно считать X-40, на котором проводились полеты в атмосфере с гиперзвуковыми скоростями). Аппарат военного назначения уже привлек пристальное внимание специалистов во всем мире.

В Российской Федерации оглашено о создании на базе Космических войск отдельного вида вооруженных сил Российской Федерации – Войск воздушно-космической обороны с дислокацией в России, Белоруссии, Казахстане и Таджикистане. Пока российская ВКО, по мнению российских же экспертов, неработоспособна в условиях соперничества с США и даже с КНР (рис. 2) [3].

Интересно отметить, что реально тенденции создания тяжелых межконтинентальных баллистических ядерных ракет сохранены только в России (воссоздается украинская 15А18М УТТХ2 в виде упрощенного варианта: ракеты стратегического назначения “Сармат”).

КНР разрабатывает межконтинентальную баллистическую ракету с дальностью до 16 000 км. Но при этом Китай не коллекционирует сотни межконтинентальных баллистических ракет (МБР) в хранилищах, не допускает перерасход средств и прекрасно понимает, что взрыв даже 10 головных частей таких ядерных ракет может привести к глобальной катастрофе мирового масштаба. В США вообще прекращены подобные разработки из-за их дороговизны и бесперспективности применения в современных условиях (сейчас не стоит задача уничтожить часть земного шара так, что бы он выпал из мирового бизнеса). В США делается ставка на милитаризацию космоса и высокоточное оружие, что не остается незамеченным и в КНР. Эти тенденции могут найти свою реализацию при создании беспилотного оружия космического базирования.



Рис. 2. Схема ВКО Российской Федерации

Традиционно на ВКО возлагаются довольно обширные задачи:

- разведки с обеспечением получения информации от воздушно-космических средств наблюдения, в том числе в он-лайн режиме;

- в перспективе – прямое управление боевыми действиями из командного пункта в режиме он-лайн с использованием наблюдения зоны боевых действий;

- контроль космического пространства и обнаружение военных объектов на орбите с возможностью их нейтрализации при возникновении военной опасности, обнаружение потенциально опасных объектов техногенного и природного происхождения;

- боевое дежурство в космическом пространстве как носителя высокоточного оружия (аналог боевого дежурства МБР шахтного базирования), что возможно в виде систем двойного применения;
- нанесение высокоточного удара по целям в воздушно-космическом пространстве и на поверхности Земли с использованием специально разработанных технических средств ВКО.

Эти задачи могут быть расширены в будущей доктрине ВКО Украины, с возможностью создания новых универсальных беспилотных средств в составе украинской ВКО. В Украине есть опыт

разработки подобной техники - воздушно-космический двухступенчатый беспилотный самолет “Сура”, габариты которого были применены в экспериментальном аппарате США X-37B [4].

Причиной аварийности сложных и быстродействующих технических систем в подавляющем большинстве случаев является человеческий фактор, ограниченные физиологические возможности оператора. Учитывая это, возможно сформулировать требования к этим сложным техническим системам военного назначения:

- универсальность;
- минимальная стоимость;
- беспилотность;
- космическое базирование с возможностью полета в верхних слоях атмосферы.

По тем же причинам (финансовым), по которым проект Space Shuttle был ограничен только орбитальным аппаратом (возвращаемый орбитальный аппарат - Orbiter), развитие проекта “Сура” привело к полностью новому техническому предложению. Авторами запатентован более простой, надежный и недорогой вариант беспилотного летательного аппарата (аналог X-37B) длиной около двух метров (рис. 3) [5,6].

