

**МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ
ВІЙСЬКОВИЙ ІНСТИТУТ
КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
ВІЙСЬКОВОГО ІНСТИТУТУ
КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Випуск № 2

КИЇВ – 2006

Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – Вип. № 2. - Київ: ВІКНУ, 2006.- 216 с.

У збірнику опубліковано статті вчених, науково-педагогічних працівників, ад'юнктів і здобувачів інституту, в яких розглядаються актуальні проблеми військово-технічного та військово-гуманітарного розвитку збройних сил України.

Редакційна колегія:

Ленков С.В.,	доктор технічних наук, професор (голова редакційної колегії);
Бортник С.Ю.,	доктор географічних наук, професор (заступник голови редакційної колегії);

Герасимов Б.М.,	доктор технічних наук, професор;
Жердєв М.К.,	доктор технічних наук, професор;
Креденцер Б.П.,	доктор технічних наук, професор;
Лісова С.В.,	доктор педагогічних наук, професор;
Лихогруд М.Г.,	доктор технічних наук, професор;
Маслов В.С.,	доктор педагогічних наук, професор;
Марушкевич А.А.,	доктор педагогічних наук, доцент;
Матвієнко О.В.,	доктор педагогічних наук, доцент;
Науменко М.І.,	доктор технічних наук, професор;
Нещадим М.І.,	доктор педагогічних наук, професор;
Ободовський О.Г.,	доктор географічних наук, професор;
Пономоренко Л.А.,	доктор технічних наук, професор;
Плахотнік О.В.,	доктор педагогічних наук, професор;
Сніжко С.І.,	доктор географічних наук, професор;
Шевченко В.О.,	доктор географічних наук, професор;
Шищенко П.Г.,	доктор географічних наук, професор;
Ягупов В.В.,	доктор педагогічних наук, професор;
Балабін В.В.,	кандидат філологічних наук, доцент;
Браун В.О.,	кандидат технічних наук;
Сторубльов О.І.,	кандидат технічних наук, доцент.

Відповідальні секретарі:

Вишнівський В.В. кандидат технічних наук, доцент, (секція: техніка);
Міхно О.Г. кандидат технічних наук, доцент, (секція: географія);
Безносюк О.О. кандидат педагогічних наук, доцент, (секція: педагогіка).

Зареєстровано міністерством юстиції України, свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації:

Затверджено на засіданні вченої ради ВІКНУ від 05.01.2006 р., протокол № 7

Технічна редакція:

Мельник А.В.

Репецький А.А.

Бесєдіна Л.Н.

Адреса редакції: м. Київ, вул. Глушкова 2 корп. 8, тел. +38 (044) 521 – 33 – 82
Тираж 300 прим.

ЗМІСТ

Барабаш Ю.Л., Братченко Г.Д., Гончарук А.А. Методика та результати математичного моделювання радіолокаційного розпізнавання нарізних гармат в РЛС розвідки вогневих позицій	5
Бахвалов В.Б. Аналіз поля випромінювання дзеркальної антени на надширокопasmовому сигналі	11
Бовда Е.М., Субач І.Ю., Дзюба Р.Р. Модель мультиагентної метапошукової системи .	17
Браун О.В., Цицарєв В.М., Кулініч О.М., Пампуха І.В. База даних імітаційної статистичної моделі прогнозування безвідмовності складного відновлювального об'єкта радіоелектронної техніки	24
Герасимов Б.М., Казанцев О.Ю., Репецкий А.А. Структура та функції інтелектуального тренажеру для підготовки операторів РЕТ	31
Головань В.Г., Присяжнюк О.М. Методика визначення гідродинамічних сил та інерційних характеристик (ПМ) при вертикальних коливаннях	38
Гостєв В.І., Кунах Н.І., Гостєв В.В., Бережний О.М. Порівняльна оцінка якості фаззі-систем автоматичного регулювання потужності передавача в радіоканалі зв'язку при дії мультиплікативних та адитивних збуджуючих діянь	48
Долгушин В.П., Горшколепов О.В., Мірошніченко О.В. Метод підвищення ефективності (пропускної спроможності) систем пеленгації джерел АШП на основі просторово-кореляційного алгоритму обробки сигналів	56
Жердев М.К., Вишнівський В.В., Сергієнко М.І., Жиров Г.Б. Пристрій контролю технічного стану цифрових ТЕЗ з використанням енергостатичного методу діагностування	63
Замаруєва І.В., Балабін В.В. Побудова систем машинного перекладу на основі знання-орієнтованого підходу	68
Зінченко А.А., Слюсар В.І. Підвищення пропускної здатності радіорелейного каналу зв'язку за рахунок використання методу N-OFDM з ортогонально поляризованими сигналами	74
Креденцер Б.П., Волох О.П., Кривцун В.І. Оптимізація періодичності контролю технічного стану пристроїв військового призначення за відсутністю самостійного прояву відмов	77
Лєнков С.В., Головань А.В., Лісовенко Д.В., Шваб В.К. Автоматизована система управління роботою багатофункціонального прожектора	82
Лєнков С.В., Гаркавенко М.І., Видолоб В.В. Порівняльний аналіз методів контролю оптичних властивостей напівпровідників, які використовуються в елементах оптоелектроніки інфрачервоного діапазону	88
Марков В.І. Встроенная система контроля и диагностики ФАР	94
Машков О.А., Кононов О.А., Пастушенко В.П., Довжук Д.В. Можливості забезпечення надійності ергатичних систем керування перспективними бойовими авіаційними комплексами в рамках існуючих технологій.....	101
Наконечний О.Г., Сторубльов О.І., Бабій О.С. Програмний комплекс обробки послідовностей зашумлених спостережень	104
Рось А.О., Молдавчук І.В. Підхід до автоматизації планування інформаційної боротьби	110
Ройзман В.П., Ткачук В.П. Автоматичне балансування коліс автомобіля	117
Сбітнєв А.І., Гришак О.М. Оцінка надійності спеціального програмного забезпечення .	121
Слюсар В.И., Дубик А.Н. Способ передачи многоимпульсных сигналов в системе тімо с наложением их во времени и последующее декодирование на приеме	126
Сніцаренко П.М. Формалізація задачі створення технології обґрунтування вимог до систем дистанційного моніторингу навколишнього простору для виявлення і супроводження рухомих об'єктів	131

Солонніков В.Г., Вишнівський В.В., Пархомей І.Р., Рукосуєв В.В. Аналітична формалізація явища резонансу кристалічної структури діелектричної речовини в процесі НВЧ- опромінювання	138
Шворов С.А., Чепуренко В.В., Андрійченко С.М. Модель інтенсивної підготовки фахівців автоматизованих комплексів контролю повітряного простору	142
Шинкарук О.М. Визначення поточного рівня технічного стану радіотехнічних систем військового призначення із використанням їх правильного функціонування	147
Шохін Б.П., Шенгур В.А., Андросенко М.О. Метод обробки первинної радіолокаційної інформації з використанням вейвлет-перетворення	150

Педагогіка

Балашова С.П. Педагогічна технологія формування дослідницьких умінь у курсантів-психологів	157
Купалова Г.І. Реформування вищої економічної освіти в контексті болонського процесу та забезпечення національних інтересів і соціальних пріоритетів	161
Кубіцький С.О., Вознюк О.В. ДО Проблеми формування ціннісних орієнтацій сучасних воїнів	168
Плахотнік О.В. Інновації в освіті та механізм їх розвитку	172
Свистун В.І. Зарубіжний досвід управлінської підготовки майбутніх фахівців	178
Ягунов В.В., Кортенко В.А. Актуальні проблеми підготовки військових фахівців у контексті європейської інтеграції системи вищої освіти	184

Географія

Грушевський О.М. Атмосферне вологоперенесення у міжфронтальному просторі	194
Зайцев О.В. Проблеми вибору джерел космічної інформації в інтересах національної безпеки і оборони	199
Кравчук О.В. Методика створення карти спільних дій (Joint Operations Graphics) з картографічних продуктів вітчизняного виробництва	204
Міхно О.Г. Концептуальна модель географічної інформаційної системи військового призначення	207
Мельник А.В. Можливості використання космічних знімків при оновленні топографічних карт різних масштабів	211

МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ НАРІЗНИХ ГАРМАТ В РЛС РОЗВІДКИ ВОГНЕВИХ ПОЗИЦІЙ

Представлена методика математичного моделювання радіолокаційного розпізнавання нарізних гармат за модуляційними ознаками при вузькосмуговому зондуванні. Більш докладно описані математичні моделі обертального руху артилерійського снаряду з урахуванням впливу моменту гасіння та виділення модуляційних ознак радіолокаційного розпізнавання в РЛС розвідки вогневих позицій.

Представлена методика математического моделирования радиолокационного распознавания нарезных орудий по модуляционным признакам при узкополосном зондировании. Более подробно описаны математические модели вращательного движения артиллерийского снаряда с учетом влияния тушащего момента и выделения модуляционных признаков радиолокационного распознавания в РЛС разведки огневых позиций.

Results of the building mathematics model for investigation processes of recognition classes (types) of artillery guns are presented. The mathematics models of moving artillery shell and extraction of modulation features for recognition in fire-control radar are described.

Застосування інформації радіолокаційного розпізнавання в РЛС розвідки вогневих позицій (РВП) з метою підвищення точності або скорочення часу визначення координат вогневих позицій гармат, як показано у [1], є актуальним завданням. Однією з поширених ознак для розпізнавання класу (типу) цілі є сигнальна модуляційна ознака, яку можна виділити у спектрі відбитого сигналу. Можливості виділення та застосування таких ознак широко досліджуються, як за результатами натурних експериментів, так і шляхом математичного моделювання [2-7]. Перевага математичного моделювання в тому, що математичний експеримент вимагає значно менших фінансових витрат у порівнянні з проведенням натурального експерименту або фізичного моделювання і дозволяє легко відтворювати аналогічні умови експерименту.

Отримані у [1, 8] результати математичного моделювання виділення модуляційної ознаки в РЛС РВП ґрунтуються на застосуванні математичної моделі обертального руху артилерійського снаряду, стабілізованого в польоті власним обертанням. Але ця модель не в повній мірі враховує сукупність факторів, які призводять до змін частот нутаційно-прецесійного руху снаряду на траєкторії. Це, у свою чергу, може призвести до суттєвої зміни вигляду спектрів відбитих сигналів в РЛС РВП.

У зв'язку із цим, у статті представлено методику математичного моделювання радіолокаційного розпізнавання нарізних гармат за модуляційними ознаками при вузькосмуговому зондуванні з більш повним урахуванням факторів, які впливають на характер обертального руху снаряду, а також отримані для цього випадку спектри відбитих сигналів в РЛС РВП.

Наукове завдання статті полягає в обґрунтуванні можливості виділення модуляційних сигнальних ознак розпізнавання в РЛС РВП на удосконаленій математичній моделі для дослідження можливості сигнального розпізнавання класу (типу) гармати, що стріляє.

Метою статті є описання математичної моделі обертального руху снаряду, який стабілізується в польоті власним обертанням, з більш повним урахуванням факторів, які впливають на нього, а також отриманих для цього випадку спектрів відбитих сигналів в РЛС РВП при вузькосмуговому зондуванні.

Структурна схема загальної математичної моделі виділення модуляційних сигнальних ознак розпізнавання складається із блоків: руху цілі, вторинного випромінювання, лінійної частини приймача, шумів та зовнішніх завад, виділення ознак розпізнавання, алгоритмів розпізнавання, вимірювання координат вогневих позицій (ВП), оцінювання результатів моделювання. Призначення блоків схеми описано в [1]. Блок моделювання руху об'єкта суттєво впливає на адекватність динамічних характеристик вторинного випромінювання цілі і, таким чином, адекватність його математичної моделі багато в чому визначає достовірність висновку про можливість виділення модуляційних ознак розпізнавання й остаточних оцінок якості розпізнавання цілей.

Модель руху снаряду складається з математичних моделей поступального руху центра мас снаряду (ЦМС) та обертального руху відносно ЦМС. Систему диференціальних рівнянь поступального руху снаряду, яка використовувалася при моделюванні, наведено у [9]. На відміну від [9] уточнено модель обертального руху БО відносно ЦМС шляхом більш повного урахування факторів, що впливають на характер зміни кутів прецесії і нутації снаряду, а саме, моменту гасіння, зміни щільності повітря з висотою, зміни температури повітря з висотою, затухання величини проекції миттєвої кутової швидкості на вісь снаряду r із застосуванням емпіричної залежності, запропонованої Сльозкіним [10]

$$f(t) = \frac{r}{r_0} = e^{-0.0589 \frac{d}{q} \int_0^t V^{4/5} dt}, \quad (1)$$

де $r_0 = \frac{2\pi V_0}{\eta_0 d}$ – початкове значення складової кутової швидкості руху снаряду

довкола вісі симетрії, V_0 – початкова швидкість снаряду, η_0 – довжина ходу нарізів;

d – калібр снаряду;

l – довжина снаряду;

q – маса снаряду;

V – поточна швидкість польоту снаряду;

t – час польоту.

Для математичного описання просторової орієнтації снаряду відносно вектору швидкості використане рішення системи диференціальних рівнянь зовнішньої балістики, що описує обертальний рух снаряду, стабілізованого у польоті власним обертанням, кутами прецесії та нутації [10, 11]. Кут прецесії ν – це двогранний кут між площиною стрільби і площиною опору повітря, яке обертається довкола вектора швидкості, а кут нутації δ – це кут у площині опору між віссю снаряду і вектором швидкості снаряду. Із додатковим урахуванням співвідношення (1) вказане рішення має вигляд:

$$\left\{ \begin{aligned} \delta &= \frac{\dot{\delta}_0}{\alpha \sigma_0^{0.25} \sigma^{0.25}} e^{-\int_0^t \frac{\varepsilon}{2\sqrt{\sigma}} dt} \sqrt{\sin^2 \left(\alpha \int_0^t f(t) \sqrt{\sigma} dt \right) + sh^2 \left(\int_0^t \frac{\varepsilon}{2\sqrt{\sigma}} dt \right)}, \\ \nu &= \nu_0 + \alpha \int_0^t f(t) dt + arctg \left[\frac{th \left(\int_0^t \frac{\varepsilon}{2\sqrt{\sigma}} dt \right)}{tg \left(\alpha \int_0^t f(t) \sqrt{\sigma} dt \right)} \right], \end{aligned} \right. \quad (2)$$

де $\dot{\delta}_0$ – початкова кутова швидкість вісі снаряда, що залежить від вібрації ствола, удару порохових газів у момент вильоту снаряда та інших випадкових факторів [1];

$$\alpha = \frac{Cr_0}{2A} - \text{початкова частота прецесії снаряду, } A - \text{екваторіальний момент інерції}$$

снаряду, C – осьовий момент інерції снаряду;

$$\sigma_0 = 1 - \frac{4 \cdot \frac{h}{d} \cdot \frac{A}{C} \cdot \eta_0^2}{\pi^2 \cdot \mu \cdot c_q} \cdot K_{M0}, \quad h - \text{відстань від центру опору до центру мас снаряду}$$

[11],

μ – коефіцієнт, що характеризує розподіл маси снаряду відносно його вісі, c_q – коефіцієнт ваги снаряду, K_M – функція зміни сили опору повітря руху снаряду в залежності від швидкості снаряду;

$$\sigma = 1 - (1 - \sigma_0) \frac{H_\tau(y) \cdot V^2 K_{M0}}{V_0^2 K_{M0} f^2(t)}, \quad H_\tau(y) - \text{закон зміни щільності повітря з висотою};$$

$$\varepsilon = \frac{dl^3}{gA} 10^3 H_\tau(y) V K_D, \quad g - \text{прискорення вільного падіння, } K_D - \text{функція зміни сили}$$

опору повітря обертальному руху снаряду довкола вектора швидкості в залежності від величини швидкості снаряду;

V_0 – двогранний кут відхилення площини опору повітря від площини стрільби в початковий момент часу (початковий кут прецесії).

Представлена модель якісно відображає характер обертального руху снаряду та більш точно відповідає відомим розрахункам та результатам натурного експерименту [10, 11]. Застосування математичної моделі руху снаряду із наведеними виразами для кутів ν і δ дозволило отримати наступні результати, які наведені на рис. 1.

Порівняння рисунків а, б і в для 122-мм та г, д і е для 152-мм снарядів свідчить, як це і очікувалося з [10, 11], що крива, яку описує точка на головному підривнику снаряду (на осі снаряду) на картинну площину має вигляд епіциклоїди. А саме, з часом амплітуда швидкого руху (нутації) поступово зменшується, а частота зростає. У подальшому епіциклоїда переходить у скорочену. Далі нутаційні коливання практично загасають. Частота повільного руху (прецесії) та його амплітуда у часі повільно зменшуються. Однак на представлених рисунках переходу у скорочену не спостерігається, оскільки функція зміни сили опору повітря обертальному руху K_D була обрана постійною величиною та очевидно має дещо менше значення ніж реальне. Оцінка цієї функції, що наближалася б до реальної, потребує більш точних експериментальних даних, по яким буде визначатись тривалість затухання нутаційних коливань.

Далі, у блоці вторинного випромінювання для випадку вузькосмугового зондування розраховується динамічна поляризаційна матриця розсіювання (ПМР) артилерійського снаряду в залежності від його поточної орієнтації відносно РЛС за співвідношенням

$$S'(t) = U^T [\varphi(t)] S[\psi(t)] U [\varphi(t)],$$

де $\varphi(t)$, $\psi(t)$ – кути орієнтації є змінними в залежності від часу спостереження,

$S[\psi]$ – діагональна ПМР, оскільки досліджується вісесиметричний об'єкт.

U – унітарна матриця повороту, яка розвертає вектор поляризації у картинній площині, нормальній до лінії візування;

$\psi = \psi_k + \delta_1$, $\delta_1 = \delta \cdot \sin \nu$, δ – кут нутації, ν – кут прецесії, ψ_k – кут між горизонтальними складовими векторів швидкості об'єкта і напрямку візування;

$\varphi = \theta + \delta_2$, θ – кут нахилу вектору швидкості центру мас об'єкта, $\delta_2 = \delta \cdot \cos \nu$.

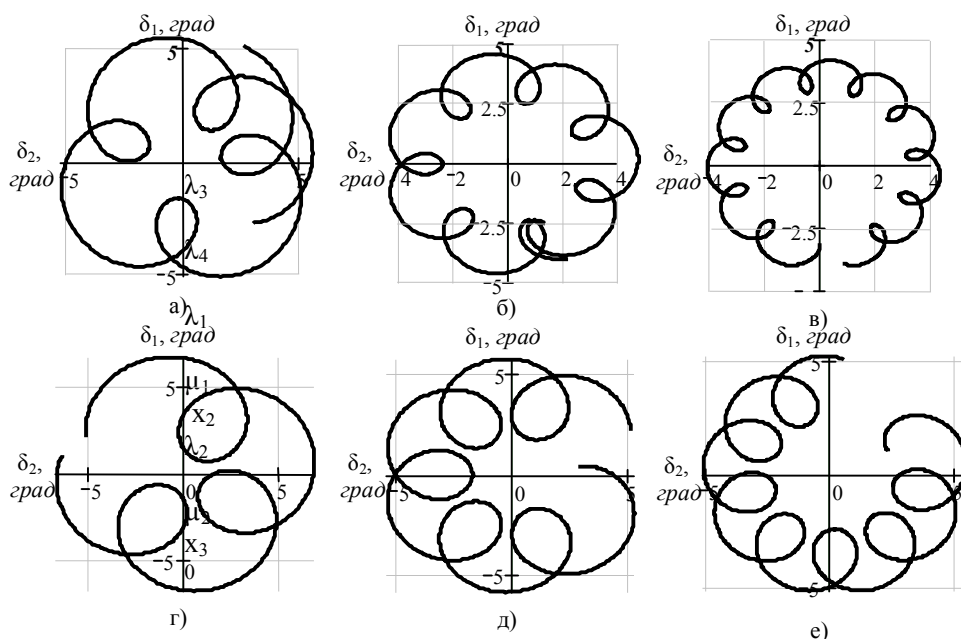


Рис.1. Характер руху окремої точки на підривному 122-мм (а, б, в) та 152-мм (г, д, е) снарядів в картинній площині при початковій швидкості 690 м/с та 655 м/с відповідно: а, г) 2...2,25 с; б, д) 5...5,37 с; в, е) 8...8,5 с.

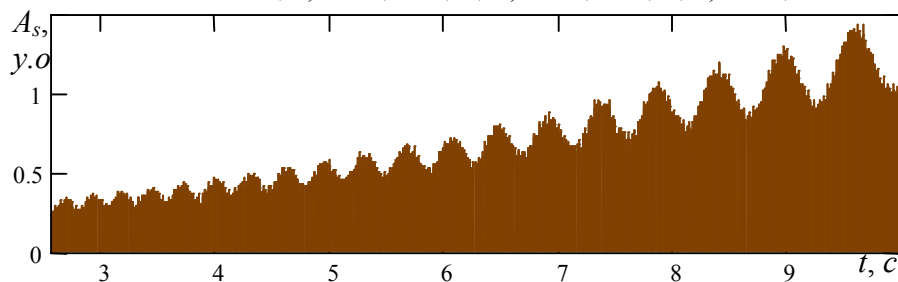


Рис. 2. Приклад реалізації відбитого сигналу від 122-мм снаряда на виході амплітудного детектора РЛС

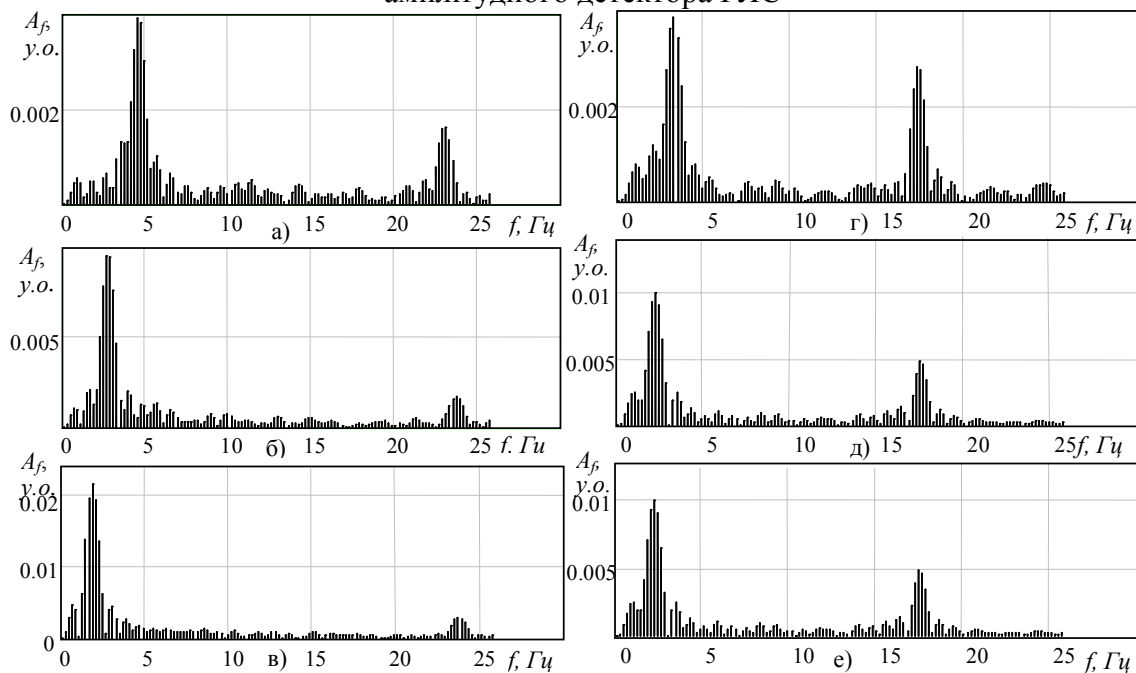


Рис.3. Спектри відбитого сигналу на виході амплітудного детектора для артилерійського снаряду калібру 122-мм (а, б, в) та 152-мм (г, д, е) на ділянці спостереження 1,24 с у різні початкові моменти спостереження: а, г) 2 с; б, д) 5 с; в, е) 8 с.

До відповідних, в залежності від поляризації, передавальної та приймальної антен (звичайно ці поляризації є узгодженими), членів ПМР додається відлік випадкового нормального шуму. Після цього імітується когерентне накопичення пачок відбитих сигналів та наступне детектування квадратичним детектором [1].

Зондувальний сигнал моделювався послідовністю імпульсів з частотою повторення 3200 Гц, довжина хвилі РЛС складала близько 5 см. На рис.2 представлена реалізація відбитого сигналу. Відношення сигнал-шум на виході приймача задавалося для початкової ділянки польоту тривалістю близько 5 с. З наближенням об'єкта спостереження до РЛС воно зростало пропорційно квадрату відстані до неї. Термін спостереження об'єкта задавався тривалістю 1,24 с (цей час відповідає когерентному накопиченню пачки з 32 радіоімпульсів і подальшому спектральному аналізу по 128 відлікам сигналу після амплітудного детектування).

Вигляд спектрів відбитого від снаряду сигналу на виході амплітудного детектора за результатами 512 (кількість ненульових відліків сигналу складає 128) точкового швидкого перетворення Фур'є представлено на рис. 3. Відношення сигнал/шум на виході приймача із урахуванням когерентного накопичення складало близько 34 дБ на початковій ділянці руху цілей тривалістю близько двох секунд. Дискретність відліків за частотою складає 0,202 Гц при роздільній здатності 0,806. Постійна складова та складова амплітуди сигналу, викликані наближенням об'єкту до РЛС, усувалися шляхом віднімання лінійного тренду, який оцінювався за методом найменших квадратів по реалізації сигналу на ділянці спостереження.

Аналіз представлених амплітудно-частотних спектрів вказує на наявність у спектрі двох потужних складових на частотах прецесії та нутації. Значення частоти нутації поступово зростає при одночасному зменшенні амплітуди цієї складової, складова з частотою прецесії, при цьому, навпаки, зменшується і зростає за амплітудою. Значення ж напівсуми частот цих складових для заданих умов моделювання зменшується за час спостереження 15 с в залежності від калібру снаряду приблизно на 12-15 % відносно частоти прецесії $\alpha = \frac{C \cdot V_0}{2A\eta d}$.

Висновки. Таким чином, обґрунтована можливість виділення модуляційних сигнальних ознак розпізнавання в РЛС РВП на удосконаленій математичній моделі для дослідження можливості сигнального розпізнавання класу (типу) гармати, що стріляє, з більш повним врахуванням факторів, які впливають на характер обертового руху снаряду, стабілізованого в польоті власним обертанням.

Представлені результати математичного моделювання руху та виділення модуляційних сигнальних ознак розпізнавання у вигляді амплітудно-частотних спектрів із характерними складовими, що пов'язані з характером обертового руху снаряду. Однак, отримані спектри, як і характер руху снарядів, лише якісно відображають картину руху і потребують подальшого уточнення за даними натурного експерименту.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Барабаш Ю.Л., Братченко Г.Д., Гончарук А.А. Математична модель та результати моделювання сигнального розпізнавання й визначення координат гармат в РЛС розвідки вогневих позицій // Вісник Київського Національного університету імені Тараса Шевченка. - Київ.: Київський університет. - 2005. - випуск 10. ISSN 1728-2217
2. Экспериментальные исследования информационных свойств когерентных радиолокационных сигналов / Черных М.М., Васильев О.В., Богданов А.В., Савельев А.Н., Макаев В.Е. -Радиотехника, 2000. - №3. - С. 47-54.
3. Небабин В.Г., Сергеев В.В. Методы и техника радиолокационного распознавания. - М.: Радио и связь, 1984. - 152 с.
4. Computer Simulation of Aerial Target Radar Scattering, Recognition, Detection, and Tracking./Shirman Y.D., Gorshkov S.A., Leshchenko S.P., Orlenko V.M., Sedyshev S.Y., Sukharevskiy O.I./ Shirman Y.D editor. - Boston - London: Artech house, 2002. - 294 с.

5. *Слюсарь Н. М.* Отражение электромагнитных волн моделью лопасти с геометрической скруткой // Радиотехника и электроника. - Минск, 1990. - Вып. 19. - С.131.-136.
6. *Аганин А.Г., Васильев О.В., Макаев В.Е.* Распознавание воздушной цели класса „самолет с винтовым двигателем” // Радиотехника. - 2001. - №8. - С. 69-73.
7. *Макаев В.Е., Васильев О.В.* Метод радиолокационного распознавания воздушной цели по турбинному эффекту // Радиотехника. - 2000. - №11.
8. *Братченко Г.Д., Гончарук А.А.* Оцінка можливості виділення ознак розпізнавання цілей в радіолокаційних станціях розвідки вогневих позицій // Збірник наукових праць №7. - Одеса: ОІСВ.- 2002. - С.22-27.
9. *Братченко Г.Д., Гончарук А.А.* Математическое моделирование движения цели в РЛС разведки огневых позиций // Збірник наукових праць.- Хмельницький: НАПВУ - №18. Ч. II. - 2001. - С.70-77.
10. Внешняя баллистика. Часть 2. / *А.Д. Чернозубов, В.Д. Кириченко, И.И. Разин, К.В. Михайлов* – М.: Артакадемия. 1954. - 463 с.
11. *Вентцель Д.А., Шапиро Я.М.* Внешняя баллистика. Ч. II. – М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1939. - 251 с.

Рецензент: д.т.н., проф. **Шохін Б.П.**

АНАЛІЗ ПОЛЯ ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЗЕРКАЛЬНОЇ АНТЕНИ З НАДШИРОКОСМУГОВИМ СИГНАЛОМ

Пропонуються методи аналізу й розрахунку поля випромінювання надширокосмугових відеоімпульсних сигналів без несучої частоти дзеркальною антенною. Методи засновані на використанні нової моделі таких сигналів та їх частотних і часових образів.

Предлагаются методы анализа и расчета поля излучения сверхширокополосных видеоимпульсных сигналов без несущей частоты зеркальной антенной. Методы основаны на использовании новой модели таких сигналов и их частотных и временных образов.

Proposed are methods of analysis and calculation of a radiation field of superwide band video pulse signals without a bearing frequency by a mirror-type antenna. The methods are based on the use of a new model of such signals as well as their frequency and time images.

Постановка задачі й аналіз відомих публікацій. Для практичного використання надширокосмугових відеоімпульсних сигналів наносекундної тривалості без несучої частоти в різних радіотехнічних системах (наприклад, наземних маловисотних РЛС) необхідно, насамперед, досліджувати особливості й можливості випромінювання таких сигналів дзеркальною антенною.

Методи аналізу поля випромінювання дзеркальних антен на синусоїдальному сигналі добре досліджені, описані у відомій літературі [1 - 3], широко використовуються на практиці й у цей час не представляють наукового інтересу.

Значно складніше розв'язується задача щодо випромінювання надширокосмугових відеоімпульсних сигналів наносекундної тривалості без несучої частоти. Маловисотні РЛС із такими сигналами поки не розроблені, а відомості про конструкцію й особливості побудови антен для маловисотних РЛС із відеоімпульсними сигналами в доступній літературі недостатні й обмежені. Теоретичних основ для розробки таких антен поки немає, що значно ускладнює можливе використання відеоімпульсних сигналів у маловисотній радіолокації. У літературі [4] є інформація про поля випромінювання відеоімпульсних сигналів простими випромінювачами й решітками таких випромінювачів. Однак ці дані не дозволяють виявити особливості випромінювання таких сигналів дзеркальними й іншими більш складними антенами. Наприклад, відомі методи поки не дозволяють виявити залежність форми відеоімпульсу випромінюваного поля від конструкції антени й напрямку випромінювання, а тому, задача випромінювання надширокосмугових відеоімпульсних сигналів дзеркальними антенами представляє науковий і практичний інтерес.

Метою статті є розробка нових методів аналізу й розрахунку поля випромінювання надширокосмугових відеоімпульсних сигналів наносекундної тривалості без несучої частоти дзеркальними антенами й виявлення особливостей і можливостей випромінювання таких сигналів.

Дослідження зазначених питань необхідно не тільки для розробки прийнятних антен для маловисотних РЛС, але й для забезпечення можливості використання надширокосмугових відеоімпульсних сигналів для вирішення практичних завдань, які виконуються такими РЛС. Використання таких сигналів дозволить істотно поліпшити характеристики й можливості наземних маловисотних РЛС.

Зондувальний відеоімпульс РЛС з надширокосмуговим відеоімпульсним сигналом для відомих генераторів являє собою короткий коливальний процес (вейвлет [5]), що пропонується описати наступною моделлю:

$$U(t) = U_m \cos \frac{\pi t}{\tau_0} \cos^2 \frac{\pi t}{(2N_1 + 1)\tau_0} \frac{1 + \operatorname{sign}\left(t + \frac{2N_1 + 1}{2} \tau_0\right)}{2} \frac{1 - \operatorname{sign}\left(t - \frac{2N_1 + 1}{2} \tau_0\right)}{2}, \quad (1)$$

де $U(t)$ - напруга сигналу генератора відеоімпульсів;

t - час (відлік часу ведеться від максимуму відеоімпульсу);

U_m - амплітуда відеоімпульсу;

τ_0 - тривалість сплеску відеоімпульсу;

N_1 - кількість сплесків напруги на лівій (або правій) половині вейвлета сигналу;

sign - знак числа.

Частотний образ (спектральна щільність) вейвлета сигналу (1) виражається в аналітичному вигляді й буде

$$S(f) = (-1)^{N_1} \frac{U_m \tau_0}{2\pi} \left[\frac{1}{\left(\frac{2}{2N_1 + 1} + 2\tau_0 f\right)^2 - 1} + \frac{1}{\left(\frac{2}{2N_1 + 1} - 2\tau_0 f\right)^2 - 1} + \frac{2}{1 - (2\tau_0 f)^2} \right] \cos[(2N_1 + 1)\pi \tau_0 f], \quad (2)$$

де $S(f)$ - спектральна щільність сигналу;

f - частота.

Слід зазначити, що при огляді простору зондувальний відеоімпульс РЛС (1) періодично повторюється з порівняно низькою частотою проходження.

Задача розрахунку поля випромінювання, діаграми направленості (ДН) і форми відеоімпульсу випромінюваного дзеркальною антеною поля радіохвиль з надширокосмуговим відеоімпульсним сигналом без несучої частоти поки не вирішені й у доступній літературі відсутні прийнятні співвідношення й методики для подібних розрахунків.

Нижче проводиться нове електродинамічне рішення задачі моделювання поля випромінювання, ДН і форми відеоімпульсу поля випромінювання дзеркальної антени з рупорним опромінювачем з надширокосмуговим відеоімпульсним сигналом без несучої частоти. При цьому використовується запропонована модель відеоімпульсного сигналу що зондує (1).

Для рішення поставленої задачі необхідно, насамперед, конкретизувати конструкцію й розміри дзеркальної антени. Це можна зробити без втрати спільності результатів.

У загальному випадку дзеркальну антену маловисотної РЛС можна представити як симетричну еліптичну вирізку з параболоїда обертання та рупорного опромінювача. На практиці можна використовувати в якості опромінювача антени рупор, наприклад, експонентний E -секторіальний рупор. Використання експонентного рупора поліпшує діапазонність опромінювача антени й частково усуває можливість збудження хвиль вищих типів.

Спрощений ескіз досліджуваної дзеркальної антени у двох проекціях представлено на рис. 1. До складу антени входять наступні основні елементи: параболічне дзеркало антени у вигляді симетричної еліптичної вирізки з параболоїда обертання шириною B , висотою A і фокусною відстанню F ;

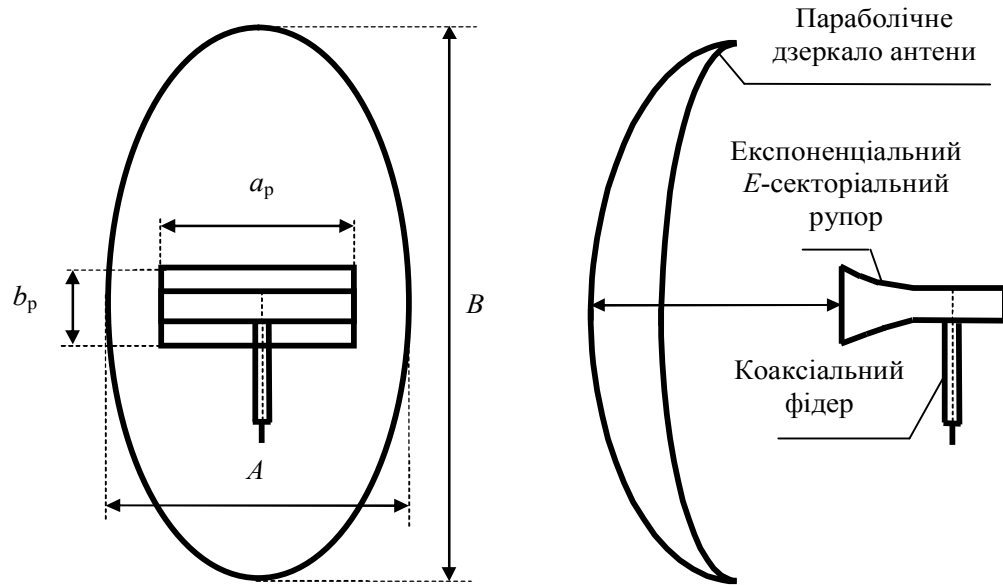


Рис.1. Дзеркальна антена з відеоімпульсним сигналом

експонентний *E*-секторіальний рупорний опромінювач із розміром апертури a_p, b_p ; відрізок прямокутного хвильоводу для збудження рупора; коаксіальний фідер для збудження хвильоводу; антена, яка випромінює радіохвилі вертикальної поляризації.

Для розрахунку поля випромінювання дзеркальної антени з відеоімпульсним сигналом пропонується використати наступні два методи.

У першому методі пропонується визначати поле випромінювання дзеркальної антени з відеоімпульсним сигналом шляхом обчислення зворотного перетворення Фур'є від добутку спектральної щільності зондувального сигналу на результат інтегрування по апертурі дзеркала вторинних джерел полів на апертурі. При цьому, поля на апертурі дзеркала варто визначити з урахуванням направлених властивостей рупорного опромінювача й хвильовідно-фідерного тракту у всій смузі спектру відеоімпульсного сигналу.

Відповідно до такого підходу рішення поставленої задачі було отримано наступне співвідношення для розрахунку випромінюваного поля дзеркальної антени з надширококутовим відеоімпульсним сигналом без несучої частоти

$$E(t, \theta, \beta) = \frac{2a_p}{\pi c^2} (1 + \cos \theta \cos \beta) \operatorname{Re} \int_{f=f_H}^{f_B} f^2 S(f) K_p(f) \exp \left[j 2 \pi f \left(t - \frac{r}{c} - \frac{2F}{c} \right) \right] \times \\ \times \int_{\varphi=0}^{2\pi} \int_{R=R_0}^{R_K} \frac{F_0}{r R_1} \exp \left[j \frac{2 \pi f R}{c} (\cos \theta \sin \beta \sin \varphi + \sin \theta \cos \varphi) \right] R dR d\varphi df \quad (3)$$

де $E(t, \theta, \beta)$ – напруженість електричного поля, випромінюваного дзеркальною антеною;

t – час (відлік часу ведеться від моменту пікового значення відеоімпульсу генератора);

θ – кут місця;

β – азимутальний кут, який відлічується від осі дзеркала;

r – похила дальність від центра апертури дзеркала до точки спостереження;

f – поточна частота спектра сигналу;

f_H – нижня частота спектра сигналу (у межах головного пелюстка спектральної щільності);

f_B – верхня частота спектра сигналу;

$S(f)$ – спектральна щільність сигналу генератора (визначена формулою (2));

$K_p(f)$ – коефіцієнт передачі хвилевідно-фідерного тракту (формула тут не приводиться);

R, φ – полярні координати (радіус і полярний кут) поточної точки на апертурі дзеркала;

R_1 – відстань від опромінювача антени до поточної точки відбиття променя від поверхні дзеркала;

F – фокусна відстань параболічного дзеркала антени;

R_0 – радіус затінення апертури антени опромінювачем;

R_K – поточний радіус зовнішнього контуру еліптичної вирізки апертури дзеркала;

F_0 – значення нормованої ДН рупорного опромінювача в напрямку поточної точки на поверхні дзеркала на частотах спектра сигналу [1];

Re – дійсна частина комплексного числа.

У другому методі пропонується визначати поле випромінювання дзеркальної антени з відеоімпульсним сигналом шляхом інтегрування по апертурі дзеркала часових образів відеоімпульсних сигналів у різних точках апертури з урахуванням часових затримок полів і направлених властивостей опромінювача на середній частоті спектра. Часовий образ вейвлета запропонованої моделі сигналу визначений формулою (1). Відповідно до такого підходу пропонується наступне співвідношення для розрахунку електричного поля випромінювання дзеркальної антени

$$E_{x,y,z} = \frac{a_p b_p E_{m0}}{2\lambda_{CP}^2} \int_{\varphi=0}^{2\pi} \int_{R=R_0}^{R_K} F_0 \frac{1+\cos\vartheta}{rR_1} \left\{ \begin{array}{l} \cos\vartheta \sin^2\alpha + \cos^2\alpha \\ \sin\alpha \cos\alpha(\cos\vartheta - 1) \\ -\sin\vartheta \sin\alpha \end{array} \right\} \times$$

$$\times \cos \frac{\pi \left(t - \frac{r-r_0}{c} \right)}{\tau_0} \cos^2 \frac{\pi \left(t - \frac{r-r_0}{c} \right)}{(2N_1+1)\tau_0} \frac{1 + \operatorname{sign} \left(t - \frac{r-r_0}{c} + \frac{(2N_1+1)\tau_0}{2} \right)}{2} \times,$$

$$\times \frac{1 - \operatorname{sign} \left(t - \frac{r-r_0}{c} + \frac{(2N_1+1)\tau_0}{2} \right)}{2} R dR d\varphi, \quad (4)$$

де $E_{x,y,z}$ – складові електричного поля випромінювання дзеркальної антени в прямокутній системі координат (x, y, z) (вісь z системи координат спрямована уздовж осі дзеркала, а вісь y збігається з напрямком вектора магнітного поля на апертурі);

a, b – висота й ширина апертури рупора опромінювача;

λ_{CP} – довжина хвилі на середній частоті спектра зондувального сигналу;

E_{m0} – пікове значення напруженості поля в центрі апертури опромінювача;

τ_0 – тривалість сплеску зондувального відеоімпульсу;

N_1 – кількість сплесків сигналу на зростаючій (або загасаючій) частині вейвлета;

t – час, який відлічується від пікового значення сигналу в точці спостереження (мається на увазі сигнал від центральної ділянки апертури дзеркала);

R, φ – полярні координати (радіус і полярний кут) поточної точки на апертурі дзеркала;

R_0 – радіус затінення апертури антени опромінювачем;

R_K – поточний радіус зовнішнього контуру еліптичної вирізки апертури дзеркала;

R_1 – відстань від опромінювача антени до поточної точки відбиття променя від поверхні дзеркала;

r_0 – похила дальність від центра апертури дзеркала до точки спостереження;

r – похила дальність від поточного елемента апертури дзеркала до точки спостереження;

β, θ – азимутальний кут і кут місця точки спостереження;

ϑ – кут між нормаллю до апертури дзеркала й променем радіохвиль із поточної точки апертури в точку спостереження;

α – кут нахилу до горизонталі площини, який утворено віссю дзеркала й променем радіохвиль із поточної точки апертури дзеркала в точку спостереження;

F_0 – значення нормованої ДН рупорного опромінювача в напрямку поточної точки на поверхні дзеркала на середній частоті спектра сигналу [1].

Формули (3), (4) отримані для відеоімпульсного сигналу моделі (1) і дозволяють розрахувати не тільки пікове значення поля випромінювання дзеркальної антени, але й просторову ДН антени, а також форму відеоімпульсу випромінюваного поля.

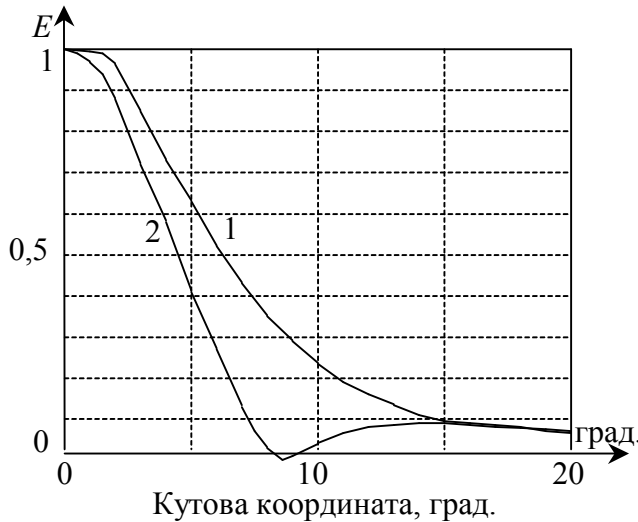


Рис.2 ДН дзеркальної антени

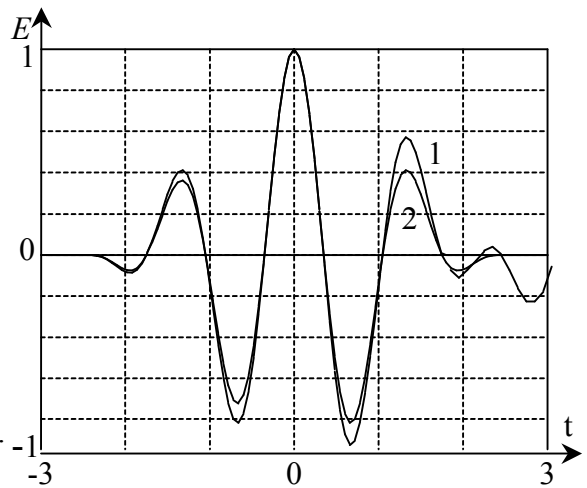


Рис.3 Форма відеоімпульсу

Приклад розрахунку ДН дзеркальної антени у вертикальній площині E представлено на рис.2, де показана ДН на відеоімпульсному сигналі (крива 1) і ДН на синусоїдальному сигналі на середній частоті спектра (крива 2). При цьому розрахунок проводився першим методом, а ДН визначалася за піковим значенням поля.

Приклад розрахунку форми відеоімпульсу поля радіохвиль, випромінюваних дзеркальною антеною, представлений на рис.3, де показана форма відеоімпульсу поля радіохвиль (крива 1) і форма відеоімпульсу сигналу генератора (крива 2). Відлік часу показаний від моменту пікового значення відеоімпульсу.

При цьому дзеркальна антена й опромінювач мали наступні розміри:

ширина параболічного дзеркала антени $A = 6$ м;

висота параболічного дзеркала антени $B = 1,5$ м;

фокусна відстань параболічного дзеркала антени $F = 2,12$ м;

висота апертури експонентного рупора опромінювача $b = 0,455$ м;

ширина апертури експонентного рупора опромінювача $a = 0,714$ м;

тривалість сплеску відеоімпульсу генератора $\tau_0 = 0,7$ нс.

Проведені розрахунки показали, що перший і другий методи дають приблизно однакові результати. Деякі відмінності ДН дзеркальної антени в площині E , розраховані першим і другим методом пояснюються наближеною апроксимацією вейвлета сигналу на апертурі дзеркала при розрахунку другим методом. Тому перший метод дає більш точний результат, але поступається другому методу за обсягом розрахунків.

Висновки:

1. Запропоновано два нових математичних методи моделювання поля випромінювання дзеркальних антен на надширокосмуговому відеоімпульсному сигналі без несучої частоти.

Обидва методи дають приблизно однакові результати й дозволяють розрахувати не тільки пікове значення поля випромінювання дзеркальної антени, але й просторову ДН антени, а також форму відеоімпульсу випромінюваного поля. Другий метод

розрахунку ДН дзеркальної антени на відеоімпульсному сигналі потребує менше часу на розрахунки ніж перший метод і дозволяє додатково приблизно оцінити крос-поляризаційні складові поля випромінювання дзеркальної антени. Однак перший метод дозволяє одержати більш повну інформацію про форму відеоімпульсу поля радіохвиль, які випромінюються дзеркальною антеною. Обидва запропонованих методи мають право на існування й взаємно доповнюють один одного.

2. В результаті проведених досліджень слід зазначити наступні особливості випромінювання відеоімпульсних сигналів дзеркальною антеною.

ДН дзеркальної антени на відеоімпульсному сигналі за піковим значенням поля не має нульових провалів, але в межах головного пелюстка близька до ДН такої ж антени на синусоїдальному сигналі на середній частоті спектра відеоімпульсу (але не на середній довжині хвилі).

Форма відеоімпульсу поля радіохвиль, випромінюваних дзеркальною антеною, визначаються не тільки сигналом генератора відеоімпульсів і характеристиками опромінювача й хвилевідно-фідерного тракту, але й залежить від дальності й кутових координат точки спостереження. Однак, при цьому, тривалість сплеску вейвлета майже не змінюється, але збільшується тривалість переднього й заднього фронту вейвлета. Зі збільшенням азимутального кута й зменшенням дальності повна тривалість вейвлета сигналу зростає незначно.

При випромінюванні дзеркальною антеною відеоімпульсних сигналів можливо додаткове запізнювання моменту появи в точки спостереження пікового сигналу щодо моменту приходу туди пікового сигналу від центральної частини апертури дзеркала. Це додаткове запізнення може бути позитивним або негативним і залежить від кутових координат дальності, а також від розмірів дзеркала антени.