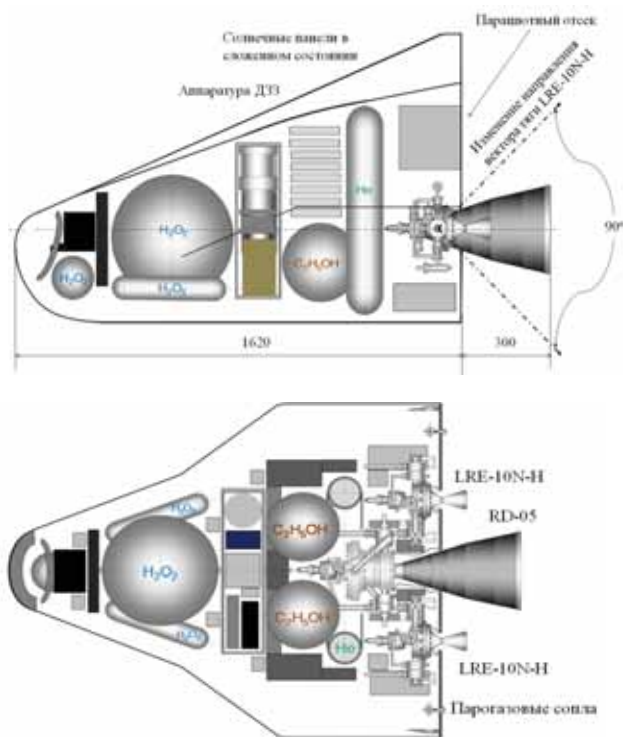


Рис. 3. Украинский орбитальный беспилотный аппарат – USC

Речь идет о беспилотном возвращаемом малобюджетном орбитальном аппарате в размерах обычного спутника дистанционного зондирования (ДЗЗ), который может выполнять самые различные функции. Он может создавать и обслуживать орбитальные группировки наноспутников,

доставлять грузы на орбиту и в любую точку поверхности Земли, может быть использован в качестве спутника ДЗЗ, связи и навигации, для контроля орбитального пространства и выполнения множества других задач. Конечно же, он может выполнять функцию технического средства ВКО.

USC отличается от X-37B значительно меньшими размерами, высокой надежностью, значительно меньшей стоимостью проекта и изготовления аппарата. Надежность, в том числе, обеспечивается применением сдвигаемого на орбите углерод-углеродного аэродинамического корпуса, не связанного с внутренним оборудованием и не способным прогореть при спуске в атмосфере с возможным разрушением внутренних модулей. Удаление от плоскости схода с орбиты до точки приземления на парашюте достигает 15000 км и более (Space Shuttle – 5000 км). Аппарат способен маневрировать и в космосе, и в атмосфере [6]. Сама идея создания USC и ракетноситель (РН) для его запуска была представлена в 2014 году во Франции (Ля-Бурже, 2014 год) и уже хорошо известна в мире.

При общей массе со сбрасываемыми баками 900 кг (масса аппарата на орбите около 500 кг) для вывода USC на орбиту может быть использован практически любой из имеющихся в мире ракетносителей средней грузоподъемности. Но украинский вариант должен иметь возможность стартовать с территории Украины. Для этого авторами разработано Техническое предложение по созданию малобюджетного экологически безопасного варианта ракеты-носителя оригинальной конструкции со спасением первой ступени (первая ступень РН приземляется на парашюте) весом около 31 тонны [7].

Спроектированы экологически чистые жидкостные ракетные двигатели (ЖРД) на высококонцентрированных растворах водорода пероксида и этанола [7]. Такая пара компонентов топлива позволяет получать характеристики кислородно-керосинового двигателя при более низкой температуре в камере сгорания ЖРД, чем обычно, что повышает надежность двигателя. USC может находиться в дежурном – “спящем” состоянии и быть в готовности к немедленному использованию. Компоненты топлива могут замерзать и размораживаться без ущерба для конструкции и без потери их физических свойств.

Аппарат имеет отсек полезного груза, где может размещаться различное оборудование (например – аппаратура ДЗЗ) или грузы, в т.ч. наноспутники, которые могут выводиться на околоземные орбиты, специальная аппаратура системы ВКО и др. В аппарате применен сжатый газ – гелий в качестве источника энергии для подачи компонентов топлива в ЖРД, для использования в соплах ориентации, бортовых механических системах. Турбонасосные агрегаты не применяются.

Система управления использует данные глобальных систем навигации без применения инерциальной бортовой системы, ориентация в пространстве контролируется звездными и солнечными датчиками, бортовой локатор бокового обзора позволяет ориентироваться по карте земной поверхности.

Технология изготовления ограничивается производством ЖРД с металлической камерой сгорания и углерод-углеродным соплом, сферических углерод-углеродных баков для гелия и компонентов топлива, изготавливаемых по применяемой в Украине технологии. Причем для производства USC не нужно специальное ракетное производство. Создание ракетно-космического комплекса с возвращаемым беспилотным аппаратом и ракетой носителем (ориентировочная возможная полная стоимость проекта порядка 70 млн \$) может быть осуществлено негосударственным предприятием в рамках возможностей Укроборонпрома за 3-4 года для создания полноценной ВКО Украины.

Украина имеет научно-техническую основу для этого, имеет собственную систему контроля космического пространства и может управлять украинским орбитальным аппаратом в интересах государства и развития украинского бизнеса в сфере ракетно-космической деятельности.

Кстати, украинский ракетно-космический комплекс не требует строительства космодрома. В мире множество стран проводит ракетные испытания на специально подготовленных для этого площадках и обходятся без космодромов:

свои ракетные испытательные полигоны, позволяющие проводить запуски высотных геофизических и метеорологических ракет и малых космических аппаратов, уже имеют такие страны, как Швеция (Кируна), Норвегия (Анне), Канада (Черчилл), Бразилия (Баррейру-ду-Инферну), Аргентина (Чамипаль), Индонезия (Паменчпек) [3].

Выводы и перспективы дальнейших исследований

В современных условиях нельзя воевать, используя только опыт второй мировой войны. Нельзя создавать новые образцы вооружения и военной техники, используя только технологический задел советской промышленности. Нельзя использовать и бесконечно модернизировать ракетно-космическую технику, созданную столетия тому назад в СССР – это дорого, неэффективно и не принесет пользу Украине.

Современная война в условиях управляемого хаоса, в условиях пересечения глобальных интересов множества корпораций и государств требует высокой скорости и четкости в принятии решений, особенно в сфере ВКО. Создание ВКО Украины должно начинаться с понимания ее неотвратимой необходимости, а технические средства для нее в Украине будут созданы. Для этого может использоваться такой инструмент, как рассмотренный выше малобюджетный проект ракетно-космического комплекса с беспилотным орбитальным многоцелевым аппаратом.

Литература

1. **Левенко А. С.** Технология оборонной военной доктрины / А. С. Левенко – Д. : Проспект, 2008. – 124 с.
2. **Электронный ресурс.** – Режим доступа: <http://www.space.com.ua/gateway/news.nsf>.
3. **Электронный ресурс.** – Режим доступа: <http://www.vko.ru/strategiya>.
4. **Электронный ресурс.** – Режим доступа: <http://www.vko.ru/konceptii/ugrozhayushchaya-perspektiva>.
5. **Кукушкин В. И.,** Воздушно-космический самолет. Время

поиска и свершений / В. И. Кукушкин, А. С. Левенко – Д. : Проспект, 2007, – 108 с. 6. **Левенко А. С.** Малоразмерный ракетный комплекс с возвращаемым орбитальным аппаратом. Техническое предложение / Механика воздушно-космических систем. Монография. – Д. : ООО с ИИ “ТУ”, 2013, – 74 с. 7. **Левенко А. С.** Универсальный ЖРД. Техническое предложение. Механика воздушно-космических систем. Монография. – Д. : Стилуc, 2012, –100 с.

ПЕРСПЕКТИВИ ПОВІТРЯНО-КОСМІЧНОЇ ОБОРОНИ СУЧАСНОЇ УКРАЇНИ

Володимир Ілліч Присяжний (канд. техн. наук, с.н.с., генеральний директор аерокосмічного агентства “Магеллан”)¹

Юрій Борисович Прибілєв (канд. техн. наук, доцент, докторант кафедри)²

Олександр Сергійович Левенко (головний конструктор ракетно-космічної техніки)¹

Олег Леонідович Паук (консультант відділу зовнішньоекономічних зв'язків Дніпропетровської обласної ради)¹

¹ *Аерокосмічне агентство “Магеллан”, Київ, Україна,*

² *Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна*

У статті проаналізовані задачі повітряно-космічної оборони, розглянуто тенденції розвитку засобів повітряно-космічної оборони в розвинутих державах світу. Обґрунтовано необхідність прийняття в Україні доктрини повітряно-космічної оборони. Розроблено технічні пропозиції по створенню власних технічних засобів повітряно-космічної оборони. Запропоновано не обтяжливий для бюджету проект ракетно-космічного комплексу з безпілотним орбітальним багатоцільовим апаратом. Проаналізовано технічні можливості безпілотного орбітального багатоцільового апарату з точки зору виконання ним завдань повітряно-космічної оборони.