Проаналізовані особливості випромінювання надширокосмугових відеоімпульсних сигналів дзеркальною антеною варто враховувати при розробці наземних маловисотних РЛС й інших радіотехнічних систем з такими сигналами.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Айзенберг Г.З.* Антенны ультракоротких волн. - М.: Государственное издательство литературы по вопросам связи и радио, 1957.
2. *В.П.Нарбут В.П., Хмель В.Ф.* Поляризация излучения зеркальных антенн. - Киев: Издательское объединение „Вища школа”, 1978.
3. Проблемы антенной техники / Под ред. *Л.Д.Бахрах, Д.И.Воскресенский.* - М.: Радио и связь, 1989.
4. *Хармут Х.Ф.* Несинусоидальные волны в радиолокации и радиосвязи. Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1985.
5. *Дьяконов В.П.* Вейвлеты. От теории к практике. - М.: СОЛОН - Р, 2002.

Рецензент: к.т.н., доц. **Вишнівський В.В.**

МОДЕЛЬ МУЛЬТИАГЕНТНОЇ МЕТАПОШУКОВОЇ СИСТЕМИ

Сучасні пошукові системи мають ряд проблем щодо забезпечення якості наданих на запити користувачів результатів. Для їх подолання у статті пропонується модель мультиагентної метапошукової системи. Дана система дозволить за рахунок розширення запиту звужити тематичну область, збільшивши при цьому охоплення ресурсів мережі, внаслідок збільшення кількості задіяних глобальних пошукових систем. Крім того, завдяки використанню агентів новин та активізації самих ресурсів система надасть можливість оперативно виявляти у мережі нові та змінені мережні оригінали уже знайдених раніше документів.

Современные поисковые системы имеют ряд проблем относительно обеспечения качества предоставленных на запросы пользователей результатов. Для их преодоления в статье предлагается модель мультиагентной метапоисковой системы. Данная система позволит за счет расширения запроса сузить тематическую область, увеличив при этом охватывание ресурсов сети, вследствие увеличения количества задействованных глобальных поисковых систем. Кроме того, благодаря использованию агентов новостей и активизации самих ресурсов система предоставит возможность оперативно обнаруживать в сети новые и измененные сетевые оригиналы уже найденных документов.

The modern searching systems have a number of problems in providing quality of results given for users queries. To overcome these problems a model of multiagent metasearch system is offered in the article. Due to expansion of query this system will allow to narrow a thematic region of search, increasing the scope of network resources here, as a result of increasing the amount of the involved global searching systems. In addition, due to the use of news agents and activation of resources, the system will give possibility to discover operatively new and changed network originals of already found documents in a network.

На теперішній час для розподілених інформаційних мереж, таких як *Internet*, дедалі актуальнішою стає проблема пошуку релевантної інформації. Проте, аналіз літератури [1-3, 5] та роботи загальнодоступних пошукових систем (ПС) показує, що існуючі ПС не мають можливості вирішити дану проблему. Це пов'язано з цілим рядом причин.

По-перше, жодна із сучасних ПС не охоплює ресурси глобальної мережі *Internet* більше ніж на 20%, при цьому значна частина охоплених ПС ресурсів є розважальними. Тому ПС часто не має можливості видати релевантний документ, який існує в мережі, але не потрапляє у її зону пошуку. Вузькоспеціалізовані або тематичні ПС взагалі містять лише документи за певною тематикою. У їхньому випадку позитивні результати можливі лише при точному співпаданні запиту з існуючими темами (рубриками).

По-друге, значна частина *Web*-сторінок, які зберігаються у мережі *Internet*, є динамічними: з'являються, змінюються, зникають або стають недоступними. При цьому, період оновлення інформації в індексних базах глобальних ПС, в середньому, складає від 7 до 20 діб. Отже, новий документ не може бути наданий користувачеві раніше, ніж через 7 днів після своєї появи в мережі. Крім того, ранг документа у списках посилань багатьох ПС залежить не лише від змісту документу, але і від багатьох інших чинників: кількості посилань на нього, оформлення, вузла, на якому він розміщений тощо.

По-третє, ПС на запит користувача, як правило, видають велику кількість посилань на документи, які визнані пошуковою машиною як релевантні. Така кількість, зазвичай, перевищує максимум, який здатна обробити людина. Проте, найчастіше лише незначна частина знайдених ПС документів є насправді релевантними. Ця проблема

підсилюється ще й тим, що користувачів із професійними навиками пошуку інформації з використанням інформаційно-пошукових мов стає дедалі менше [1].

Вирішення даних проблем вбачається у використанні агентного підходу та принципів метапошуку при побудові пошукової системи, що дозволило б не тільки зберегти позитивні властивості тематичних та глобальних ПС, але й уникнути їх недоліків. Нині існує цілий ряд метапошукових і простих ПС, побудованих з використанням агентних технологій. Як приклади можна привести наступні [1, 3, 4]:

„*Amalthea*” – за визначенням, це „мультиагентна екосистема індивідуалізованої фільтрації, виявлення і спостереження, що розвивається”. У ПС *Amalthea* використовуються методи машинного навчання з вивченням і пристосуванням до інтересів та звичок користувачів (через певний час) та одночасним дослідженням нових суміжних тематичних областей, що можуть бути цікавими користувачеві.

SAIRE – механізм інформаційного пошуку, побудований на агентних технологіях. Він забезпечує користувачам інтегрований доступ до розподілених джерел даних і будується з трьох груп агентів: агентів інтерфейсу користувача, агента-координатора та восьми типів тематичних пошукових агентів [4].

Крім того, широко відому пошукову систему *Lycos* можна розглядати як мультиагентну систему, що складається з трьох видів компонент: множини пошукових роботів (агентів), сервера *URL* та сервера оновлення каталогу.

Проте, основними недоліками подібних систем є відсутність попереднього навчання агентів на матеріалі, уже наявному у системі, неможливість корекції пошуку за допомогою матеріалів з інших джерел та відсутність оперативної інформації у пошуковій системі одразу після появи (зміни) цієї інформації у мережі та інше. Крім того, при розробці агентних систем інформаційного пошуку не враховується наявність зв'язаних груп *Web*-сайтів, які містять матеріали близької тематики або великі списки посилань, та наявність авторитетних сторінок, на які посилаються багато інших *Web*-сторінок.

Метою даної статті є розгляд нового підходу до побудови мультиагентної метапошукової системи (МА МПС) з можливістю автоматизованого отримання нової тематичної інформації або інформації про зміни електронних документів.

Запропонований підхід передбачає, що система повинна складатися з чотирьох рівнів.

Перший рівень – це пошукові сервіси глобальної мережі, наприклад, *Yandex*, *Google*, *Rambler*, *Yahoo!* та інші. Дані сервіси здійснюють первинний пошук інформації на запити користувачів у глобальній мережі *Internet* та надають у систему списки посилань на знайдені документи, які визначені ними як релевантні запиту, а також й самі документи.

Другий рівень – це власне агентна пошукова підсистема, призначена для оптимізації пошукового процесу для користувача. Основними елементами цієї підсистеми є:

інтерфейсні агенти (ІА) користувачів та системи (агенти персоналізації користувачів), які можуть налаштовуватись в інтересах користувача. Наприклад, які ПС глобальної мережі та збережені системою запити використовувати, скільки видавати одночасно посилань і таке інше;

тематичні агенти (ТА), які розширюють (уточнюють) запит користувача і розподіляють його між пошуковими агентами;

пошукові агенти глобальних ПС першого рівня (ПА), які оптимізують запит з урахуванням особливостей своїх глобальних ПС та „стандартизують” надані ними списки посилань відповідно до вимог даної системи.

Третій рівень – це підсистема обробки документів та запитів – ПОДЗ. Дана система індексує збережені користувачами документи; здійснює їх кластеризацію, закріплюючи за кластерами тематичних агентів; виявляє високоінформативні джерела інформації або списки посилань за певною тематикою та розподіляє нову інформацію

між тематичними агентами. Також вона здійснює ранжування наданих пошуковими агентами списків посилань у єдиний список, перевіряючи їх на повторення й актуальність та визначає, які тематичні агенти необхідно активізовувати при отриманні запиту користувача, з якими обмеженнями або особливостями.

Четвертий рівень – це підсистема автоматизованого отримання нової (або зміненої) інформації з, так званих, високоінформативних вузлів. Вона являє собою розподілену систему агентів новин – НА, які роблять ресурси, за яким вони закріплені, активними. Дані агенти прописуються на цих вузлах, індексують усі документи даного ресурсу і, при появі нових або змінення існуючих документів, негайно повідомляють систему. Вони відповідають за оперативне оновлення бази індексів і разом з пошуковими агентами являються основним джерелом нової інформації. Дана підсистема виділяється окремо, завдяки її автономності відносно ПОДЗ та МАС.

Загальна структура запропонованої мультиагентної метапошукової системи представлена на рис. 1.

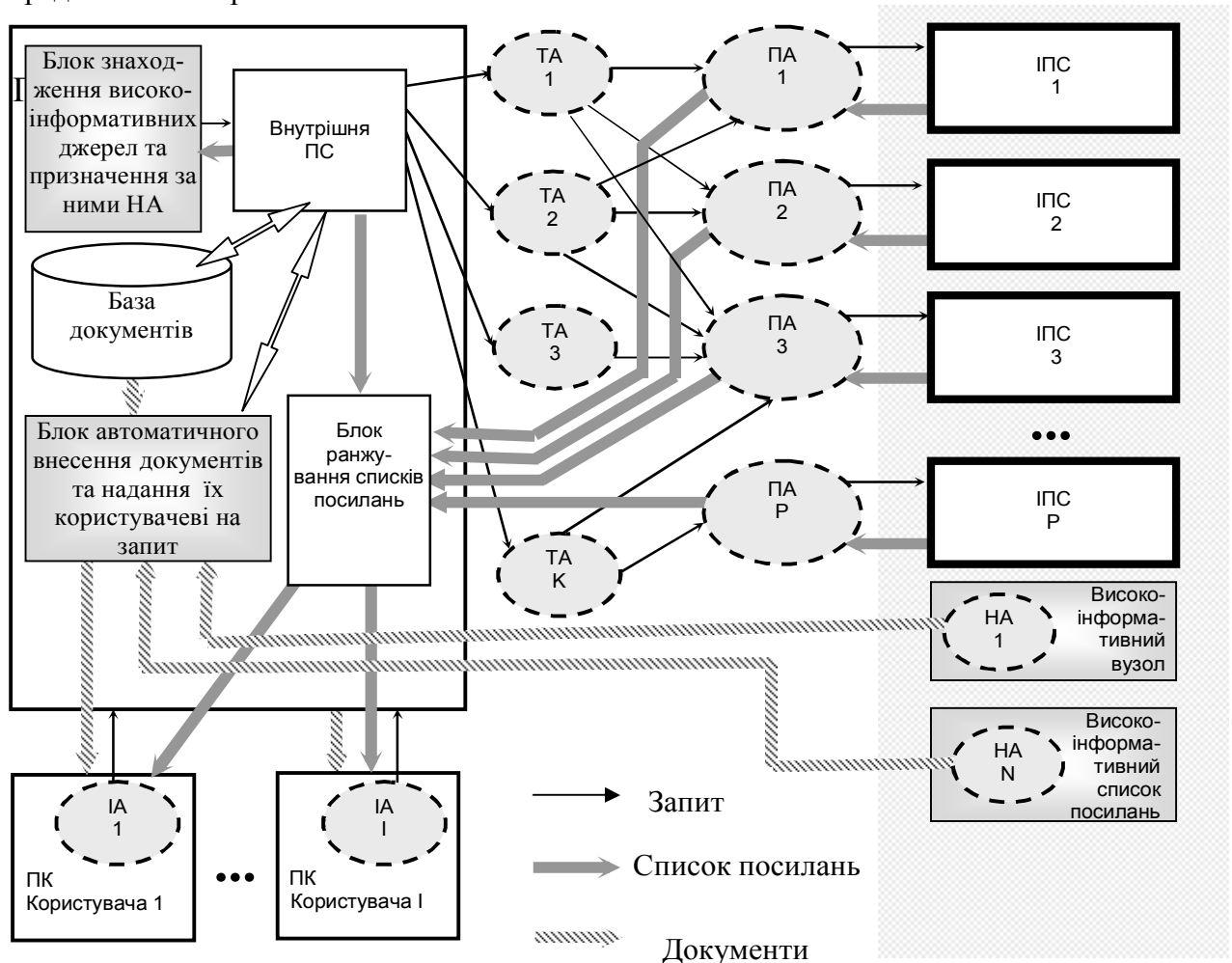


Рис. 1. Схема взаємодії компонентів мультиагентної метапошукової системи

Пошуковий процес у системі реалізується наступним чином (рис.2).

При входженні у систему користувач проходить ідентифікацію. Це дає можливість ІА визначати, змінювати та зберігати параметри в інтересах користувача (профіль). За умовчанням, система автоматично визначатиме глобальні пошукові сервіси, у яких здійснюватиме пошук в залежності від запиту.

Користувач може попередньо виключити деякі з глобальних ІПС або визначати в яких з них шукати запитувану інформацію. Крім того, ІА запам'ятовує запити, які визнані як коректні, тобто ті, за якими користувач отримав і зберіг у системі найбільше релевантних документів, та ТА, які виконували ці запити. Це є необхідним для

первинного розширення запиту користувача і більш точного визначення ТА, які безпосередньо передаватимуть запити пошуковим агентам.

Після того, як ПОДЗ отримує запит, вона визначає ТА, які будуть активізовані, визначає ступінь відповідності запиту кожному з них для визначення черговості звертання ТА до ПА і визначає, які списки посилань будуть опорними при побудові загального списку, що надаватиметься користувачеві.

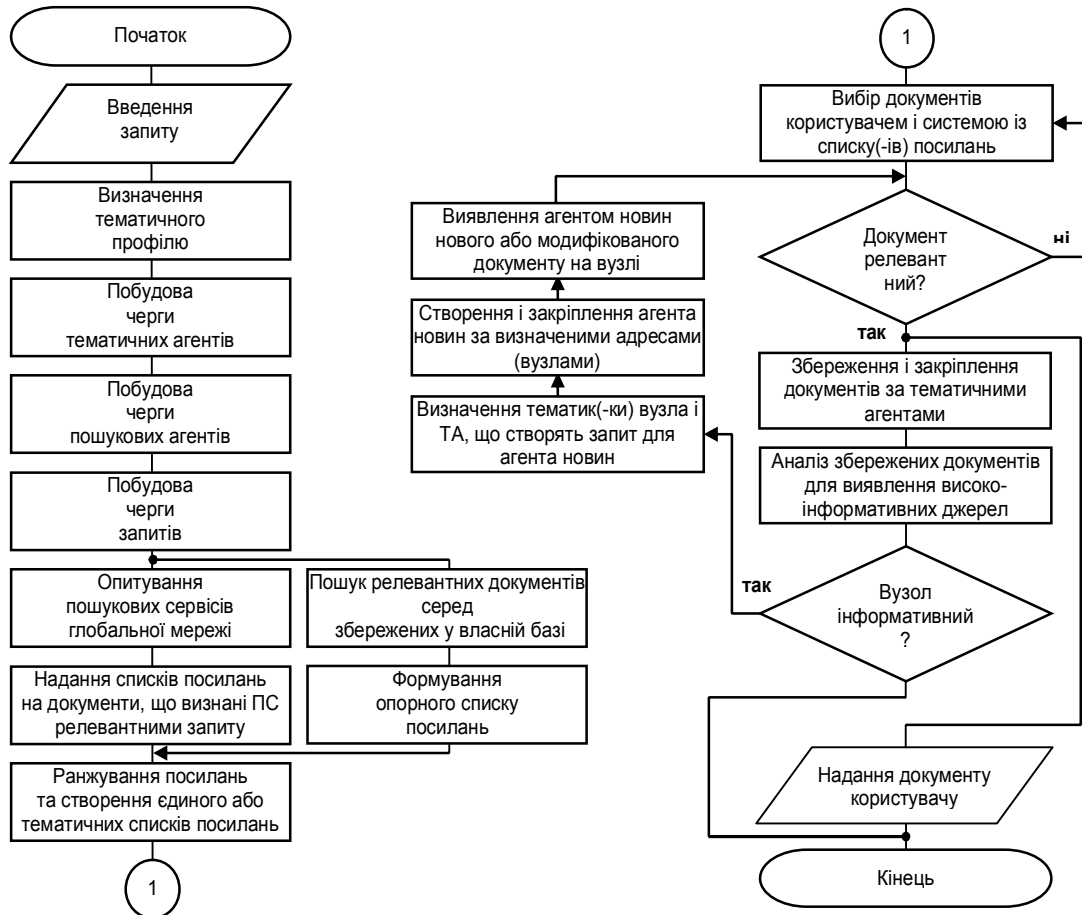


Рис. 2. Алгоритм пошукового процесу

ТА, отримавши запит, розширюють його термінами, що деталізують тематичну область, і звертаються до пошукових агентів згідно власної черги ПА. Порядок звертання ТА до ПА визначається ступенем відповідності запиту до тематик кожного з ТА. Порядок звертань конкретного ТА до пошукових агентів залежить від співвідношення документів, знайдених кожним з ПА, до загальної кількості документів закріплених за ТА (рис. 3).

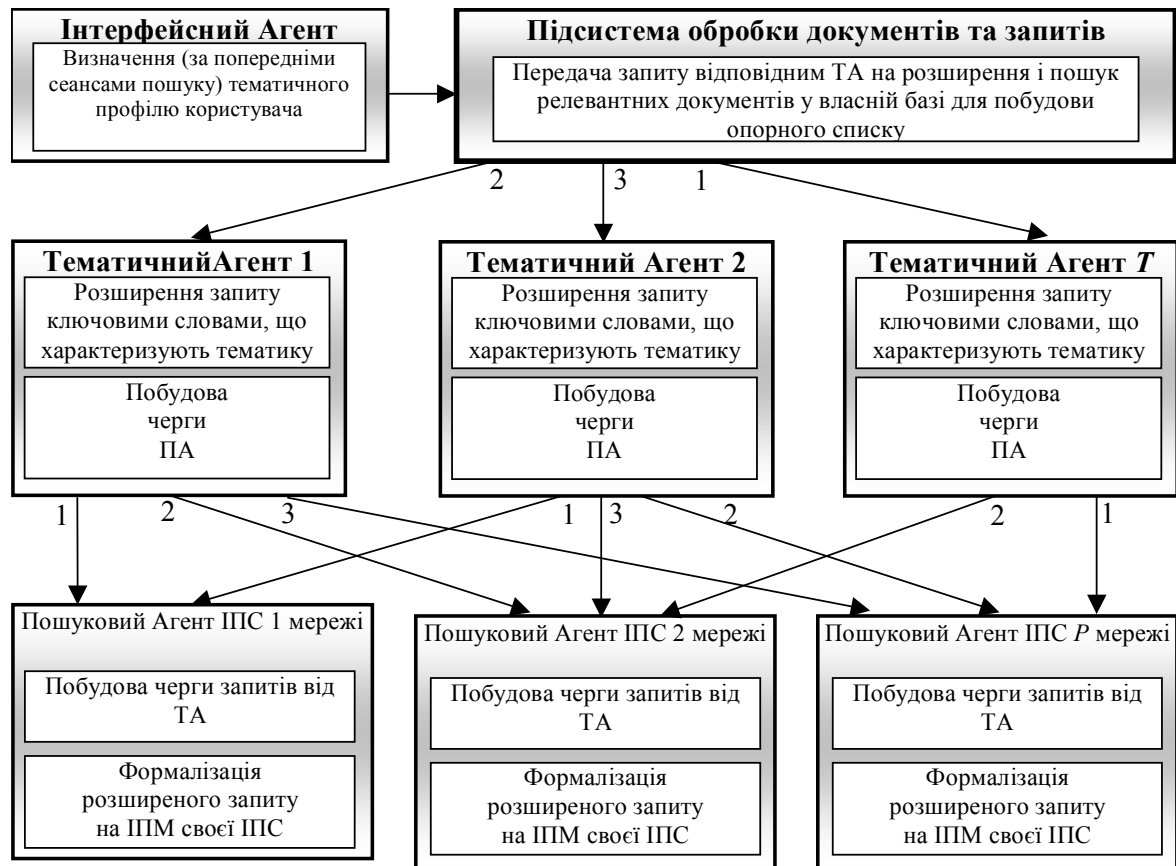


Рис. 3. Розподіл запитів між тематичними та пошуковими агентами

На етапі формування черги звертань від ТА до ПА система аналізує відповідність запиту ІА тематикам кожного з ТА. Тематичний агент, в якого ступінь відповідності буде максимальною, ставиться у чергу звертань на перше місце. Черга формується до тих пір, поки ступінь відповідності не перевищить заданий поріг – мінімальну ступінь, при якій ТА може бути активізованим. Далі ТА формують чергу ПА, згідно з якою вони до них звертатимуться. Для прикладу, що наведений на рис. 3, черга тематичних агентів буде наступна: 1)ТА T, 2)ТА 2, 3)ТА 1.

Черги пошукових агентів у тематичного агента ТА 1: 1)ПА 1, 2)ПА 2, 3)ПА P; у ТА 2: 1)ПА 1, 2)ПА P, 3)ПА 2; у ТА T: 1)ПА P, 2)ПА 2. Отже, пошукові агенти паралельно виконуватимуть запити тематичних агентів у наступній послідовності: ПА 1 – спочатку обробить запит ТА 2, а потім запит ТА 1; ПА 2 – спочатку запит ТА T, потім запит ТА 2, далі запит ТА 1; ПА 3 – спочатку запит ТА T, потім запит ТА 2, далі запит ТА 1.

Пошукові агенти перетворюють запити, які поступили їм до виконання, на інформаційно-пошукову мову, що використовується у даній ПС. Далі пошук здійснюється пошуковими системами глобальної мережі *Internet*. Після того, як ПА отримують списки посилань, вони перетворюють їх у прийнятий у системі вигляд (видаляють документи, що повторюються, та інше) і передають у ПОДЗ для подальшого ранжування. Далі система всі списки посилань за визначеним алгоритмом об'єднує в один загальний список, який і надається користувачеві для вивчення. При ранжуванні за опорний береться список посилань самої МА МПС (наданий внутрішньою ПС) або ПС мережі, яка має найвищий рейтинг для ТА, що найбільш відповідає запиту.

Можливий варіант надання кількох списків посилань за різними тематиками – рубриками (або ПС мережі з вказанням спільних посилань) при відповідних параметрах ІА (рис. 4).

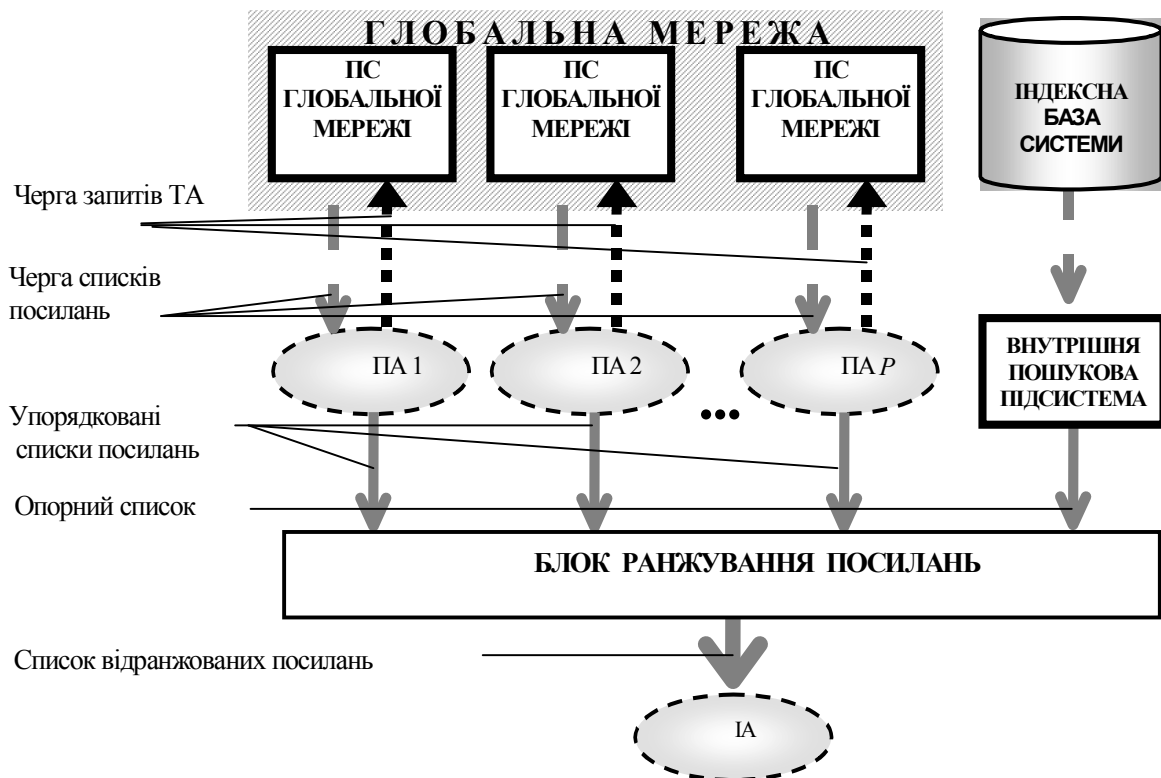


Рис. 4. Формування кінцевого списку посилань, що надається користувачеві

Документи, посилання на які в системі відсутні, але які визнані глобальними ПС, як найбільш релевантні запиту, разом з документами, що визнані релевантними користувачем, автоматично додаються в систему для подальшого вивчення та обробки (рис. 5).