Ключові слова: *повітряно-космічна оборона; гіперзвуковий орбітальний апарат; ракетноносії.*

AEROSPACE DEFENSE PROSPECTS OF MODERN UKRAINE

Volodymyr I. Prysiazhnyi (Candidate of Technical Sciences, Senior Research Fellow, Director General of the Aerospace Agency "Magellan")¹

Yurii B. Pribyliev (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Doctoral Candidate of a Department)²

Oleksandr S. Levenko (Chief Designer of Rocket and Space Equipment)¹

Oleh L. Pauk (Consultant of the Foreign Economic Relations Section of the Dnipropetrovsk Regional Council)¹

¹Aerospace Agency "Magellan", Kyiv, Ukraine

²National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine

The article deals with the aerospace defense tasks, the development trends of aerospace defense means in the world developed countries were considered. The embracement necessity of the aerospace defense doctrine in Ukraine was grounded. The technical propositions about creating own aerospace defense technical means were developed. The low-budget project of the space-rocket complex with the multipurpose unmanned orbital vehicle was offered. The technical capabilities of the multipurpose unmanned orbital vehicle in terms of aerospace defense tasks performance by it were analyzed.

Environmentally friendly liquid rocket engines were designed for multipurpose unmanned orbital vehicle. The control system uses data from the global positioning systems without using an inertial board system, includes stellar and solar sensors, airborne side-looking radar to guide it on the map of the earth's surface.

Ukraine has the scientific and technical basis for the production of multipurpose unmanned orbital device, has its own system of space control and can control Ukrainian orbiter in the interests of the state and developing the Ukrainian business in the missile and space activity.

Keywords: aerospace defense; hypersonic orbiter; launcher.

References

- 1. Levenko A. C.** (2008), Technology of defense military doctrine. [*Tehnologiya oboronomoy voennoy doktrinyi*], Prospect, Moscow, 124 p.
- 2. Electronic** resource. Mode of access: <http://www.space.com.ua/gateway/news.nsf>.
- 3. Electronic** resource. Mode of access: <http://www.vko.ru/strategiya>.
- 4. Electronic** resource. Mode of access: <http://www.vko.ru/koncepcii/ugrozhayushchayaperspektiva>.
- 5. Kukushkin V. I., Levenko A. C.** (2007), Aerospace plane. Time of search and accomplishments. [*Vozdushno-kosmicheskii samolet. Vremya poiska i sversheniy*], Prospect, Moscow, 108 p.
- 6. Levenko A. C.** (2013), Small missile system with a return orbiter. Technical Proposition. [*Malorazmernyyi raketnyiy kompleks s vozvraschaemyim orbitalnyim apparatom. Tehnicheskoe predlozhenie*], Mechanics of aerospace systems. Monograph.: AI Ltd. with "TU", D., 74 p.
- 7. Levenko A. C.** (2012), Universal LRE. Technical Proposition. Mechanics of aerospace systems. Monograph. [*Universalnyiy ZhRD. Tehnicheskoe predlozhenie. Mehanika vozdushno-kosmicheskikh sistem. Monografiya*], Stylus, D., 100 p.

Отримано: 10.10.2014 року

Шановні колеги!

Запрошуємо до участі в науковому журналі

“Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони”,

Видавець: Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського
Постановою Президії ВАК України від 14.10.2009 р., № 1-05/4 журнал внесений до Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук в галузях “технічні науки” та “військові науки”
Наклад – 100 примірників, відкрите видання.

На сторінках журналу розглядаються такі питання:

1. Теоретичні основи та інструментальні засоби створення і використання інформаційних технологій у сфері безпеки та оборони.
2. Критерії оцінювання і методи забезпечення якості, надійності, живучості інформаційних технологій і систем.
3. Принципи оптимізації, моделі та методи прийняття рішень при створенні автоматизованих систем різноманітного призначення у сфері безпеки і оборони.
4. Дослідження закономірностей побудови інформаційних комунікацій та розроблення теоретичних засад побудови і впровадження інтелектуальних інформаційних технологій для створення новітніх систем накопичування, переробки, збереження інформації та систем управління у сфері безпеки та оборони.
5. Інтерактивні моделі розвитку науково-освітнього простору у сфері безпеки та оборони.
6. Збереження, розвиток і трансформація культурно-мовної спадщини в інтерактивному дискурсі у контексті інформаційної безпеки держави.
7. Глобалізація, полілогічність та інтерактивність як філософське підґрунтя розвитку інформаційних технологій у сфері безпеки та оборони.
8. Інтелектуальні освітні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. Проблеми сумісності і взаємодії технологій навчання.
9. Сучасні підходи до проектування розподілених інтелектуальних систем для освіти і науки.
10. Військово-теоретичні проблеми.

Схема оформлення статей

УДК (Arial, кегль – 11 пт.)

Анатолій Анатолійович Іванов (д-р техн. наук, професор, професор кафедри)¹

Іван Іванович Петров (канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри)²

¹Університет..., Київ, Україна

²Інститут..., Київ, Україна

← (кегль – 11 пт.)

← 1 пустий рядок – 10 пт.

← (кегль – 11 та 8 пт.)

← 1 пустий рядок – 6 пт.

← 1 пустий рядок – 10 пт.

НАЗВА СТАТТІ (Arial, кегль – 14 пт.; накреслення – “напівжирне”, по правому краю)

← 1 пустий рядок – 10 пт.

Текст анотації мовою тексту статті (в даному випадку – українською). Зміст анотації має стисло і достатньо інформативно підсумовувати основні ідеї та отримані результати дослідження. Розмір анотації повинен становити 100–250 слів. Зверніть увагу на те, що дані про авторів, назва, ключові слова та анотація будуть використані як метадані для опису Вашої статті, тому вони повинні максимально чітко описувати її зміст. Для більш якісного пошуку даного контенту в мережі, будь ласка, уникайте занадто узагальнених та складних формулювань, використовуйте тільки загальновідомі аббревіатури.

Ключові слова: поняття1, поняття2, поняття3. (кегль – 10 пт.)

Вимоги до набору

Формат аркуша: А4 (21 × 29,7 см).

Параметри сторінки (відступи від краю): зліва – 3 см.; справа – 2 см.; зверху – 2 см.; знизу – 2 см.

Шрифт статті – Times New Roman; накреслення – пряме; кегль – 10 пт.; міжрядковий інтервал – одинарний.

Текст статті розташовується у два стовпчики однакової ширини – 7,75 см.; відстань між стовпчиками – 0,5 см.; відступ першого рядка абзацу – 0,5 см.; вирівнювання – за шириною.

Підзаголовок – кегль – 12 пт.; накреслення – напівжирне; відступів немає; вирівнювання – центроване.

Не використовуйте для форматування тексту пропуски, табуляцію тощо. Не встановлюйте ручне перенесення слів, не використовуйте колонититли. Між значенням величини та одиницею її вимірювання ставте нерозривний пропуск (Ctrl + Shift + пропуск).

УВАГА! Остання сторінка статті заповнюється не менш, ніж на 3/4.

Набір формул: редактор формул MS Equation.

Забороняється використовувати для набору формул графічні об'єкти, кадри й таблиці.

В меню “Размер → **Определить**” ввести такі розміри: Обычный – 10 пт.; Крупный индекс – 8 пт.; Мелкий индекс – 7 пт.; Крупный символ – 15 пт.; Мелкий символ – 9 пт.

Стиль формул – “прямий”, тобто в меню “Стиль → **Определить**” поля “Формат символов” – пусті.

Табличний заголовок (10 пт.) – **обов’язковий**.

Рисунки **обов’язково** супроводжуються центрованими підписаними підписами (кегль – 10).

Не допускаються кольорові та фонові рисунки.

Допускається розташування великих рисунків, формул та таблиць в одну колонку (до 16 см.).

Список літератури виділяється підзаголовком “Література” та оформлюється згідно з міждержавним стандартом ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 “(кегль – 9 пт.).

Структура рукопису

Відповідно до постанови ВАК України від 15.01.2003 № 7-05/1 текст статті повинен мати таку структуру: **постановка проблеми** у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями; **аналіз останніх досліджень і публікацій**, на які спирається автор; **формулювання мети статті** (постановка завдання); **виклад основного матеріалу** дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів; **висновки** з даного дослідження і перспективи подальших досліджень у даному напрямку.

Текст статті розбивається на відповідні розділи з підзаголовками, які виділені напівжирним шрифтом.

Робочі мови – українська, російська, англійська.