У разі відповідності одному з ТА вони закріплюються за ним. При цьому ІА відслідковує, для якого саме запиту, які документи були користувачем збережені, і відповідно коригує свої параметри.

При побудові системи база документів є пустою і поповнюється документами, що надаються ПА на запити користувачів. При цьому перші N_o документів із списку посилань автоматично вносяться в систему. Крім того, в систему додаються документи, які визнані користувачами як релевантні. При цьому вони створюють початкові тематичні кластери, за якими призначаються ТА, а запити разом із вилученими із цих документів ключовими словами стають центрами кластерів. При досягненні критичної кількості документів N_k у кластері система перерозбиває кластери, створює нові ТА, після чого документи між ними знову перерозподіляються. При цьому початкові ТА залишаються (для стійкості системи).

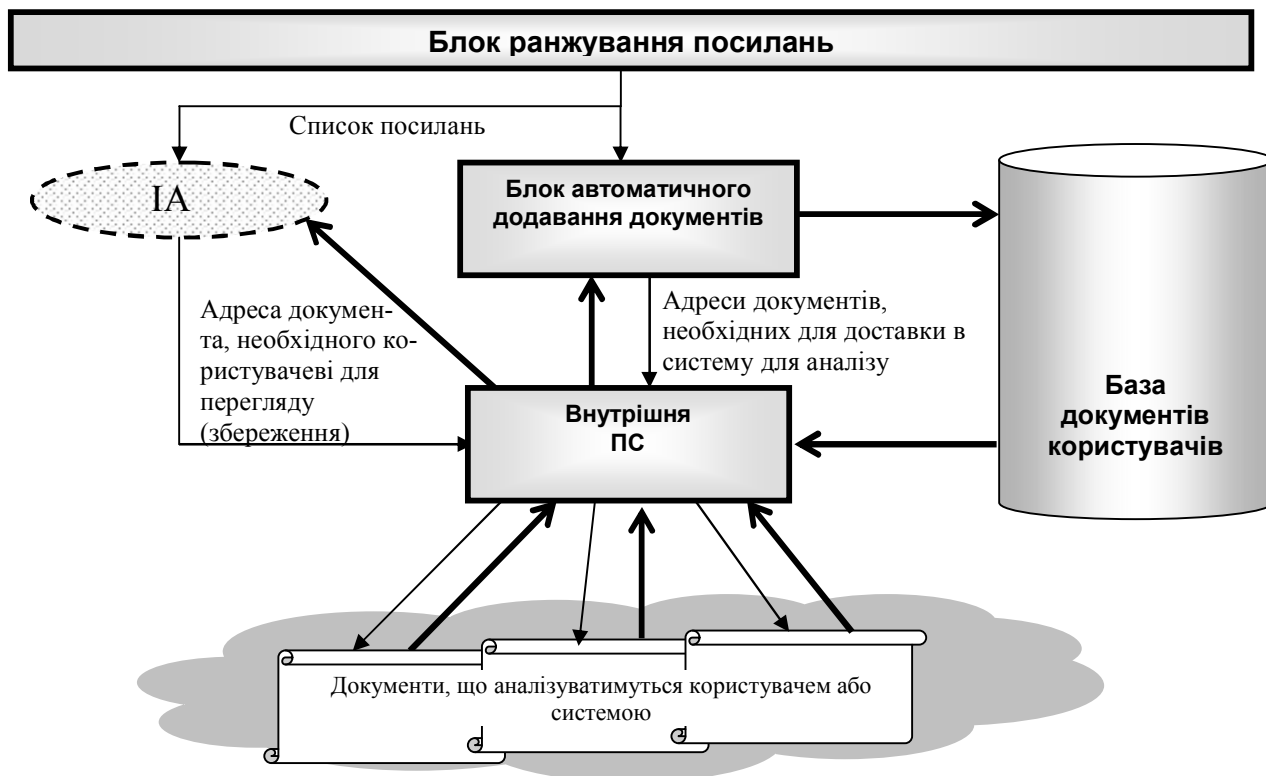


Рис. 5. Видача документів користувачеві та їх автоматичне додавання у систему

Кожний кластер досліджується на наявність високоінформативних джерел та однакових або дуже подібних (наприклад, скорочених) документів із різних джерел для визначення пріоритетного і додаткових джерел при доставці документа користувачеві. Після цього будується черга ПА по відношенню знайдених конкретним ПА документів для даного кластера до загального їх числа у кластері та інше.

Отже, система повинна постійно аналізувати власну індексну базу на предмет виявлення інформативних джерел за тематиками. У випадку, коли кількість однієї з адрес перевищить встановлений поріг (тобто дана адреса буде визнана як високоінформативна), система приймає рішення про закріплення за нею агента новин. Це дасть змогу відслідковувати на даній адресі появу нового документа з визначеної тематики (тематик) або зміну одного із проіндексованих документів і далі відправляти його на обробку в МА МПС. Якщо система, проаналізувавши даний документ, зможе віднести його до тематики хоча б одного ТА, то цей документ буде додано у неї, про що буде повідомлено НА, який його знайшов.

Таким чином, дана підсистема зможе оперативно відслідковувати зміни у мережних оригіналах проіндексованих документів та динамічно додавати у систему нові документи із різних тематик одразу після їх появи в мережі.

Запропонована мультиагентна метапошукова система дозволить за рахунок розширення запиту звузити тематичну область пошуку, збільшивши при цьому охоплення ресурсів мережі внаслідок збільшення кількості задіяних глобальних ПС. Крім того, завдяки використанню агентів новин та активізації самих ресурсів, вона надасть можливість оперативно виявляти в мережі нові та змінені мережні оригінали вже знайдених і проіндексованих раніше документів.

Предметом подальших досліджень є розробка методики ранжування посилань, які є наданими ПА та автоматизованого поповнення ПОДЗ. Крім того, важливими питаннями, які потребують вирішення, є побудова профілю користувача та черг розширених запитів від ТА до ПС глобальної мережі, а також визначення високоінформативних джерел і закріплення за ними НА.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Дубинский А.Г. Модель мультиагентной системы информационного поиска в глобальной сети // Искусственный интеллект. - 1999. - №2 (спецвыпуск). - Донецк: ДГИИИ. - С. 271-279.
2. Жигалов В.А. Интернет как распределенная поисковая система. // Научный сервис в сети Интернет, тезисы докладов Всероссийской научной конференции. - Москва: Изд-во Московского университета. - 1999. - 201 с.
3. Web-ориентированная информационно-поисковая система для доступа к базам данных CDS/ISIS // Библиотека и ассоциации в меняющемся мире: новые технологии и новые формы сотрудничества / Мазов Н.А., Малицкий Н.А., Баженов С.Р., Баженов И.С., Жижимов О.Л.: Материалы 6 Междунар. конфер. "Крым-99". - Судак. - 1999. - Т.1. - С. 113-115.
4. SAIRE - a scalable agent-based information retrieval engine, Agents 97 / Odubiyi J.B., Kocur D.J., Weinstein S.M & other. Conference Proceedings, ACM, 1997.
5. Тарасов В.Б. Агенты, многоагентные системы, виртуальные общества: стратегические направления в информатике и ИИ. // Новости ИИ. - 1998. - № 3. - С.5-54.

Рецензент: д.т.н., проф. Герасимов Б.М.

УДК 621.396.

к.т.н. Браун В.О. (ВІКНУ)

к.т.н., доц. Цицарєв В.М. (ВІКНУ)

к.т.н. Кулініч О.М. (ВІКНУ)

к.т.н., доц. Пампуха І.В. (ВІКНУ)

БАЗА ДАНИХ ІМІТАЦІЙНОЇ СТАТИСТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ БЕЗВІДМОВНОСТІ СКЛАДНОГО ВІДНОВЛЮВАНОГО ОБ'ЄКТА РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ

База даних призначена для інформаційного забезпечення функціонування імітаційної статистичної моделі безвідмовності складних об'єктів радіоелектронної техніки (РЕТ). Ієрархічна конструктивна структура об'єкта РЕТ представляється ієрархічно зв'язаними таблицями БД.

БД реалізована засобами СУБД InterBase як вбудована у програмне забезпечення моделі. При запуску програм моделі, за інформацією з БД, в оперативній пам'яті динамічно створюються структури даних, що містять всю необхідну для моделювання інформацію про об'єкт РЕТ.

Постановка задачі. Для складних об'єктів радіоелектронної техніки (РЕТ) завжди була і залишається зараз актуальною задача оцінки і прогнозування реального рівня їхньої безвідмовності. Прикладами об'єктів РЕТ можуть бути радіолокаційні та радіостанції, автоматизовані системи управління і т.п. Об'єкти РЕТ – це практично завжди об'єкти тривалого багаторазового застосування і при оцінці їхньої безвідмовності важливо враховувати чинники процесів фізичного старіння і деградації, що протікають у матеріалах комплектуючих елементів. Особливо це важливо в задачах оцінки ресурсу РЕТ, оскільки саме ці процеси визначають саме поняття ресурсу.

Найбільш інформативним показником, що враховує динаміку рівня безвідмовності відновлюваного об'єкта, є параметр потоку відмов [1]. Для отримання функції параметра потоку відмов $\Omega(t)$ для конкретного типу об'єкта РЕТ розроблена імітаційна статистична модель прогнозування безвідмовності [2], в якій, як початкові дані, використовується інформація про склад і структуру об'єкта РЕТ, закони розподілу та їх параметри для всіх комплектуючих елементів (КЕ). Сумарна кількість комплектуючих елементів в об'єкті може бути дуже велика (десятки, сотні тисяч). Тому для інформаційного забезпечення програм моделювання необхідна база даних, в якій би накопичувалася і зберігалася вся необхідна для моделювання інформація.

У статті розглядається спеціалізована БД, яка розроблена для забезпечення функціонування імітаційної статистичної моделі [2]. При цьому будуть розглянуті такі питання:

- модель об'єкта РЕТ, представлена в БД;
- склад і фізична структура БД;
- віртуальна структура БД;
- питання застосування БД.

Модель об'єкта РЕТ. У БД конструктивна структура об'єкта РЕТ представляється у вигляді дерева, вершинами якого є *структурні елементи* (СЕ) різних конструктивних рівнів, а дуги, що з'єднують вершини, вказують відношення входження одних елементів в інші. Корінь дерева (елемент 0-го рівня) представляє об'єкт у цілому. Висячі вершини відповідають *комплектуючим елементам* (КЕ) нижнього конструктивного рівня, які вважаються неділимими. КЕ можуть бути, наприклад, резистори, напівпровідникові прилади, мікросхеми, двигуни, редуктори і будь-які вузли, які розглядаються як нерозбірні елементи. На рис. 1 показано уявний вигляд такого дерева: СЕ зображені прямокутниками, а КЕ – кругами.

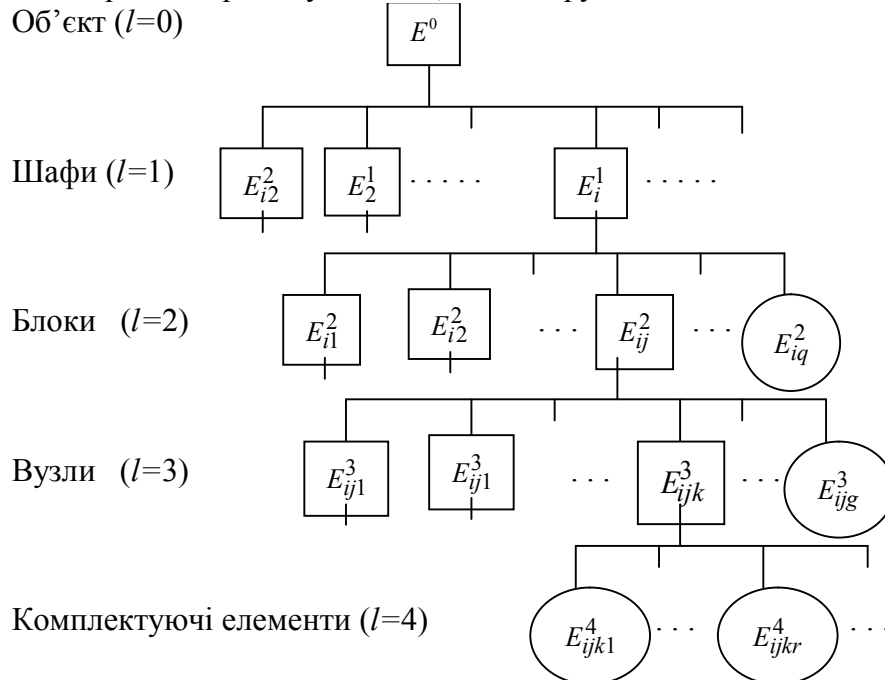


Рис. 1. Ієрархічна конструктивна структура об'єкта РЕТ

Для елементів використовуються позначення $E_{ijk...}^u$ (або $e_{ijk...}^u$), де верхній індекс u – це номер конструктивного рівня, а нижній індекс $ijk...$ – складений номер елемента, що представляє ланцюжок номерів усіх елементів старших рівнів, в які входить даний елемент. “Довжина” складеного номера елемента дорівнює u . Кожен СЕ u -го рівня розглядається як множина вхідних у нього елементів $(u+1)$ -го рівня (для $u=3$):

$$E_{ijk}^3 = \{E_{ijk1}^4, E_{ijk2}^4, \dots, E_{ijkkr}^4, \dots\}.$$

У моделі приймається припущення, що всі елементи, щодо надійності, з'єднані послідовно (відмова будь-якого елемента призводить до відмови всього об'єкта). Таке припущення зроблене з метою врахування “внеску” всіх елементів об'єкта у безвідмовність об'єкта взагалі, оскільки тільки в цьому випадку можна оцінити реальний ресурс об'єкта. Цим, по суті, ми враховуємо “найгірший” випадок забезпечення безвідмовності об'єкта РЕТ.

Вичерпною характеристикою безвідмовності елемента є функція розподілу наробітку до відмови. Функція розподілу наробітку до відмови елемента $E_{ijk...}^u$ пов'язана з відповідними функціями розподілу елементів $E_{ijkl...}^{u+1}$, що входять до його складу, таким відомим співвідношенням:

$$Q(t/E_{ijk...}^u) = 1 - \prod_{\forall E_{ijkl...}^{u+1} \in E_{ijk...}^u} [1 - Q(t/E_{ijkl...}^{u+1})]. \quad (1)$$

Якщо елемент $E_{ijk...}^u$ є комплектуючим, тобто, не містить у собі інших елементів, то для нього функція $Q(t/E_{ijk...}^u) = Q(t/e_{ijk...}^u)$ визначається відповідним аналітичним виразом для закону розподілу, заданого для даного КЕ.

У БД зберігається інформація про тип і параметри законів розподілу для всіх КЕ. Функції розподілу $Q(t/E_{ijk...}^u)$ для всіх СЕ “обчислюються” динамічно при відкритті БД. У пам'яті комп'ютера функції $Q(t/E_{ijk...}^u)$ представляються у вигляді апроксимацій, заданих значеннями функцій у фіксованих дискретних точках.

Фізична структура БД. У БД вся інформація зберігається в таблицях. Інформація про склад і конструктивну структуру об'єкта РЕТ зберігається в таблицях $tblEu$ і $tblKEu$, кількість яких залежить від заданої глибини вкладеності структурних елементів L . Імена таблиць приймають значення: таблиці $tblEu$ – $tblE1, tblE2, \dots, tblE(L)$; $tblKEu$ – $tblKE1, tblKE2, \dots, tblKE(L+1)$. Один запис таблиці містить інформацію про один елемент. В таблицях $tblEu$ зберігається інформація про СЕ, а в таблицях $tblKEu$ – інформація про КЕ u -го рівня. Між таблицями створені зв'язки типу 1:М, які означають, що одному елементу u -го рівня відповідають 0 або більш елементів в таблицях $(u+1)$ -го рівня. На рис. 2 показана схема зв'язків між таблицями, завдяки яким забезпечується цілісність інформації БД. У таблицях зберігається інформація:

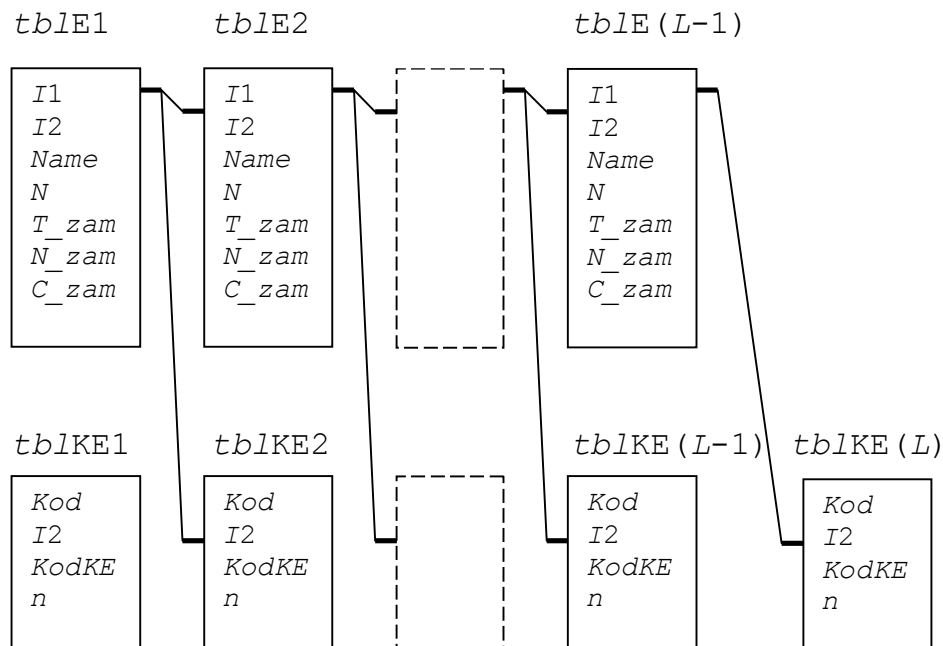


Рис. 2. Таблиці БД, що містять інформацію про склад і структуру об'єкта РЕТ

у *tblEu*:

i1 – код СЕ *u*-го рівня;

i2 – код СЕ (*u*-1)-го рівня, до складу якого входить даний СЕ;

name – найменування СЕ;

c – вартість елемента;

n – кількість елементів;

t_zam – середній час заміни;

n_zam – максимальна кількість замін;

c_zam – вартість операції заміни;

у *tblKEu*:

Kod – номер запису (внутрішній код);

i2 – код СЕ (*u*-1)-го рівня, до складу якого входить даний КЕ;

Kod_KE – код КЕ;

Name_KE – найменування КЕ;

z – номер закону розподілу наробітку до відмови КЕ;

Tsr – середній наробіток до відмови;

Nu – коефіцієнт варіації;

c – вартість КЕ;

t_zam – середній час заміни КЕ;

n_zam – максимальна кількість замін КЕ;

c_zam – вартість операції заміни КЕ.

Всі КЕ розбиті на типи КЕ, інформація про які зберігається в таблиці *tblTipKE*. Між таблицями *tblTipKE* і *tblKE* створений зв'язок типу 1:М (рис. 3).

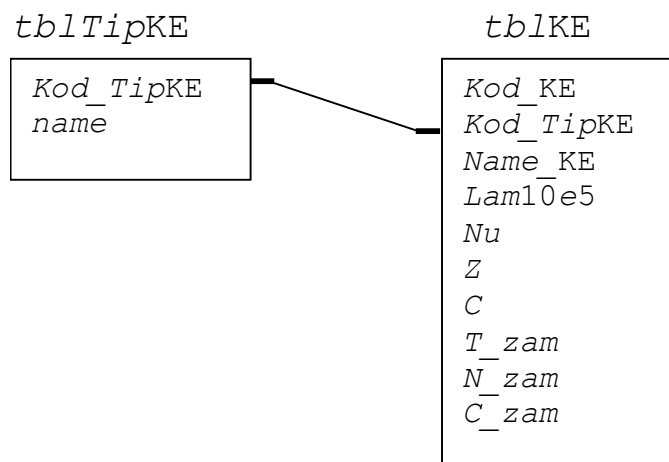


Рис. 3. Таблиці БД, що містять інформацію про надійність комплектуючих елементів

БД реалізована в СУБД *InterBase* як “вбудована” БД моделі.

Віртуальна структура БД. При завантаженні програми *ISMPN* в оперативній пам’яті (ОП) комп’ютера створюється спискова структура даних, що відображає конструктивну структуру об’єкта РЕТ (рис. 4).

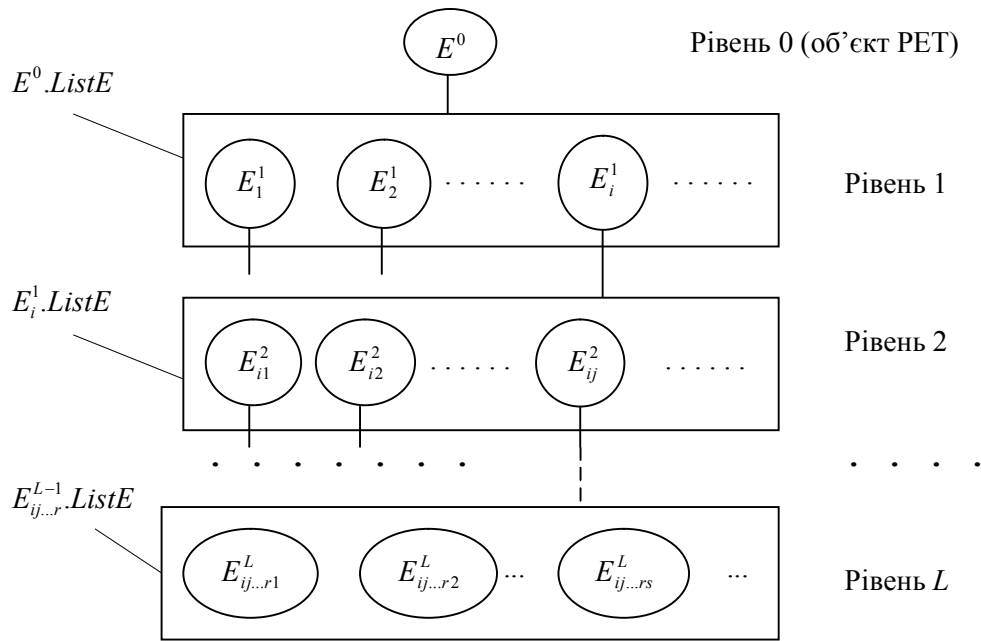


Рис. 4. Ієрархічна структура списків *ListE*

Ця структура даних створюється за інформацією, що зчитується з БД. Елементами створюваних списків є об'єкти, що розуміються в контексті термінології об'єктно-орієнтованого програмування [3]. Кожен із цих об'єктів – це створена в ОП структура даних, що містить інформацію про один елемент об'єкта PET (СЕ або KE). Ці об'єкти породжуються від класу *tE*, опис якого (у скороченому варіанті) показано на рис. 5.

```

tE = class(tObject)
id   : Byte;    // код елемента
ur   : Byte;    // номер рівня
name : String;  // найменування елемента
tel  : Byte;    // тип елемента
Epr  : tE;      // покажчик на батьківський елемент
ListE : tListE; // список підпорядкованих елементів
ListFN : tListFN; // функція розподілу
Delta : Extended; // інтервал дискретності
Tmax  : Extended; // область визначення функції розподілу
.....
constructor Create(...); // конструктор
.....
end;

```

Рис. 5. Опис класу *tE*

Список *tE.ListE*, який є одним із полів класу *tE*, містить вказівники на всі об'єкти, які представляють елементи (СЕ або KE), що входять до складу даного елемента. Завдяки цьому створюється ієрархічна спискова структура даних, ізоморфна конструктивній структурі об'єкта PET. Створення об'єкта *tE* здійснюється конструктором *tE.Create*, який кожного разу при його виклику звертається до БД, знаходить потрібну таблицю (*tblEu* або *tblKEu*) і зчитує з неї інформацію про елемент, який представляється даним екземпляром класу. Виклик конструктора *tE.Create* здійснюється рекурсивно в послідовності обходу всіх вершин дерева конструктивної структури об'єкта PET, починаючи з елементів нижніх рівнів. Таким чином, вся

спискова структура створюється єдиним оператором, що створює об'єкт $E0$, яким представляється об'єкт РЕТ загалом. Оператор має вигляд:

$E0:=tE.Create.$

Вся подальша робота програм моделювання здійснюється над даними, що знаходяться в ОП комп'ютера без звернення до дискової пам'яті. Завдяки цьому істотно скорочуються витрати машинного часу при статистичному моделюванні.

Управління БД. Як відомо, поняття “управління БД” включає питання адміністрування БД, захисту інформації від несанкціонованого доступу, введення, редагування, видалення даних.

Будь-якого спеціального адміністрування БД не вимагається. При роботі з програмою ISMPN потрібно лише:

а) запустити сервер *InterBase* на комп'ютері, на якому виконується програма *ISMPN*;

б) зареєструвати на сервері БД моделі (файл *.gdb*), з якими Ви збираєтесь працювати.

Захист інформації здійснюється шляхом задавання імен користувачів і паролів, які визначаються при створенні БД (наприклад, за допомогою утиліти *IBConsole*).

Введення, редагування, видалення даних здійснюється у програмі *ISMPN* в режимі “База даних”. При запуску програми в цьому режимі відкривається форма, вигляд якої показано на рис. 6 (сторінка “Склад об'єкта”).

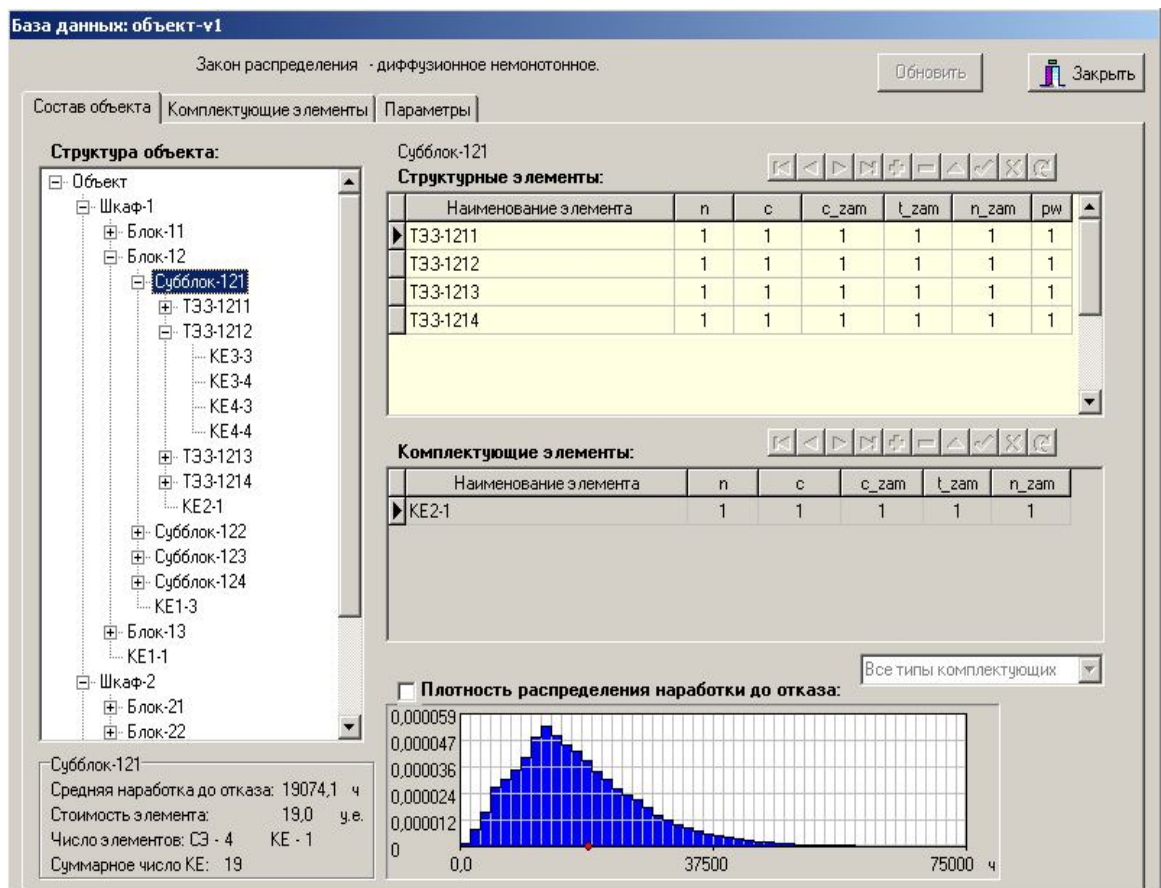


Рис. 6. Сторінка “Склад об'єкта”

У лівій частині форми відображається деревоподібна структура об'єкта, в якій можна “розвернути” будь-яку гілку дерева і вибрати будь-який з елементів. Для виділеного елемента в правій частині відображається така інформація, що відноситься

до нього: списки тих, що входять в нього СЕ і КЕ, гістограма щільності розподілу ймовірності наробітку до відмови.

У нижній частині форми (під деревоподібною структурою) відображається узагальнена інформація для виділеного елемента: середній наробіток до відмови, кількість тих, що входять до його складу СЕ і КЕ, вартість елемента.

Із сторінки “Склад об’єкта” проводяться всі дії по введенню і редагуванню складу і структури об’єкта РЕТ.

На сторінці “Комплектуючі елементи” відображається (і редагується) інформація про показники надійності КЕ (рис. 7).

База данных: объект-v1

Закон распределения - диффузионное немонотонное.

Обновить Закреть

Состав объекта Комплекующие элементы Параметры

Тип элементов: Тип-1 Редактирование типов

Комплект. элем. (изд. нулевого ранга)	Lam10e5	Tcp	Nu	sko	name_z	c	c_zam	t_zam	n_zam
KE1-1	2	50000,0	1,0	50000,0	DN-распред.	1	1	1	11
KE1-2	1,5	66666,7	1,0	66666,7	DN-распред.	1	1	1	11
KE1-3	1,3	76923,1	1,0	76923,1	Лог. нормальн.	1	1	1	11
KE1-5	1,2	83333,3	1,0	83333,3	DN-распред.	1	1	1	11
KE1-4	1,1	90909,1	1,0	90909,1	DN-распред.	1	1	1	11

Рис. 7. Сторінка “Комплектуючі елементи”

Висновки. Розроблена БД призначена для інформаційного забезпечення імітаційної статистичної моделі прогнозування безвідмовності складних об’єктів РЕТ [2]. БД створюється для конкретного типу об’єкта РЕТ і використовується (спільно з програмами моделювання) на всіх етапах життєвого циклу об’єкта РЕТ.

1.БД побудована з використанням СУБД *InterBase*, яка належить до класу потужних сучасних СУБД і відрізняється простотою адміністрування і надійністю в роботі. БД реалізована за принципом “вбудованої СУБД” і вся робота з БД (створення БД, введення і редагування даних) здійснюється з програми моделювання [2].

2.Особливістю реалізації БД є розділення фізичних даних, що зберігаються на жорсткому диску, і даних, що створюються в оперативній пам’яті тільки під час моделювання. Завдяки цьому, в процесі моделювання всі розрахунки проводяться в оперативній пам’яті (без звернень до диску) і істотно скорочуються витрати машинного часу.

ЛІТЕРАТУРА:

1. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення. - Введ. 01.01.96. - 49 с.
2. Браун В.О., Цыцарев В.Н. Имитационная статистическая модель для прогнозирования показателей безотказности сложных объектов радиоэлектронной техники // Электронное моделирование. - 2004. № 4. - С. 83-93.

3. Дарахвелидзе П.Г., Марков Е.П. Программирование в Delphi 7. - СПб.: БХВ-Петербург, 2004. - 784 с.
4. Гофман В.Э., Хомоненко А.Д. Работа с базами данных в Delphi. - СПб.: БХВ-Петербург, 2000. - 656 с.
5. Ковязин А., Востриков С. Мир InterBase. Архитектура, администрирование и разработка приложений баз данных в InterBase/Firebird/Yaffil. - М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2002. - 496 с.

Рецензент: д.т.н., проф. **Лєнков С.В.**

д.т.н., проф. **Герасимов Б.М.** (ВІКНУ)
к.т.н. **Казанцев О.Ю.** (ВІКНУ)
Репецкий А.А. (ВІКНУ)

СТРУКТУРА ТА ФУНКЦІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРУ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ОПЕРАТОРІВ РЕТ

В даній роботі проводиться огляд існуючих тренажерів для підготовки операторів РЕТ, розглядається архітектура системи та дається обґрунтування структури інтелектуального тренажера.

В данной работе проводится анализ существующих тренажеров для подготовки операторов РЭТ, рассматривается архитектура системы и дается обоснование структуры интеллектуального тренажера.

The article is about existing simulators for electronics operators training, system structure is examined and it is proposed the basis of intellectual simulator structure.

Високі вимоги до якості підготовки операторів обробки та видачі радіолокаційної інформації, необхідність економії ресурсу техніки спричиняють особливу актуальність проблеми подальшого розвитку й застосування учбово-імітаційних засобів, які використовуються для підготовки оперативного персоналу в інформаційних системах військового та цивільного призначення.

Незважаючи на досить широкий спектр існуючих імітаторів і тренажерів для навчання операторів радіолокаційних систем, ефективність їхнього застосування залишається низкою.

Недоліки існуючих тренажерів для підготовки операторів РЕТ. Аналіз показує, що причиною недоліків технічних засобів навчання й тренування є:

По-перше:

відсутність функцій автоматизованого навчання, контролю знань і отриманих навичок тих, яких навчають;

відсутність або обмежені можливості автоматизованого контролю й оцінки персональної і групової діяльності.

По-друге:

недосконалість засобів імітації і керування, як центральних елементів таких систем, а саме:

відсутність можливості забезпечення адекватності штучно створюваної повітряної обстановки тієї, що прогнозується, виходячи з льотно-технічних характеристик і тактики дій засобів повітряного нападу (ЗПН) та інших повітряних об'єктів;

радіолокаційне поле, що моделюється, та обробка інформації не відповідає можливостям і режимам роботи засобів виявлення;

не враховуються особливості рельєфу місцевості й інших факторів конкретної позиції (будови, рослинність, лінії електропередач і т.п.), а також погодні умови;

немає зворотнього зв'язку роботи засобів імітації радіоелектронної техніки і дій тих, кого навчають.

велика трудомісткість планування і введення початкових даних для імітації радіолокаційної обстановки;

неможливість об'єднання засобів імітації в єдину систему для проведення комплексних тренувань і навчань єдиним задумом і керівництвом.

По-третє:

відсутність або дуже обмежені можливості тренажно-імітаційних засобів, що існують, проводити порівняльні оцінки дій людини-оператора й автоматичних засобів (керування, супроводу й т.п.), що не дозволяє:

проводити наочне й конкретне навчання діям по втручання в роботу автоматичних засобів (програмних і апаратних);

впроваджувати й випробовувати нові технічні засоби, проводити науково-технічні експерименти;

Крім того, ці засоби мають низькі технологічні й експлуатаційні характеристики, а також велике енергоспоживання.

У зв'язку з цим, одним із напрямків розвитку КЗН є розробка нового покоління систем даного класу - інтелектуальних тренажерів (ІТ). Для проектування ІТ використовуються методи й засоби штучного інтелекту. У цей час клас ІТ стає все більш популярним, оскільки в них реалізуються багато принципово нових можливостей систем навчання, що відповідають самим жорстким вимогам.

Обґрунтування структури інтелектуального тренажеру. У конкретному процесі навчання операторів радіолокаційних станцій можна виділити два компоненти: навчання поняттям і формування вмінь і навичок. Тому навчальні комплекси й тренажери повинні оперувати як зі знаннями про поняття предметної області, так і знаннями про характерні для даної області діях і проблемних ситуаціях, в процесі дозволу яких в того, кого навчають, формуються необхідні вміння й навички. Перші називають „знаннями про предметну область”, другі – „знаннями про розв'язувані завдання”. Знання ці доцільно розділяти, оскільки знання про предметну область, що відбивають наукові подання про її понятійну структуру, в більшості випадків є постійним і консервативним компонентом. Зміст же знання про розв'язувані завдання може варіюватися залежно від поточних навчальних цілей. Виходячи з цих міркувань, ІТ у своєму розвитку може містити дві порівняно незалежні навчальні системи: перша для формування понять предметної області й друга - формування понять про характерні для даної області дії для прищеплювання навичок і формування вміння.

Загальна структура ІТ, взаємодія його компонентів представлена на рис. 1.

Інтелектуальний тренажер складається з двох систем - навчальної й тренажно-імітаційної.

Навчальна система ІТ являє собою інтелектуальну навчальну систему, побудовану на основі знань експертів і призначену для формування понять про характерні для даної області дії, прищеплювання навичок і формування вміння. Тренажно-імітаційна система включає функціональні моделі об'єктів процесів керування й штучного середовища. Інтегруючись із модулями навчальної системи, вона генерує інформаційні моделі у відповідності зі сценарієм навчання й впливів на них з боку тих, кого навчають, і (при необхідності) навчальних. У цьому випадку вона виконує функцію забезпечення навчальної підсистеми.

Ефективність інтелектуальних систем оцінюється на основі порівняння їхніх можливостей з діяльністю досвідченого інструктора (експерта предметника). Інтелектуальний тренажер, ґрунтуючись на знаннях інструктора про рішення навчального завдання (УЗ), направляє тих, кого навчають, оцінює методи рішення завдання, запропоновані тими, кого навчають, і надалі використовує їх, якщо ті виявилися більш ефективними. Підбирає для кожного, кого навчають, залежно від рівня його

підготовки, навчальні завдання прогресуючої складності. Якщо тому, кого навчають, потрібна допомога-пропонує йому план рішення й показує прийоми рішення. Оцінюючи успіхи тих, кого навчають, визначає раціональну стратегію навчання, а при необхідності-повторює з тими, кого навчають, раніше пройдений матеріал. При допущенні помилок тими, кого навчають, ІТ здійснює негайний зворотній зв'язок, а після виконання УЗ може показати більш ефективне рішення.

Таким чином, інтелектуальний тренажер-це програмно-апаратна комп'ютерна система, за допомогою якої забезпечується підготовка операторів РЕТ до необхідного рівня на основі цілеспрямованого використання знань експертів в області бойової роботи; імітаційного різноманітного моделювання двосторонніх бойових дій; діагностики знань, умінь і навичок у тих, кого навчають, по виконанню УЗ, нагромадження даних об'єктивного контролю й оптимального керування навчанням.

По мірі підвищення рівня навченості операторів доведення відповідних інструкцій і підказок припиняється й забезпечується підвищення складності УЗ (інтенсивності імітації тактичних ситуацій). В такий спосіб, за допомогою імітатора адаптивно (залежно від успіхів навчання), змінюється імітаційна повітряна обстановка, необхідна складність й інтенсивність імітації тактичних ситуацій.

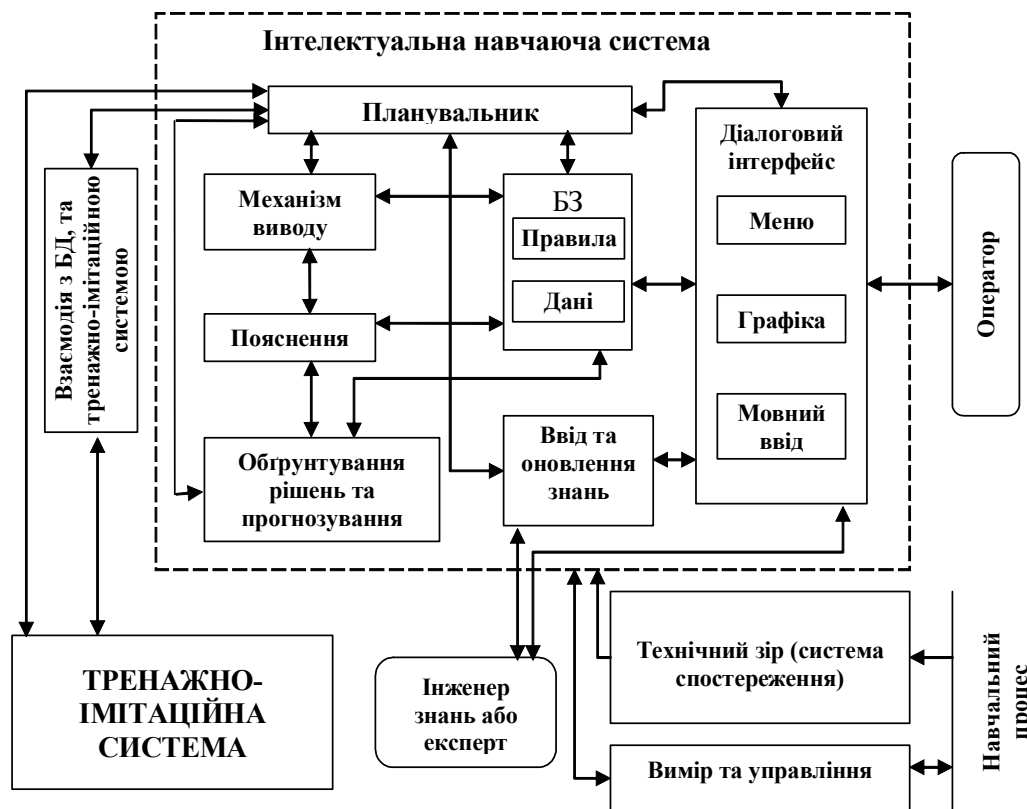


Рис.1. Структура інтелектуального тренажеру

Архітектура інтелектуальної навчальної системи. Кожна з підсистем у складі ІНС будується за тими ж принципам, що й будь-яка окрема інтелектуальна система, тобто, має свою базу знань (БЗ) і механізми її переробки [1]. При цьому, БЗ кожної з підсистем входить до складу загальної БЗ ІНС і зберігається в одній і тій же пам'яті, що значно полегшує процес взаємодії підсистем. У цьому випадку БЗ ІНС здобуває складну структуру й великий обсяг, а механізми її обробки мають різну типологію, тобто, є змішаними.

Для розробки системи з такою складною структурою необхідні потужні базові інструментальні засоби, розробка яких є одним із завдань даної роботи.

Підсистема рішення завдань і ознайомлення з предметною областю. Однією з вимог, що висувається до сучасних ІНС, є їх здатність самостійно вирішувати завдання із предметної області, по якій ведеться навчання. При цьому, клас цих завдань не повинен обмежуватися деяким конкретним, заздалегідь заготовленим набором умов завдань та їх рішень, як це було прийнято в АНС. Клас розв'язуваних ІНС завдань може обмежуватися лише інформаційною насиченістю бази знань (БЗ) предметної області, а вирішення цих завдань система повинна знаходити самостійно в результаті обробки БЗ. Обробка БЗ здійснюється шляхом набору механізмів переробки знань, які включаються до складу інструментальних засобів проектування ІНС.

Умови розв'язуваних завдань можуть бути або заготовлені в складі навчального матеріалу або згенеровані системою чи введені користувачем.

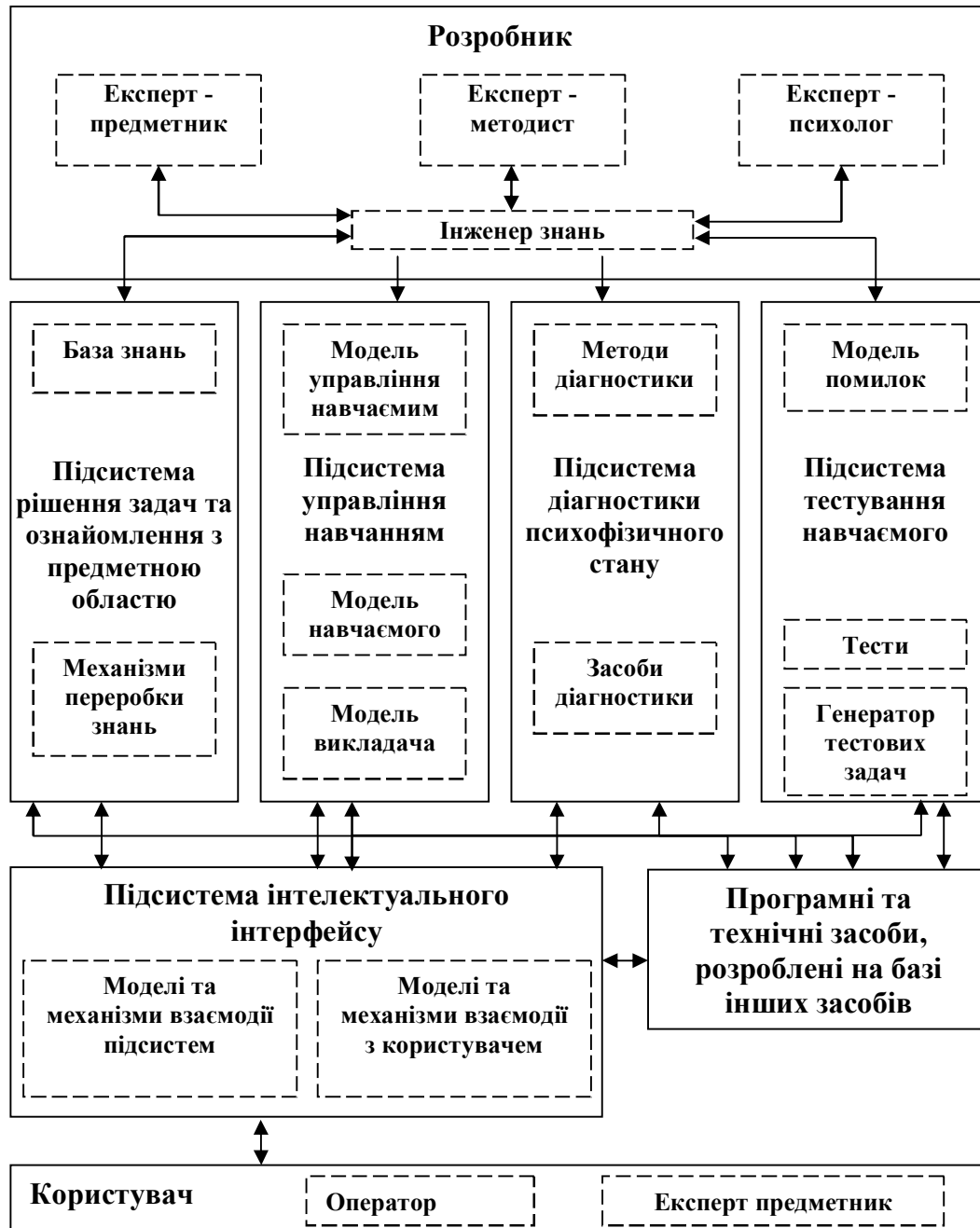


Рис. 2. Архітектура інтелектуальної навчальної системи

Далеко не кожна комп'ютерна система навчання може сама вирішувати завдання, рішенням яких вона навчає користувача.

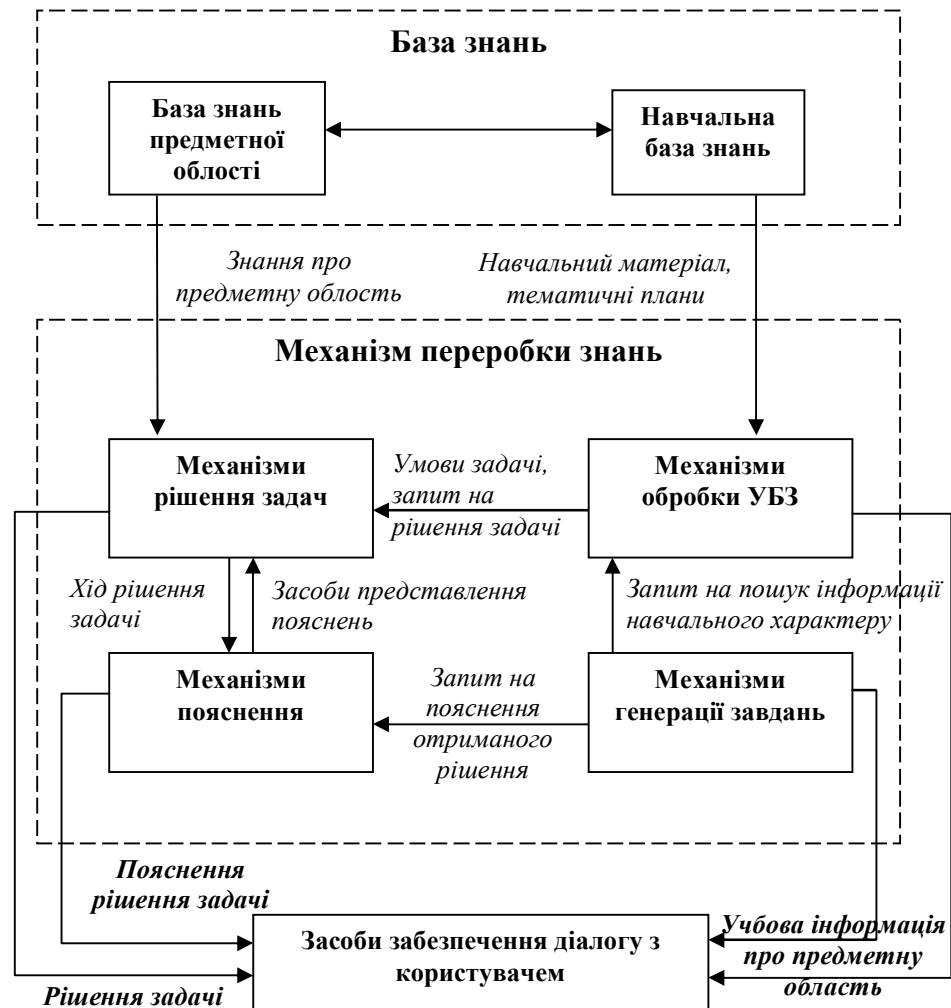


Рис. 3. Архітектура підсистеми рішення завдань і ознайомлення з предметною областю

Рішення завдань і безпосереднє навчання користувача здійснюється підсистемою рішення завдань і ознайомлення із предметною областю (ПсРЗіПОб), основні компоненти якої наведені на рис. 3. Основою розглянутої підсистеми є модель предметної області.

В навчальній БЗ утримується інформація навчального характеру, необхідна для ознайомлення з поняттями й закономірностями досліджуваної ПОб. На відміну від БЗ предметної області, НБЗ, головним чином, містить інформацію, що використовується для безпосереднього виводу користувачеві, а не для рішення завдань. Однак, обидві ці БЗ тісно зв'язані, тому що основними елементами в них є знаки [2] об'єктів і відносин розглянутої ПОб, які є загальними для обох БЗ. Таким чином, об'єкти й відносини ПОб розглядаються в БЗ ПсРЗіПОб із двох позицій:

як елементи, що використовуються для безпосереднього опису закономірностей ПОб, які враховують при рішенні завдань;

як елементи, про які необхідно "розповісти" тому, кого навчають, і тим самим навчити його.

Підсистема керування навчанням. Головною метою будь-якої навчальної системи є навчання користувача знанням й умінням у деякій ПОб. Однак, цю мету не можна вважати єдиною, тому що іншим важливим завданням є оптимізація тимчасових витрат на навчання й підвищення його ефективності, тобто, комп'ютерна система повинна вміти організувати свою роботу таким чином, щоб якісно навчити користувача за мінімальний час. Досягнення цієї мети в ІНС покладається на підсистему керування навчанням (ПсКН), основою якої є модель навчання. Існують різні підходи до трактування й реалізації процесів керування навчання. На рис. 4. зазначені основні компоненти ПсКН в складі

пропонованої архітектури ІНС, а також відзначені напрямки й мета її взаємодії з іншими підсистемами. З малюнка видно, що ПсКН в ІНС займає центральне місце, оскільки вона фактично виступає як посередник у взаємодії всіх підсистем в складі ІНС.

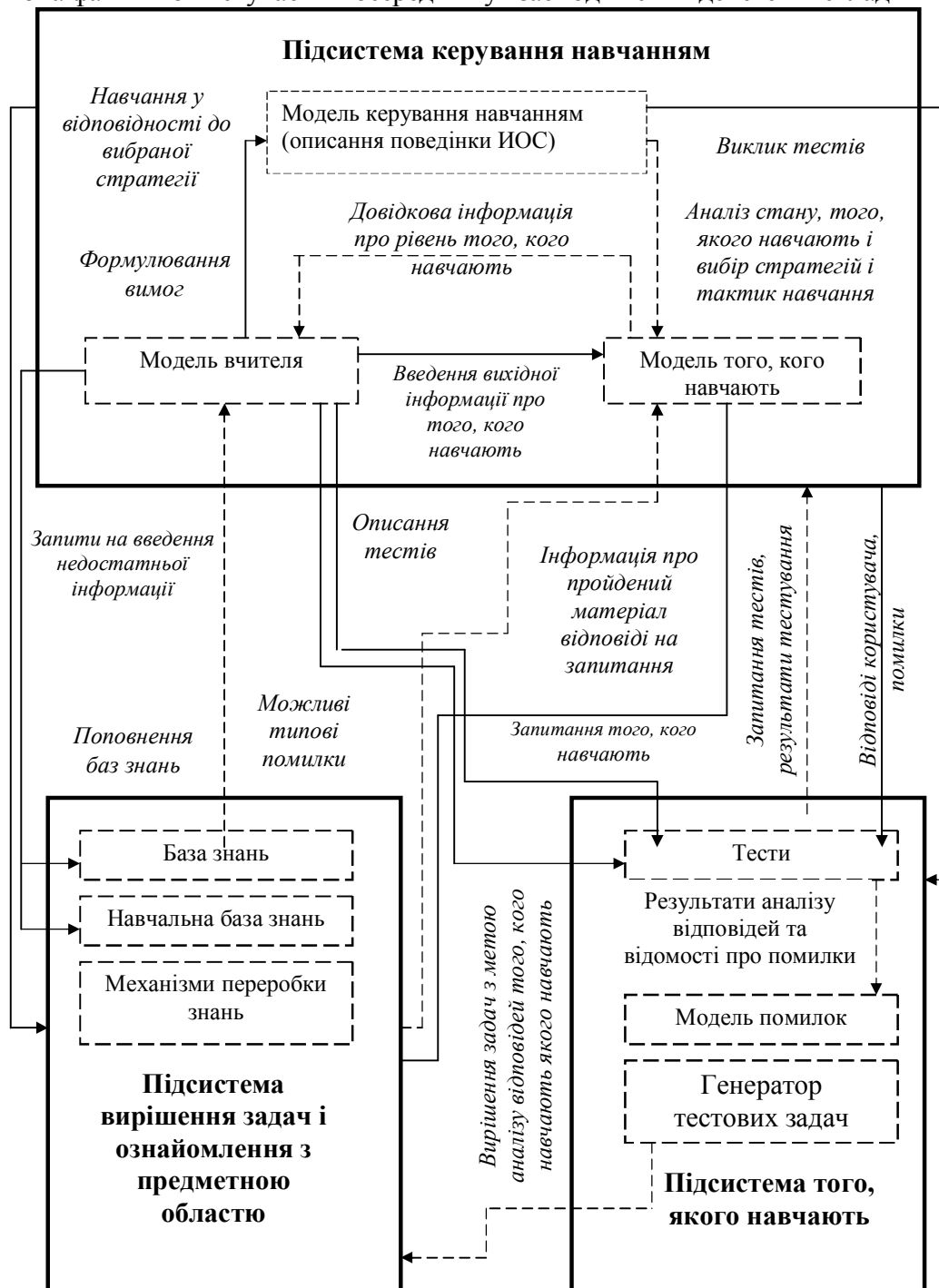


Рис. 4. Архітектура підсистеми керування навчанням

Підсистема тестування того, якого навчають. Крім початкових відомостей про того, якого навчають для того, щоб скоординувати свої дії стосовно нього, ІНС необхідно одержувати оперативну інформацію про те, що і наскільки добре він знає й уміє. З цієї метою виробляється тестування того, кого навчають, (зазначимо, що тестування може проводитися й на етапі "знайомства" ІНС із тими, кого навчають, тобто, для формування вихідної інформації про нього). Для цього в складі ІНС, як і в будь-якій іншій навчальній системі, є присутнім відповідний компонент, названий підсистемою тестування того, кого навчають. Існують різні підходи щодо організації тестів [3; 4].

В даній роботі класифікація тестів проводиться за двома ознаками:

за цілями тестування – тести поділяються на екзаменаційні і діагностичні [5];

за способом реалізації – тести поділяються на зовнішні й внутрішні.

Для аналізу помилки й вибору подальшої тактики взаємодії з користувачем необхідні відповідні методи й засоби виявлення, опису й аналізу помилок. З цією метою до складу підсистеми тестування введено модель помилок.

Модель помилок являє собою опис можливих помилок того, кого навчають, а також механізми їх обробки з метою вибору того чи іншого навчального впливу. Крім того, в цю модель включаються механізми порівняння припущених користувачем помилок з передбачуваними з метою перетворення самої моделі помилок відповідно до стану того, кого навчають.

При розробці ІНС варто також розрізняти тести за способом реалізації, які поділяються на зовнішні й внутрішні.

На рис. 4. представлена схема взаємодії компонентів підсистеми тестування з іншими підсистемами в складі ІНС.

Аналогічним чином будуються засоби тестування психофізичного стану користувача. Для реалізації тестів зазначеного типу необхідні також знання експертів в даній області.

Висновки. Варто зазначити, що застосування методів і засобів штучного інтелекту дає можливість розробляти складні й одночасно гнучкі системи, що є характерним для тренажерних систем. Таким чином, з'являється можливість переходу від ІНС до інтелектуальних тренажерних систем (ІТС). Необхідно відзначити, що даний клас систем є найбільш перспективним, тому що їх застосування дозволяє здійснювати навчання деякому комплексу вмінь і навичок, витрачаючи на це набагато менше засобів, ніж при роботі з реальними об'єктами, приладами й т.п. ІТС являють собою трохи більш складний клас систем, оскільки в них сполучаються можливості ІНС із широким використанням засобів мультимедіа й віртуальної реальності (ВР), а також всіляких додаткових вимірювальних, приладів що аналізують стан того, кого навчають.

Таким чином, ІНС нового покоління являє собою складну ієрархічну систему, що складається із сукупності взаємодіючих між собою підсистем, кожна з яких вирішує деякий певний клас завдань з метою забезпечення оптимального режиму навчання за допомогою комп'ютера.

Виходячи з вищезазначеного, ІНС нового покоління являють собою більш розвинутий і, як наслідок, більш складний клас КЗН, в яких вирішуються наступні проблеми:

- обробка великих обсягів складноструктурованої інформації різного типу;
- забезпечення гнучкості й легкої модифікуємості системи з метою адаптації до користувача;
- робота в режимі реального часу;
- інтеграція різних програмних систем у складі однієї системи.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Голенков В.В., Гулякина Н.А., Елисеева О.Е.* Инструментальные средства проектирования интеллектуальных обучающих систем.- Мн.: БГУИР, 1999. - 102 с.
2. *Голенков В.В.* Графодинамические методы и средства параллельной асинхронной переработки информации в интеллектуальных системах.- Мн.: БГУИР, 1996. - 295 с.
3. *Ермаков М.Г., Андреева Л.Е.* Вопросы разработки тестирующих программ // Информатика и образование.- 1997.- № 3.- С.87-89.
4. *Леонидов В.А., Герасимов Н.А.* Оптимизация структуры диалога в человеко-машинной системе принятия решений // Диалоговые системы. Рига: Зинатне.- 1981. - Вып.4. - С.3-14.
5. *Дорошкевич А.М.* Программирование контроля умения решать задачи // Материалы лекции, прочитанной в Политехническом музее на факультете программированного обучения.- М.: Знание, 1970. - 36 с.

Рецензент: д.т.н., проф. **Шохін Б.П.**

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ГІДРОДИНАМІЧНИХ СИЛ ТА ІНЕРЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛАВАЮЧОЇ МАШИНИ (ПМ) ПРИ ВЕРТИКАЛЬНИХ КОЛИВАННЯХ

В даній статті автор розкриває методику розрахунку параметрів вертикальних коливань плаваючої машини (ПМ) на мілководді.

Метою даної статті є визначення та обґрунтування коефіцієнта демпфірування ПМ при вертикальних коливаннях плаваючої машини на мілководді; визначення та обґрунтування амплітуди вертикальних коливань ПМ на морському хвилюванні.

Практичне значення методики полягає в тому, що вона дозволяє вирішувати завдання, пов'язані з розрахунком та водохідних та морехідних якостей ПМ, які використовуються для подолання водних перешкод на хвилюванні.

В данной статье автор раскрывает методику расчета параметров вертикальных колебаний плавающей машины (ПМ) на мелководье.

Целью данной статьи является определение и обоснование коэффициента демпфирования ПМ при вертикальных колебаниях плавающей машины на мелководье; определение и обоснование амплитуды вертикальных колебаний ПМ на морском волнении.

Практическое значение методики заключается в том, что она позволяет решать задачи, связанные с расчетом и водоходных и мореходных качеств ПМ, которые используются для преодоления водных препятствий на волнении.

In the given article an author exposes the method of computation of parameters of vertical vibrations of floating machine (PM) on shoal.

Determination and ground of coefficient of dempfirovaniya (PM) at vertical vibrations of floating machine on shoal is the purpose of the given article; determination and ground of amplitude of the vertical vibrations PM on marine agitation.

The practical value of method consists that she allows to decide the tasks, related to computation and the vodohodnih and nautical qualities PM, which are used for overcoming of water obstacles on agitation.

Дана робота відповідає формулі дослідження, якою є обґрунтування та науково-технічне, експериментальне дослідження морехідних якостей ПМ та розробка методів дослідження щодо шляхів розвитку озброєння та військової техніки.

Напрямок дослідження є визначення можливостей та шляхів удосконалення існуючих зразків плаваючих машин, їх модернізація та поліпшення їх водохідних і морехідних характеристик.

Робота виконана з дотриманням вимог Воєнної доктрини України та інших нормативно-правових актів, які, в свою чергу, передбачають основні складові забезпечення розвитку воєнної безпеки України в мирний та воєнний час а також виконання державних програм модернізації озброєння та військової техніки, розроблення та впровадження їх новітніх зразків.

Актуальність роботи полягає у вирішенні гідродинамічної задачі руху плаваючої машини на мілководді в умовах морського хвилювання.

Аналізом літературних джерел за напрямком дослідження було встановлено, що одними з перших провідних вчених, які започаткували дослідження та розвиток напрямку дослідження морехідних якостей гусеничних та колісних плаваючих машин, здатних долати водні перешкоди та виконувати інші задачі бойового забезпечення, включаючи забезпечення морських десантів, форсування водних перешкод та мінування водних ділянок морів та річок, були російські вчені Аксенов П.В. та Кононович Ю.А. [1], в подальшому їх вчення продовжив російський вчений Степанов А.П., який в роботі [2], спираючись на теоретичні засади теорії корабля, виклав

особливості конструкції, основи теорії та розрахунку морехідних якостей плаваючих колісних та гусеничних машин, а також особливості їх дослідження.

Автором у роботі [2] були досліджені водохідні характеристики ПМ, а саме; плавучість та остійність гусеничних та колісних плаваючих машин. Спираючись на принципи та закони теорії корабля, автор в роботі розробив ряд методів розрахунку плавучості та остійності плаваючих машин, але у порівнянні із сучасними методами дослідження морехідних якостей попередні не відповідають сучасним вимогам. Було проведено та обґрунтовано шляхи дослідження гідродинамічних сил та моментів, що діють на ПМ та визначено шляхи їх дослідження. Для дослідження опору води руху плаваючої машини були визначені і змодельовані форми та розміри підводної частини корпусу ПМ.

На жаль, в роботах [2,3,4] недостатньо були розкриті методи розрахунку параметрів водохідних якостей плаваючих машин, таких як, розрахунки коефіцієнтів приєднаної маси та коефіцієнтів демпфірування, а також недостатньо встановлені їх залежності від відносної кругової частоти. Під час проведеного аналізу робіт провідних вчених, виникли протиріччя між існуючими методами дослідження морехідних якостей плаваючих машин (ПМ) та сучасними вимогами теперішніх керівних документів та стандартів.

В роботі [2] автор подає методику для розрахунку впливу конструкції ходової частини плаваючих машин на величину приєднаної маси води. Однак в цій методиці не враховують схвильовану поверхню води та дію води на внутрішню частину корпусу ПМ.

В роботі [3] автори подають методику визначення коефіцієнта приєднаних мас води, однак в цих роботах, при проведенні розрахунків, не враховують глибину фарватеру, максимальну ширину шпангоутів, та їх складову - відносну кругову частоту коливань та відносну ширину корпусу плаваючої машини.

В роботі [4] автори подають методику визначення коефіцієнта приєднаних мас та інерційних характеристик при поступальному русі машини. Також наводиться приклад розрахунку приєднаної маси води шляхом встановлення віброустановки на масштабних моделях машин. Однак, автори тільки якісно висвітлюють шляхи вирішення проблеми щодо дослідження поведінки плаваючої машини на воді, а конкретних висновків немає.

На відміну від попередніх авторів д.т.н. Воробйов Ю.В. в роботі [5] пропонує поділ корпусу корабля на шпангоутні контури (пластини) [6] та приймає за розрахункову ширину максимальну ширину шпангоутного контуру, а як за розрахункове бере осідання корпусу ПМ, де T – максимальне осідання шпангоутного контуру. Тому, керуючись теорією корабля, вважається правильним використати дану методику для дослідження морехідних якостей гусеничних плаваючих машин.

Таким чином, в результаті огляду літератури за темою можна дійти висновків, що виявлення впливу значного мілководдя при вертикальних коливаннях на плаваючу машину до кінця не досліджено, тому дана робота присвячена розробці методики розрахунку приєднаної маси та коефіцієнта демпфірування при вертикальних коливаннях плаваючої машини на значному мілководді та встановлення залежностей від відносної кругової частоти.

Об'єктом дослідження є морехідні якості ПМ при поступальному русі плаваючої машини у фарватері обмеженої глибини та мілководді.

Предметом дослідження є коливальний рух ПМ на мілководді та його вплив на машину.

Наукова задача роботи полягає в удосконаленні існуючих методів розрахунку коефіцієнтів демпфірування та амплітуди вертикальних коливань з врахуванням новітніх розробок по розрахунку фази коливань; встановлення залежностей між коефіцієнтами демпфірування та відотною круговою частотою, встановлення залежностей між амплітудою вертикальних коливань та відотною круговою частотою.

Метою роботи є розробка методики розрахунку коефіцієнтів вертикальних коливань та встановлення залежностей (від кругової частоти).

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно вирішити такі окремі задачі:

- розробити та обґрунтувати методику визначення коефіцієнта демпфірування при вертикальних коливаннях плаваючої машини на значному мілководді;
- аналітично-математичним методом розрахувати у відносному вигляді коефіцієнти демпфірування та приєднаної маси для кожного шпангоутного контуру;
- кількісно оцінити умови впливу глибини фарватеру на осідання плаваючої машини на мілководді;
- розробити математичну модель дії хвилювання на ПМ при вертикальних коливаннях на значному мілководді.

Методи дослідження ґрунтуються на теорії корабля та використанні програмного забезпечення на ЕОМ.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у впровадженні в існуючу методику розрахунку морехідних якостей ПМ умовного поділу корпусу ПМ на шпангоутні контури [5], що дає можливість більш точно дослідити динаміку машини на мілководді, а також використовувати дану методику при проектуванні плаваючих машин, забезпечивши тим самим безпеку виконання завдань на морі.

Розроблену методику доцільно використовувати при розрахунках морехідних та водохідних характеристик плаваючих машин при проектуванні ПМ.

Постановка задачі ґрунтується на складанні математичної моделі коливань руху ПМ на мілководді.

Вихідними даними є дані, визначені в таблиці 1.,

Таблиця 1.

Позначення величини	λ_{33}	μ_{33}	α_m	k	σ	B, H, T	ρ
Розмірність	кг/м	кг/м·с	1/м	1/м	с ⁻¹	(м)	кг/м ³

де λ_{33} – коефіцієнт демпфірування;

μ_{33} – приєднана маса;

α_m – відносний корінь;

k – відносний коефіцієнт;

σ – кругова частота;

B, H, T – розміри ПМ;

ρ – тиск води.

Для визначення коефіцієнтів демпфірування приймаємо дану методику, оскільки при частотах близьких до нуля обчислення сили, що демпфірує, з урахуванням множника $\cos \sigma t$ може привести до значних похибок.

$$\mu_{33} = \frac{\sigma}{\rho g^2 A^2} |X_3|^2,$$

де $|X_3|^2$ – амплітуда зхвилюваної сили.

Для обчислення обурюючої сили, застосовуємо формулу (1).

$$X_3 = i\gamma A e^{i\sigma t} \frac{2Bke^{ikB/2}}{chkH(kH + shkHchkH)} \int_0^H ch^2 k(z - H) dz \quad (1).$$

Обчислюємо інтеграл

$$\begin{aligned}
 \int_0^H ch^2 k(z-H) dz &= \left\{ \begin{array}{l} \text{Виконуємо заміну } z-H=t \\ \text{При } z=0 \quad t=-H \\ \text{При } z=H \quad t=0 \end{array} \right\} = \int_{-H}^0 ch^2 k t dt = \frac{1}{2k} shkt chkt \Big|_{-H}^0 + \frac{t}{2} \Big|_{-H}^0 = \\
 &= \frac{H}{2} + \left(\frac{1}{2k} shkH chkH \right) = \frac{H}{2} + \left(\frac{1}{4k} sh2kH \right) = \frac{1}{2k} (kH + sh2kH) = \frac{1}{2k} (kH + shkH chkH) \Rightarrow \\
 X_3 &= i\gamma A e^{i\sigma t} \frac{2Bk e^{ikB/2}}{chkH} \cdot \frac{1}{2k} = i\gamma A e^{i\sigma t} \frac{B e^{ikB/2}}{chkH}; \\
 \tilde{X}_3 &= Re X_3 = Re \left\{ i\gamma A e^{i\sigma t} \frac{B}{chkH} (\cos(kB/2 + \sigma t) + i \sin(kB/2 + \sigma t)) \right\} = -\gamma A \frac{B}{chkH} \sin(kB/2 + \sigma t); \\
 \tilde{X}_3 &= X_3^c \cos \sigma t + X_3^s \sin \sigma t \Rightarrow \tilde{X}_3 = -\gamma A \frac{B}{chkH} \sin kB/2 \cos \sigma t - \gamma A \frac{B}{chkH} \cos kB/2 \sin \sigma t \Rightarrow \\
 X_3^c &= -\gamma A \frac{B}{chkH} \sin kB/2; \quad X_3^s = -\gamma A \frac{B}{chkH} \cos kB/2; \\
 |X_3| &= \gamma A \frac{B}{chkH}.
 \end{aligned} \tag{2}$$

Складаємо рівняння для коефіцієнта демпфірування:

$$\begin{aligned}
 \mu_{33} &= \frac{\sigma}{\rho g^2 A^2} \frac{\rho^2 g^2 A^2 B^2}{ch^2 kH} \text{ т.е.} \\
 \mu_{33} &= \frac{\sigma \rho B^2}{ch^2 kH}
 \end{aligned} \tag{3}$$

Вибравши еталонні значення цих величин (ρ , H) визначаємо, яку частку складають інші величини від добутку еталонних. ρ , кг/м³; H , м; g , м/с²

Відносні корені трансцендентних рівнянь $\bar{\alpha}_m = \alpha_m \cdot H$; $\bar{k} = k \cdot H$

Відносне осідання ПМ розраховуємо за виразом $\bar{T} = T/H$

Підставивши в рівняння (3) отримані значення отримаємо вираз для визначення приєднаної маси:

$$\begin{aligned}
 \bar{\mu}_{33} \rho H \sqrt{gH} &= \frac{\rho \bar{\sigma} \sqrt{g/H} \cdot \bar{B}^2 \cdot H^2}{ch^2 (\bar{k}/H) H}, \\
 \bar{\lambda}_{33} \rho H^2 &= \rho \bar{B}^2 \cdot H^2 \sum_{m=1}^{\infty} \frac{\cos(\bar{\alpha}_m/H) \cdot (\bar{T} \cdot H - H)}{(\bar{\alpha}_m/H) \cdot H + \sin(\bar{\alpha}_m/H) H \cos(\bar{\alpha}_m/H) H}.
 \end{aligned}$$

Спростивши отримані вирази і скоротивши обидві частини першого виразу на $\rho H \sqrt{gH}$, а обидві частини другого, відповідно на ρH^2 , дістанемо:

$$\begin{aligned}
 \bar{\mu}_{33} &= \frac{\bar{\sigma} \cdot \bar{B}^2}{ch^2 \bar{k}}; \\
 \bar{\lambda}_{33} &= \bar{B}^2 \sum_{m=1}^{\infty} \frac{\cos \bar{\alpha}_m \cdot (\bar{T} - 1)}{\bar{\alpha}_m + \sin \bar{\alpha}_m \cos \bar{\alpha}_m}.
 \end{aligned} \tag{4}$$

Приведемо до відносного вигляду трансцендентні рівняння, коренями яких є α_m і k .

$$\bar{\alpha}/H \times \operatorname{tg}(\bar{\alpha}/H) \cdot H + \frac{\bar{\sigma}^2 g/H}{g} = 0,$$

$$\bar{k}/H \times \operatorname{th}(\bar{k}/H) \cdot H - \frac{\bar{\sigma}^2 \cdot g/H}{g} = 0.$$

Спростивши обидва вирази та перемноживши їх праві і ліві частини на H , приходимо до таких формул:

$$\bar{\alpha} \cdot \operatorname{tg} \bar{\alpha} + \bar{\sigma}^2 = 0,$$

$$\bar{k} \cdot \operatorname{th} \bar{k} - \bar{\sigma}^2 = 0. \quad (5)$$

Для того, щоб порахувати у відносному вигляді коефіцієнти демпфірування і приєднані маси для кожного шпангоутного контуру, виконаємо необхідні обчислення і в якості вихідних даних використаємо значення H , V , T , а також заданий діапазон кругових частот σ .

Дані отримані в результаті розрахунку заносимо до таблиці 2.

Таблиця 2

Кругова частота, з^{-1}	Відносна кругова частота	Відносний коефіцієнт демпфірування	Відносна приєднана маса
3,742	0,472	1,677	0,775
4,123	0,520	1,762	0,775
4,586	0,579	1,823	0,775
5,159	0,651	1,849	0,775
5,881	0,741	1,819	0,775
6,813	0,860	1,665	0,775
8,051	1,016	1,33	0,775
9,756	1,231	0,7844	0,782
12,321	1,555	0,2042	0,784

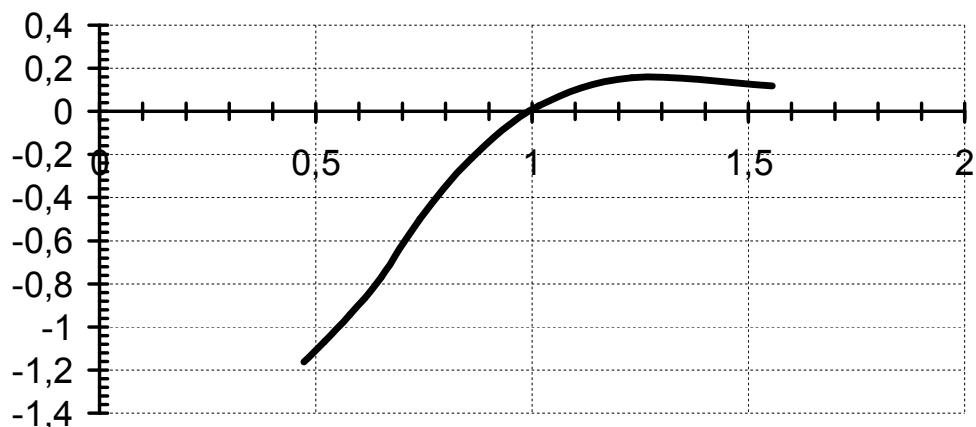


Рис. 1 Графік залежності відносного коефіцієнта демпфірування від відносної кругової частоти

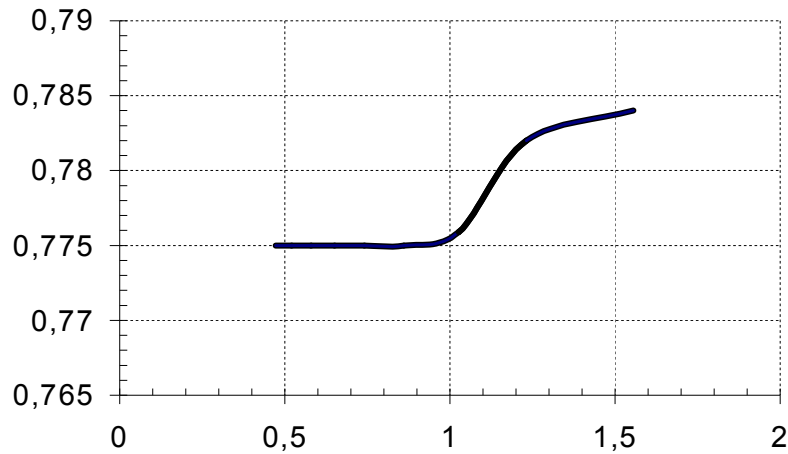


Рис. 2. Графік залежності відносної приєднаної маси від відносної кругової частоти

Інтегруємо приєднані маси і коефіцієнти демпфірування по довжині машини й одержуємо наступні результати:

Таблиця 3

Безрозмірна кругова частота	$\bar{\mu}_{33}$	$\bar{\lambda}_{33}$
0,472	1,2508	0,994327
0,520	1,348662	0,955816
0,579	1,461315	0,905491
0,651	1,597874	0,86989
0,741	1,960786	0,843092
0,860	2,361348	0,85033
1,016	3,005037	0,869303
1,231	4,67224	0,884966
1,555	10,91536	0,900403

Приєднана маса прямопропорційна до маси машини ρV , кг, де $V, \text{м}^3$ - об'ємна водотоннажність, коефіцієнт демпфірування віднесений до $\rho V \sqrt{g/H}$

Водотоннажність визначимо по стройовій по шпангоутах:

Таблиця 4

№ шпангоута	Площа шпангоута, м^2
1	0,0066
2	0,01452
3	0,02904
4	0,033994
5	0,033994
6	0,033994
7	0,033994
8	0,026506
9	0,01528
10	0,00759

В результаті інтегрування стройової по шпангоутах по довжині одержуємо, що об'ємна водотоннажність $V = 0,030855 \text{ м}^3$, а маса підводної частини $\rho V = 30,85468 \text{ кг}$.

Для ілюстрації приведені графіки залежностей $\mu_{33}(\bar{\sigma})$ і $\lambda_{33}(\bar{\sigma})$

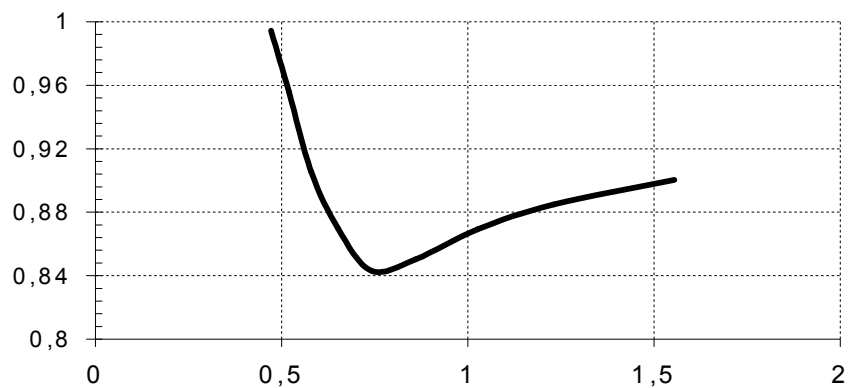


Рис. 3. Графіки залежностей $\mu_{33}(\bar{\sigma})$

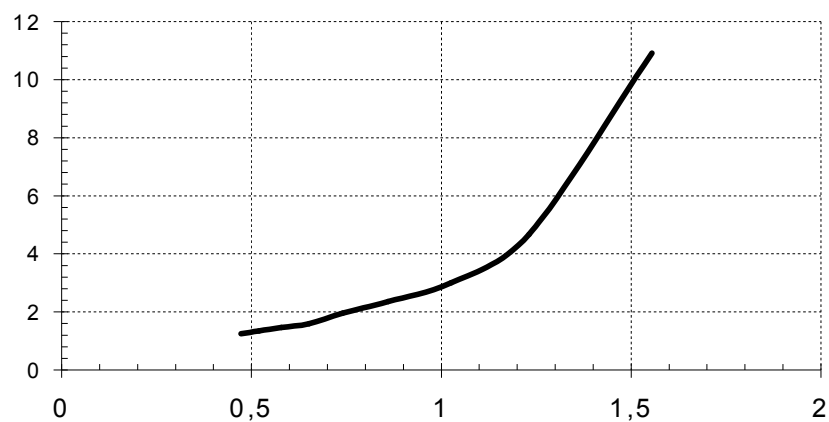


Рис. 4. Графіки залежностей $\lambda_{33}(\bar{\sigma})$

В результаті проведених розрахунків, ми дізнались що дані величини залежать від ширини шпангоута, амплітуди хвилі, глибини фарватеру, в неявному вигляді від кругової частоти і не залежать від осідання. Тому робимо розрахунок складових заданих сили для всього об'єкта, помножуючи формулу (1) на довжину L ($L=1,065\text{м}$) і приймаючи амплітуду хвилі $A=0,0125\text{м}$.

$$X_3^c = -\gamma A \frac{BL}{ch kH} \sin kB/2; \quad X_3^s = -\gamma A \frac{BL}{ch kH} \cos kB/2 \quad (6)$$

Відносимо складові сил, що обурюють, до величини (g)

Результати оформляємо у вигляді таблиці

Таблиця 5

Кругова частота, з^{-1}	Відносна кругова частота	$\bar{X}_3^c$	$\bar{X}_3^s$
3,742	0,472	-0,00142	-0,15674
4,123	0,520	-0,00152	-0,1531
4,586	0,579	-0,00166	-0,14762
5,159	0,651	-0,00181	-0,14018
5,881	0,741	-0,00196	-0,13025
6,813	0,860	-0,00209	-0,11574
8,051	1,016	-0,00215	-0,09515
9,756	1,231	-0,002	-0,06637
12,321	1,555	-0,00137	-0,03011

Виходячи з отриманих даних, вирішуємо рівняння вертикальних коливань:

Прийmemo, $\zeta = \zeta_c \cos \sigma t + \zeta_s \sin \sigma t$, тоді

$$\dot{\zeta} = -\sigma \zeta_c \sin \sigma t + \sigma \zeta_s \cos \sigma t$$

$$\ddot{\zeta} = -\sigma^2 \zeta_c \cos \sigma t - \sigma^2 \zeta_s \sin \sigma t$$

Записуємо рівняння вертикальних коливань плаваючої машини :

$$\left(\frac{D}{g} + \lambda_{33} \right) \ddot{\zeta} + \mu_{33} \dot{\zeta} + \rho g S \zeta = X_c \cos \sigma t + X_s \sin \sigma t. \quad (7)$$

Підставляємо значення першої і другої похідної від ζ :

$$\begin{aligned} & -\sigma^2 \left(\frac{D}{g} + \lambda_{33} \right) \cdot (\zeta_c \cos \sigma t + \zeta_s \sin \sigma t) + \sigma \mu_{33} \cdot (-\zeta_c \sin \sigma t + \zeta_s \cos \sigma t) + \rho g S \cdot (\zeta_c \cos \sigma t + \zeta_s \sin \sigma t) = \\ & = X_c \cos \sigma t + X_s \sin \sigma t \end{aligned}$$

Групуємо множники при $\sin \sigma t$ і $\cos \sigma t$ і одержуємо систему з двох алгебраїчних рівнянь відносно ζ_c і ζ_s .

$$\begin{aligned} & -\sigma^2 \left(\frac{D}{g} + \lambda_{33} \right) \zeta_c + \sigma \mu_{33} \zeta_s + \rho g S \cdot \zeta_c = X_c \\ & -\sigma^2 \left(\frac{D}{g} + \lambda_{33} \right) \zeta_s - \sigma \mu_{33} \zeta_c + \rho g S \zeta_s = X_s \end{aligned} \quad (8)$$

Перейдемо до відносних величин:

Відносна косинуса складова амплітуди $\bar{\zeta}_c = \zeta_c / H$

Відносна синусна складова амплітуди $\bar{\zeta}_s = \zeta_s / H$

Відносний коефіцієнт демпфірування $\bar{\mu}_{33} = \mu_{33} / \rho V \sqrt{g/H}$

Відносна приєднана маса $\bar{\lambda}_{33} = \lambda_{33} / \rho V$

Відносна косинусна складова сили, обурююча сили $\bar{X}_c = X_c / \rho g V$

Відносна косинусна складова сили, обурююча сили $\bar{X}_s = X_s / \rho g V$

Площу ватерлінії ПМ S виразимо за наступним виразом:

$$S = L \cdot B = \frac{L B T \delta}{T \delta} = \frac{V}{T \delta}. \quad (9)$$

Підставляємо отримані вирази в рівняння (8) та отримаємо:

$$\begin{aligned} & -\sigma^2 \frac{g}{H} (\rho V + \bar{\lambda}_{33} \rho V) \bar{\zeta}_c \cdot H + \sigma \sqrt{g/H} \bar{\mu}_{33} \rho V \sqrt{g/H} \bar{\zeta}_s \cdot H + \rho g \frac{V}{T \delta} \cdot \bar{\zeta}_c \cdot H = \bar{X}_c \cdot \rho g V \\ & -\sigma^2 \frac{g}{H} (\rho V + \bar{\lambda}_{33} \rho V) \bar{\zeta}_s \cdot H - \sigma \sqrt{g/H} \bar{\mu}_{33} \rho V \sqrt{g/H} \bar{\zeta}_c \cdot H + \rho g \frac{V}{T \delta} \bar{\zeta}_s \cdot H = \bar{X}_s \cdot \rho g V \end{aligned}$$

Скоротивши обидві частини виразів на вираз ρg , отримаємо наступні вирази:

$$\begin{aligned} -\bar{\sigma}^2(1+\bar{\lambda}_{33})\bar{\xi}_c + \bar{\sigma}\bar{\mu}_{33}\bar{\xi}_s + \frac{H}{T\delta} \cdot \bar{\xi}_c &= \bar{X}_c \\ -\bar{\sigma}^2(1+\bar{\lambda}_{33})\bar{\xi}_s - \bar{\sigma}\bar{\mu}_{33}\bar{\xi}_c + \frac{H}{T\delta} \bar{\xi}_s &= \bar{X}_s \end{aligned} \quad (10)$$

Підставляємо чисельні значення відносних кругових частот і відповідних їм приєднаних мас, коефіцієнтів демпфірування і сил, що обурюють, і одержуємо 9 систем рівнянь виду:

$$\begin{cases} a\bar{\xi}_c + b\bar{\xi}_s = c \\ b\bar{\xi}_c - a\bar{\xi}_s = f \end{cases} \quad (11)$$

Значення коефіцієнтів а, b, с, f відображені в таблиці 6.

Таблиця 6.

Відносна кругова частота	a	b	c	f
0,472	1,33269	0,59038	-0,001	-0,1673
0,52	1,24806	0,7013	-0,0015	-0,1531
0,579	1,13812	0,8461	-0,0017	-0,1476
0,651	0,98446	1,04022	-0,0018	-0,1402
0,741	0,76491	1,45294	-0,002	-0,1303
0,86	0,40841	2,03076	-0,0021	-0,1157
1,016	-0,1527	3,05312	-0,0022	-0,0951
1,231	-1,0795	5,75153	-0,002	-0,0664
1,555	-2,8183	16,9734	-0,0014	-0,0301

Після добування коренів систем рівнянь, обчислюємо амплітуду вертикальних коливань $\bar{\xi} = \sqrt{\bar{\xi}_c^2 + \bar{\xi}_s^2}$, а також початкову фазу вертикальних коливань $\varepsilon = \arctg \bar{\xi}_s / \bar{\xi}_c$. Після цього, приводимо, для наочності, відношення амплітуди коливань ПМ до амплітуди хвилі

Результати оформляємо у вигляді таблиці:

Таблиця 7

Відносна кругова частота	Відносна косинусна складова амплітуди	Відносна синусна складова амплітуди	Відносна амплітуда коливань	Початкова фаза коливань	Амплітуда коливань, віднесена до амплітуди хвилі
$\bar{\sigma}$	$\bar{\xi}_c$	$\bar{\xi}_s$	$\bar{\xi}$	ε	
0,472	0,005	-0,012	0,013	-1,16281	1,342104
0,52	0,006	-0,012	0,013416	-1,06881	1,334712
1	2	3	4	5	6
0,579	0,008	-0,011	0,013601	-0,94279	1,299179
0,651	0,009	-0,009	0,012728	-0,77078	1,221652
0,741	0,009	-0,005	0,010296	-0,49962	0,990107
0,86	0,007	-0,002	0,00728	-0,21654	0,697457
1,016	0,004	-0,0001	0,004001	0,027333	0,388535
1,231	0,001	0,0002	0,00102	0,155427	0,141613
1,555	0,0002	0,00003	0,000202	0,119241	0,021865

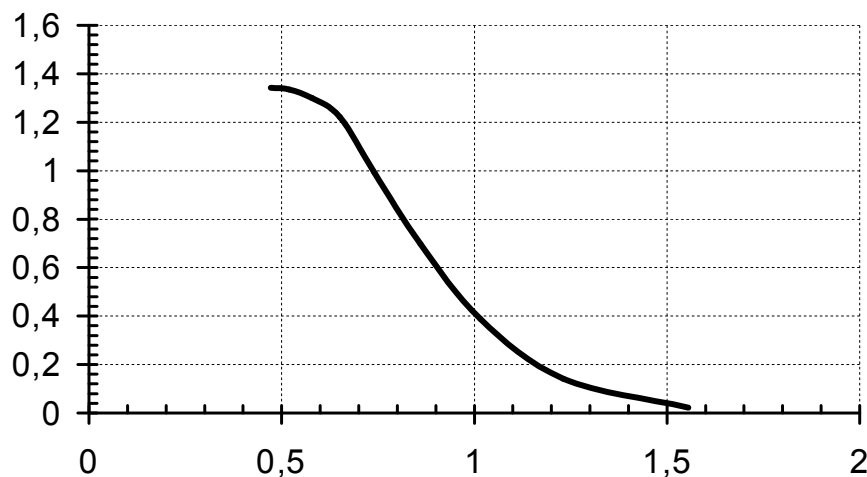


Рис. 5. Графік залежності амплітуди коливань, віднесеної до амплітуди хвилі від безрозмірної кругової частоти

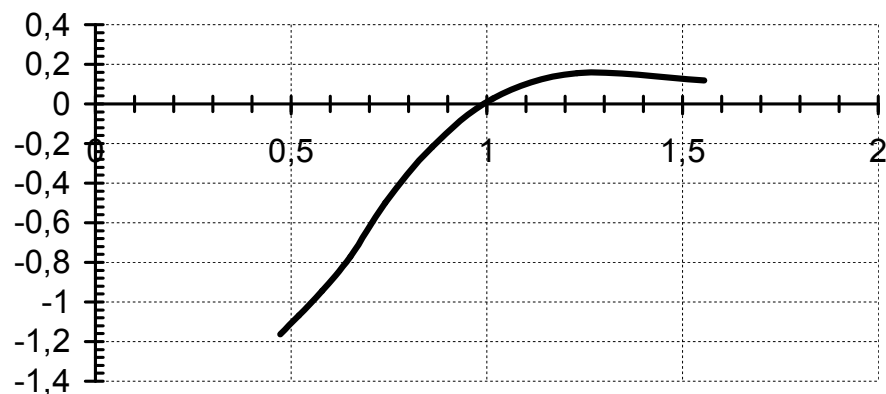


Рис. 6. Графік залежності початкової фази від відносної кругової частоти $\varepsilon(\bar{\sigma})$

Дана методика дає можливість проводити розрахунки коефіцієнта приєднаної маси та коефіцієнта демпфірування ПМ при вертикальних коливаннях на значному мілководді, на відміну від існуючої.

Наукова новизна роботи полягає в розробці методики розрахунку коефіцієнту демпфірування та приєднаної маси води, що діє на ПМ в умовах мілководдя з впровадженням теорії та матеріалів відповідно до методики Воробйова Ю.Л, яка полягає у поділі умовно корпусу ПМ на шпангоутні контури та проведення розрахунків для кожного контура, уявляючи як окремий контур-це прямокутник, що плаває на воді. Цей спосіб дає можливість якісно дослідити вплив мілководдя на ПМ при вертикальних коливаннях.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Аксенов П.В. Кононович Ю.А. Плавающие колесные и гусеничные машины. - М.: Военное издательство, 1963. - 115 с.
2. Степанов А.П. Конструирование и расчет плавающих машин. - М.: Машиностроение, 1983. - 200 с.
3. Сборник научных трудов Ордена трудового красного знамени Московского Автомобильно-дорожного института (МАДИ) Вып.1:-М.:МАДИ, 1984.-139 с.
4. Сборник научных трудов Ордена трудового красного знамени Московского Автомобильно-дорожного института (МАДИ) Вып.2:-М.:МАДИ, 1982.-115 с.

5. Воробйов Ю. Л. Математические методы и модели в расчетах на ЭВМ. Методические указания -П.:Одесса, 1999. - 69 с.

Рецензент: д.т.н., проф. Ленков С.В.

УДК 62-55:681.515

д.т.н., проф. Гостев В.І.
к.т.н., проф. Кунах Н.І.
к.т.н., с.н.с. Гостев В.В. (ВІКНУ)
Бережний О.М.

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ФАЗЗИ-СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПОТУЖНОСТІ ПЕРЕДАВАЧА В РАДІОКАНАЛІ ЗВ'ЯЗКУ ПРИ ДІЇ МУЛЬТИПЛІКАТИВНИХ ТА АДИТИВНИХ ЗБУДЖУЮЧИХ ДІЯНЬ

Порівняльна оцінка якості фаззи-систем автоматичного регулювання потужності передавача в радіоканалі зв'язку при дії мультиплікативних та адитивних збуджуючих діянь.

Досліджені системи автоматичного регулювання потужності передавача адаптивного радіоканалу зв'язку, які мають нечіткий (працюючий на базі нечіткої логіки) регулятор і два типи атенюаторів: що перестроюються двигуном та, що перестроюються сигналом управління. Дана порівняльна оцінка якості систем при дії мультиплікативних і адитивних збуджуючих діянь (завмирань).

Сравнительная оценка качества фаззи-систем автоматического регулирования мощности передатчика в радиоканале связи при действии мультипликативных и аддитивных возбуждающих воздействий.

Исследованы системы автоматического регулирования мощности передатчика адаптивного радиоканала связи, которые имеют нечеткий (работающий на базе нечеткой логики) регулятор и два типа аттенюаторов: перестраиваемых двигателем и перестраиваемых сигналом управления. Дана сравнительная оценка качества систем при воздействии мультипликативных и аддитивных возбуждающих воздействий (замыраний).

Comparative estimation of quality of the fazi-systems of automatic control of power of transmitter in the radio channel of communication at action of multiplikativnih and additive excitant influences.

The systems of automatic control of power of transmitter of adaptive radio channel of communication, which have an unclear (working on the base of fuzzy logic) regulator and two types of attenuator, are explored: reconstructed by an engine and reconstructed by the signal of management. Comparative estimation of quality of the systems at influence of multiplikativnih and additive excitant influences is given (stopping beating).

В роботах [1-3] описана і досліджена замкнута система автоматичного регулювання потужності передавача в радіоканалі зв'язку (АРПП) з атенюатором, що перестроюється двигуном, при дії мультиплікативних збуджуючих діянь (замирань). Така система є суттєво нелінійною та нестационарною, тому для забезпечення якісної роботи системи застосовується нечіткий (що працює на базі нечіткої логіки) регулятор. В даній роботі проведено дослідження фаззи-систем АРПП з атенюатором, що перестроюється двигуном, з електронно настроюваним атенюатором, при дії мультиплікативних та адитивних збуджуючих діянь (завмирань) і дана порівняльна оцінка якості систем.

Одна з можливих функціональних схем систем автоматичного регулювання потужності передавача АРПП детально описана в роботах [1-4]. Систему АРПП часто представляють у вигляді двох зв'язаних каналів (див. рис.1): каналу передавання даних або радіоканалу зв'язку та каналу радіоуправління. В цьому випадку

радіопередавальний пристрій (РПдП) включає в себе модулятор та передавач. Кожний із каналів включає в себе радіоланку: радіопередавач РПдП – середовище розповсюдження – радіоприймач РПрП.

Сигнал $u(t)$, який знімається з РПрП1, порівнюється з опорним сигналом u_0 у пристрої порівняння, помилка розузгодження якого через радіоланку 2 подається на пристрій управління ПУ (регулятор). Регулятор через електричнокерований атенюатор керує потужністю передавача РПдП1, зменшуючи тим самим помилку розузгодження. Опорний сигнал u_0 непрямым чином задає якість сигналу, що приймається $u_c(t)$ на вході радіоприймача РПрП 1.

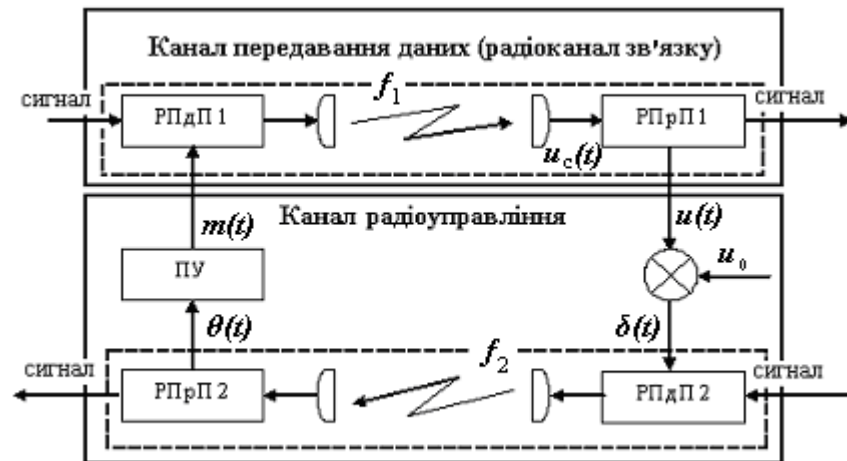


Рис.1. Спрощена схема системи автоматичного регулювання потужності передавача АРПП

Радіоланка є суттєво нестационарним елементом системи та включає ланку чистого запізнювання, але при лінійному наближенні передаточна функція радіоланки може бути представлена у вигляді:

$$G_{pz}(s) = \alpha_3 e^{-\tau_3 s} / (s + b) .$$

Математична модель радіоланки, яка представлена цією передаточною функцією, описує затухання та запізнювання (при $\alpha_3 = b$ лише запізнювання) радіосигналу в ідеальному (без перешкод) середовищі розповсюдження та фільтрацію сигналу вихідним фільтром у приймачі. Для описання завадового становища в середовищі розповсюдження радіохвиль необхідна додаткова математична модель.

Потужність на виході передавача, що регулюється атенюатором, можна виразити за допомогою наступної нелінійної залежності

$$P(m) = P_{max} \times [1 - 0,1 \cdot m_d(t)], \quad 0 \leq m_d(t) \leq 10 ,$$

де P_{max} - потужність генератора СВЧ-коливачів, $m_d(t)$ - сигнал на вході атенюатора.

Математична модель системи АРПП з атенюатором, що перестроюється двигуном, в інтерактивній системі *MATLAB*, при дії мультиплікативних завад (замиранні) представлена на рис.2.

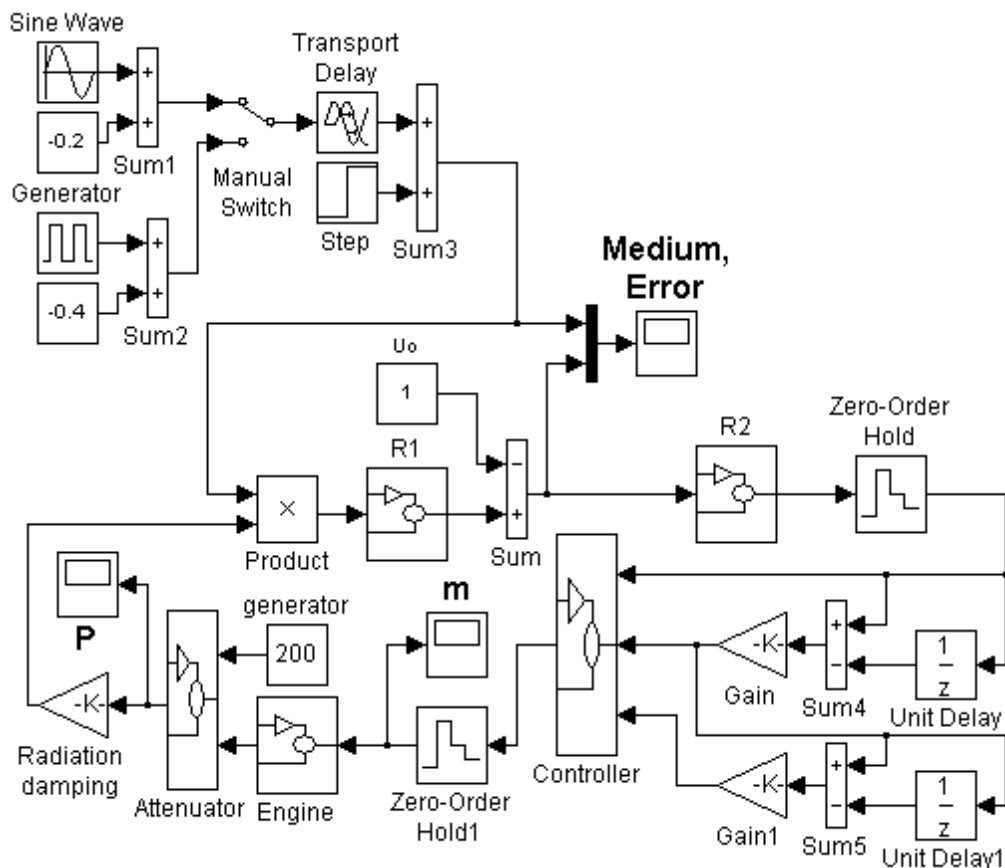


Рис.2. Модель системи АРПП з атенюатором, який перестроюється двигуном, при наявності мультиплікативних завад

Математична модель системи АРПП з атенюатором, що перестроюється двигуном, в інтерактивній системі MATLAB, при дії адитивних завад (замиранні) представлена на рис.3.

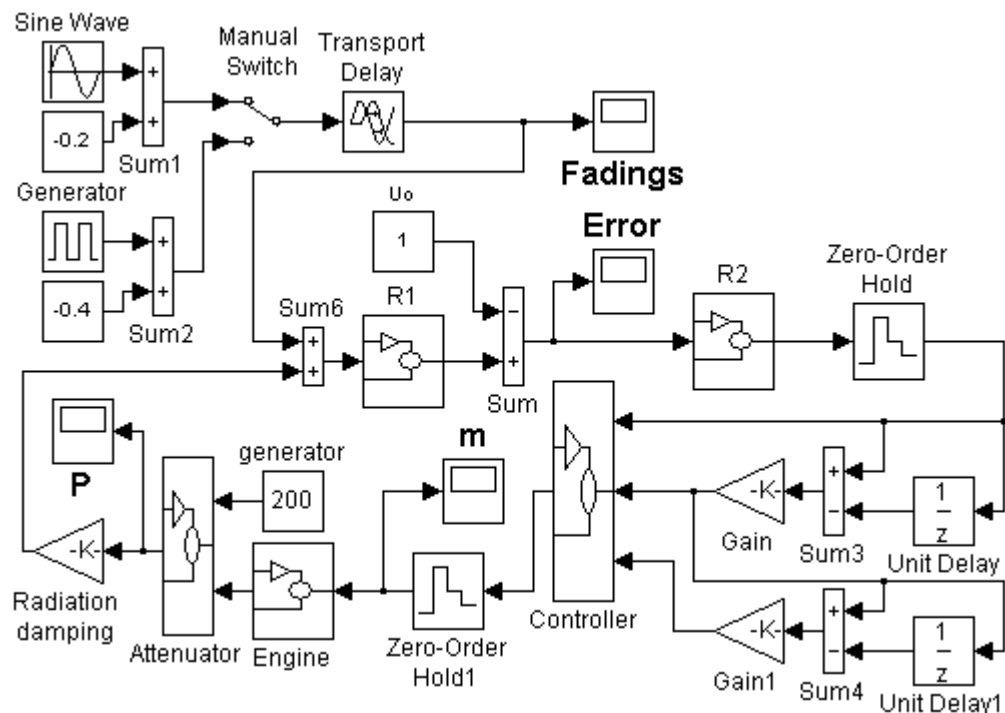


Рис.3. Модель системи АРПП з атенюатором, який перестроюється двигуном, при наявності адитивних завад

При складанні моделей системи вважаємо, що канал радіоуправління є ідеальним і $\theta(t) = \delta(t)$, а в радіоканалі зв'язку змінюються умови розповсюдження радіохвиль, наприклад, змінюється співвідношення сигнал/шум на вході приймача РПрП1.

Двигун з механізмом регулювання (Engine), за допомогою якого перестроюється потужний атенюатор, опишемо передаточною функцією

$$G_d(s) = \alpha_d [s(s+b)]^{-1} = 10[s(s+10)]^{-1},$$

де постійна часу двигуна $T_d = 1/b = 0,1c$. Потужність генератора СВЧ-коливань прийемо рівною $P_{max} = 200Bm$. Для отримання на виході передавача РПдП1 номінальної потужності $P_{ном} = 100Bm$ на вхід керованого атенюатора вводиться напруга уставки $m_0 = 5$. Керування двигуном здійснюється цифровим нечітким (що працює на базі нечіткої логіки) регулятором (Controller). $m(t)$ - сигнал на виході регулятора.

Кожна ідеальна радіоланка (R1 та R2) з врахуванням тільки запізнювання сигналу у середовищі розповсюдження та фільтра приймача опишемо передаточною функцією

$$G_{pz}(s) = \alpha_3 e^{-\tau_3 s} / (s+b) = 10e^{-0,01} / (s+10).$$

Системи з електронно керованим атенюатором відрізняється від систем на рис.2 і 3 тільки відсутністю двигуна з механізмом регулювання (Engine). Управління потужністю передавача в цих системах здійснюється при безпосередній дії керуючого сигналу на електронно керований атенюатор (*Attenuator*), який знаходиться в передавачі та включається в роз'єднання тракту між джерелом потужності (генератором коливань) та навантаженням (антенною системою).

Синтез нечіткого регулятора НР виконуємо для трикутних функцій приналежності з кроком квантування (кроком надходження даних в нечіткий регулятор) $h = 0,01c$ [5]. Похибка $\theta(t)$ подається на аналого-цифровий перетворювач АЦП (Zero-Order Hold). На виході АЦП квантована похибка $\theta(k)$, її перша $\dot{\theta}(k) = [\theta(k) - \theta(k-1)]/h$ та друга $\ddot{\theta}(k) = [\dot{\theta}(k) - \dot{\theta}(k-1)]/h$ різниці подаються на вхід НР (Controller). Сигнал з виходу НР надходить на цифроаналоговий перетворювач ЦАП (Zero-Order Hold1 - фіксатор нульового порядку з передаточною функцією $H(s) = (1 - e^{-hs})/s$) і далі на вхід двигуна (Engine). В нечіткому регуляторі НР настроюються діапазони зміни вхідних та вихідної змінних $[\theta_{min}, \theta_{max}]$, $[\dot{\theta}_{min}, \dot{\theta}_{max}]$, $[\ddot{\theta}_{min}, \ddot{\theta}_{max}]$, $[m_{min}, m_{max}]$ з метою зменшення похибки в перехідних та встановлених режимах роботи системи. Для зменшення кількості параметрів настроювання нечіткого регулятора діапазони зміни вхідних та вихідної змінних прийняті симетричними: $\theta_{min} = -\theta_{max}$, $\dot{\theta}_{min} = -\dot{\theta}_{max}$ і т. д. Тоді формули перерахунку вхідних и вихідних змінних нечіткого регулятора на єдину універсальну множину приймають вигляд

$$u_1^* = -(\theta^* - \theta_{min})/(2\theta_{min}); u_2^* = -(\dot{\theta}^* - \dot{\theta}_{min})/(2\dot{\theta}_{min}); u_3^* = -(\ddot{\theta}^* - \ddot{\theta}_{min})/(2\ddot{\theta}_{min});$$

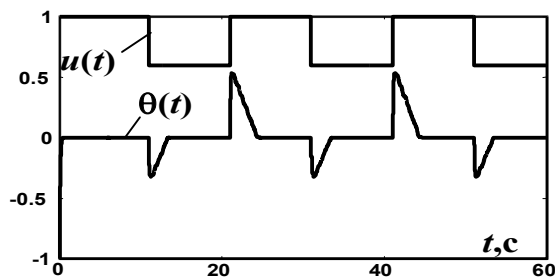
$$m^* = m_{min}(1 - 2u_c^*).$$

На основі цих формул побудовані структурні схеми блоків нормування $normin$ та $normout$ в нечіткому регуляторі.

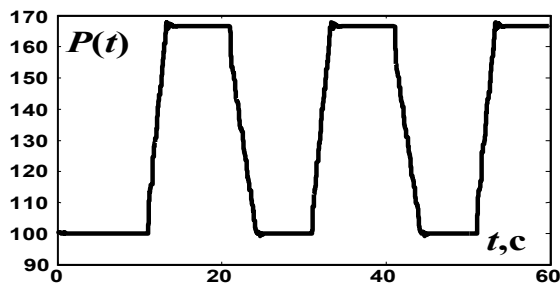
Прийmemo, що якість СВЧ-сигналу $u_c(t)$ на вході радіоприймача РПрП1 є досить задовільною, якщо опорний сигнал u_0 дорівнює 1 та у встановленому режимі $u(t) = u_0 = 1$. Сигнал $u(t)$ отримується в результаті затухання вихідного сигналу радіопередавача РПдУ1 в середовищі розповсюдження та перетворення вхідного сигналу радіоприймача РПрП1 $u_c(t)$ у сигнал $u(t)$. При моделюванні затухання

сигналу в ідеальному (без перешкод) середовищі розповсюдження імітується пропорційальним блоком з коефіцієнтом $k = 1/P_{\text{ном}}$ (блок Radiation damping).

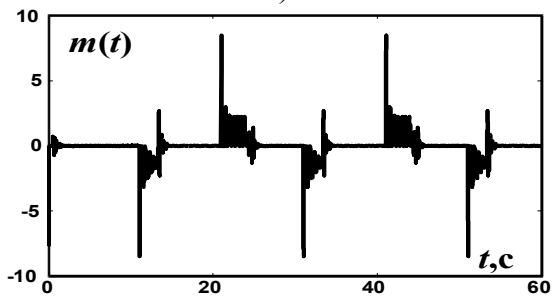
Імітація завад в середовищі розповсюдження радіохвиль здійснюється наступним чином. Припустимо, що виникають періодичні завмирання сигналу на вході приймача РПрП1 або, що еквівалентно, періодичні зменшення відношення сигнал/шум, наприклад, на 40% від нормального. Цю ситуацію можна імітувати за допомогою періодичного генератора (generator) з амплітудою імпульсів -0,4. При моделюванні період імпульсів вибраний 20с, а тривалість імпульсів 10с. Такі імпульси необхідно подавати при включенні моделі із затримкою (Transport Delay) приблизно 3с після того як в системі наступить стійкий стан рівноваги. Періодичні завмирання сигналу на вході приймача РПрУ1 імітуються за допомогою генератора синусоїдальних коливань (Sine Wave) із зміщенням. При моделюванні вибрані коливання з періодом 20с, амплітудою -0,2, та зміщенням -0,2.



а)

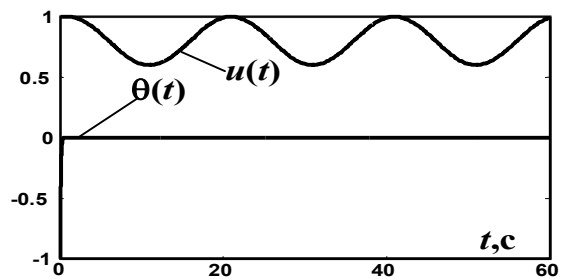


б)

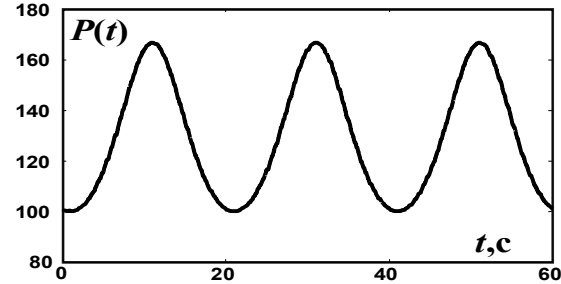


в)

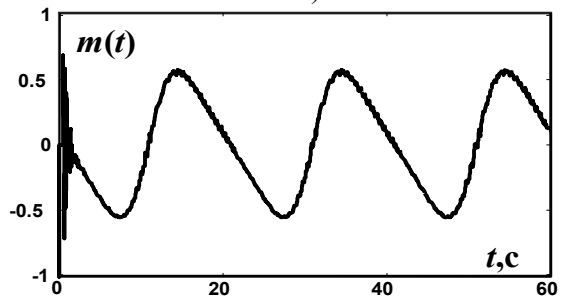
Рис.4



а)



б)



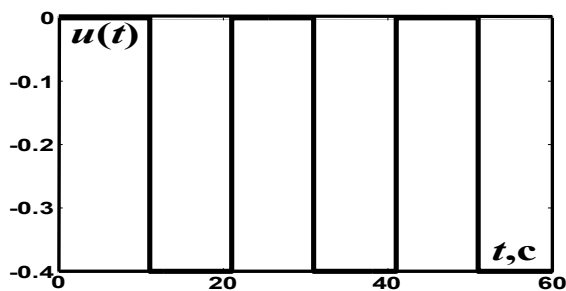
в)

Рис.5

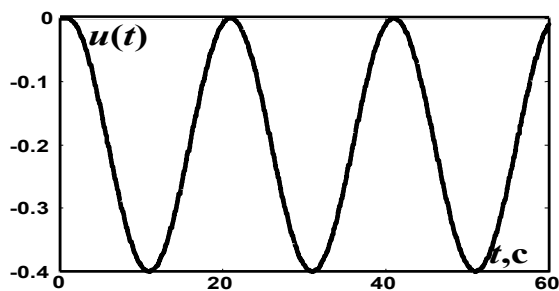
Для отримання оптимальних процесів необхідне настроювання нечіткого регулятора, яке здійснюється настройкою діапазонів зміни входніх та вихідної змінних $[\theta_{\min}, \theta_{\max}]$, $[\dot{\theta}_{\min}, \dot{\theta}_{\max}]$, $[\ddot{\theta}_{\min}, \ddot{\theta}_{\max}]$, $[m_{\min}, m_{\max}]$ для отримання мінімальної поточної похибки.

Процеси в системі (рис.2) відображаються на індикаторах Fadings (затухання), Error (похибка), P (потужність), m (управляюча дія) та для ступінчатих і синусоїдальних завмирань представлені відповідно на рис.4 та 5.

Процеси в системі (рис.3) відображаються на індикаторах Fadings (затухання), Error (похибка), P (потужність), m (управляюча дія) та для ступінчатих і синусоїдальних замирань представлені відповідно на рис.6 та 7.



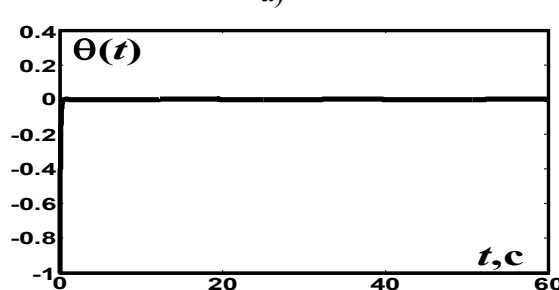
a)



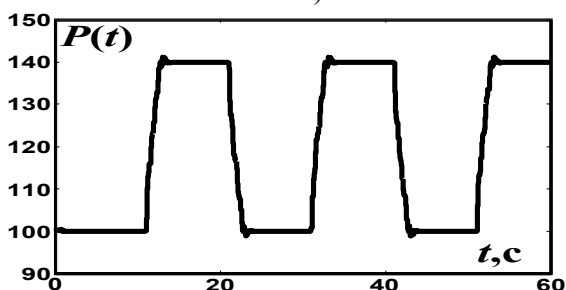
a)



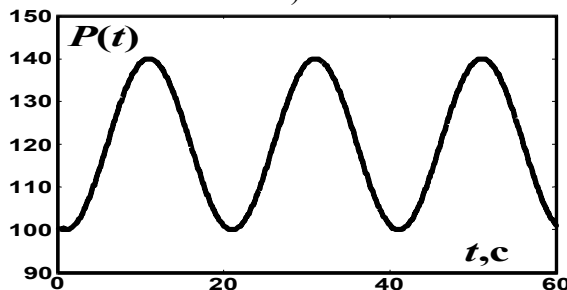
б)



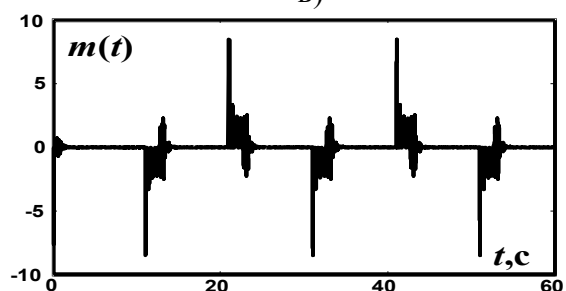
б)



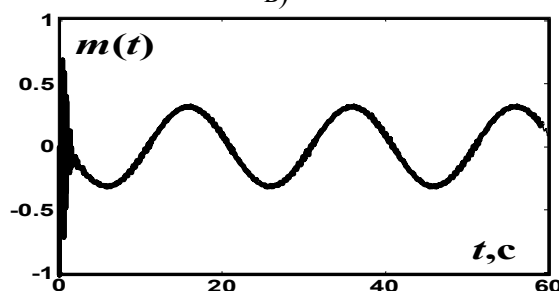
в)



в)



г)



г)

Рис.6

Рис.7

На рис.8-10 представлені графіки зміни максимальної поточної похибки від ступеня замирань 1 при використанні системи АРПП з потужним атенюатором, що перестроюється за допомогою двигуна 2. при використанні системи АРПП з електрично керованим атенюатором 3. при використанні системи АРПП з потужним атенюатором, що перестроюється за допомогою двигуна без нечіткого регулятора.

Графіки побудовані на основі дослідження систем АРПП: при розгляданні замирань в якості мультиплікативних завад (система на рис.2 з помножувачем Product) та при розгляданні замирань в якості адитивних завад (система на рис.3 із суматором Sum). В системах АРПП під час дії адитивних завад максимальна поточна похибка менша, ніж ця сама ж похибка при дії мультиплікативних завад, і, що особливо важливо, максимальна поточна похибка при збільшенні амплітуди замирань U під час дії адитивних завад зростає значно менше, ніж під час дії мультиплікативних завад.

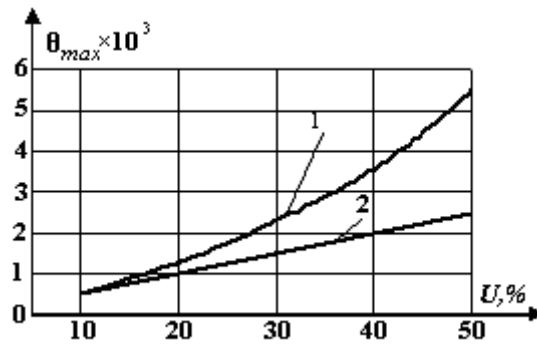


Рис.8. Тенденція зміни похибки від ступеня завмирань при використанні системи АРПП з потужним атенюатором, що перестроюється за допомогою двигуна (1-з помножувачем, 2 – з суматором)

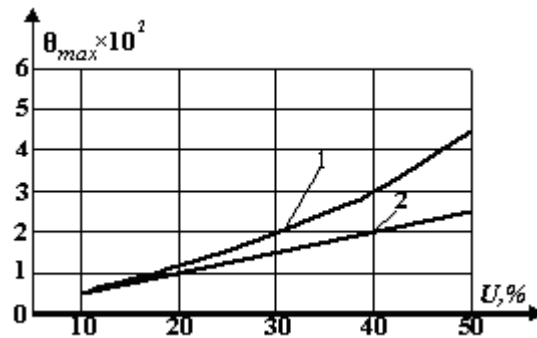


Рис.9. Тенденція зміни похибки від ступеня завмирань при використанні системи АРПП з електроннокерованим атенюатором СВЧ (1-з помножувачем, 2 – з суматором)

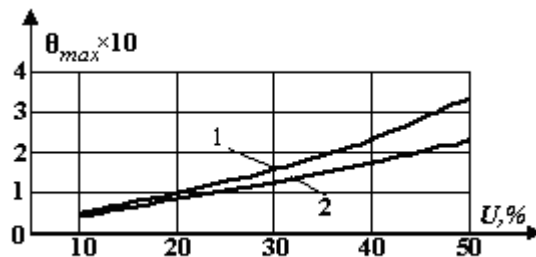


Рис. 10. Тенденція зміни похибки від ступеня завмирань при використанні системи АРПП з потужним атенюатором, що перестроюється за допомогою двигуна без нечіткого регулятора (1-з помножувачем, 2 – з суматором)

Максимальні поточні похибки в системі АРПП з потужним атенюатором, що перестроюється за допомогою двигуна, майже на порядок менші за максимальні поточні похибки в системі АРПП з електричнокеруваним атенюатором СВЧ, і майже на два порядки менші, ніж в системі без нечіткого регулятора. Як видно із графіків, приведених на рис.8 та рис.10, застосування нечіткого регулятора в системі АРПП з потужним атенюатором, що перестроюється за допомогою двигуна, дозволяє зменшити максимальні поточні похибки приблизно у 15 разів.

Як видно із графіків, приведених на рис.8-10, при зменшенні відношення сигнал/шум на 50%, система АРПП без нечіткого регулятора скорочує зменшення відношення сигнал/шум приблизно до 34% під час дії мультиплікативних завад та до 24% під час дії адитивних завад, система АРПП з електрично керуваним атенюатором СВЧ та нечітким регулятором скорочує зменшення відношення сигнал/шум приблизно до 4,5% під час дії мультиплікативних завад та до 2,6% під час дії адитивних завад, а система АРПП з потужним атенюатором, що перестроюється за допомогою двигуна та

нечітким регулятором, скорочує зменшення відношення сигнал/шум приблизно до 0,55% під час дії мультиплікативних завад та до 0,25% під час дії адитивних завад. Таким чином, можна констатувати, що якість прийому, що визначається відношенням сигнал/шум на вході радіоприйомного пристрою РПрП1, при використанні систем АРПП з нечітким регулятором навіть при великих завмираннях сигналу практично не погіршується, оскільки система АРПП з нечітким регулятором відновлює відношення сигнал/шум на вході радіоприйомного пристрою РПрП1 практично до попереднього рівня.

Дослідження