На останньому аркуші статті після списку літератури наводяться: назва статті, прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь та вчене звання автора (співавторів), посада, назва організації, у якій працює автор (співавтори), анотація та ключові слова українською, російською та англійською мовами (крім основної мови статті) за нижченаведеним зразком (10 кегль (8 для наукового ступеня, звання, посади), міжрядковий інтервал – 1,0, вирівнювання – по центру). Обсяг анотації – 100-250 слів, англійською – 150-250 слів.

НАЗВАННЯ СТАТТІ

Анатолій Анатолієвич Іванов (д-р техн. наук, професор, професор кафедри)¹
Іван Іванович Петров (канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри)²

¹Університет..., Київ, Україна

²Інститут..., Київ, Україна

Перевод текста аннотации и ключевых слов

ARTICLE TITLE

Anatolii A. Ivanov (Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of a Department)¹
Ivan I. Petrov (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of a Department)²

¹University..., Kyiv, Ukraine

²Institute..., Kyiv, Ukraine

Translation of the abstract and keywords

Після цього наводиться список літератури англійською мовою за зразком (9 кегль):

References

1. Pukhov G. E. (1990), Differential spectrums and models. [Dyferentsiini spektry ta modeli], Kyiv, Naukova Dumka, 184 p. **2. Mikheenko L. A.,** Nechiporuk S. A. (2011), Energy model of digital camcorder. [Enerhetychna model tsyfrovoy videokamery], Vymiriuvalna ta obchysliuvalna tekhnika v tekhnolohichnykh protsesakh, No. 1, pp. 150–157. **3. Voskresenskaya E. V.** (2003), Legal regulation of valuation activities: dissertation. [Pravovoe regulirovanie otsenochnoi deyatel'nosti: dis. kand. yurid. nauk], St. Petersburg, 187 p. **4. Bezrodnaya V. F.** (2004), Features of

civil society development in the process of politicalmodernization of Ukraine: Author's thesis. [Osobennosti formirovaniya grazhdanskogo obshchestva v protsesse politicheskoi modernizatsii Ukrainy: avtoref. dis. kand. polit. nauk], Odessa, 16 p. **5. Serdyuk T. V.,** Self-regulation in Ukraine: advantages and disadvantages in the current economic conditions. [Samoregulirovanie v Ukraine: preimushchestva i nedostatki v sovremennykh ekonomicheskikh usloviyakh], available at: <http://economy.kpi.ua/ru/node/343>.

A.A. Ivanov: iv@u.ua *I.I. Petrov:* petr@u.ua

Корисні посилання для здійснення транслітерації:

<http://translit.kh.ua/?passport> – автоматична транслітерація з української

<http://translate.meta.ua/ua/translit/> – автоматична транслітерація з російської

Після цього наводяться відомості про рецензента та контактна інформація авторів.

Рецензент: д-р техн. наук, професор О. Ю. Пермяков, начальник інституту, Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ.

Автор: *Анатолій Анатолієвич Іванов*
Роб. тел. – 333-33-33, дом. тел. – 777-77-77, E-mail – kim@ic.ua.

Подання матеріалів

Обсяг рукопису – від 3 до 10 аркушів українською, російською або англійською мовами.

Для публікації необхідно представити статтю у електронній формі з роздрукованим екземпляр, підписаним всіма авторами статті.

Рукопис супроводжується **експертним висновком, рецензією доктора наук (професора), витягом з протоколу засідання кафедри (відділу).**

Подані матеріали автору не повертаються.

Матеріали просимо подавати до інституту інформаційних технологій Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського за адресою: 03049, м. Київ, Повітрофлотський пр., 28, тел.: (044) 271-09-44, Тищенко Максиму Георгійовичу, каб. 2/305, тел.: +38-066-713-20-22, e-mail: sitnuou@ukr.net.

З питань оплати звертатись до редакції.

Редколегія залишає за собою право відмови у публікації статей, що не відповідають проблематиці журналу й умовам оформлення матеріалів.

Комп'ютерна верстка: *М.Г. Тищенко, М.О. Масесов, Є.О. Судніков*

Оформлення обкладинки: *Д.В. Єфімов*

Засновник і видавець Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського.

Св-во КВ № 20490-10290ПР. Адреса редакції: 03049, м. Київ, Повітрофлотський пр-т, 28. Тел. (044) 271-09-44.

Підписано до друку 12.12.2014. Формат 60×84 1/8. Ум. друк. а. 13,5. Тираж 100 прим. Безкоштовно.

Надруковано у друкарні Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського.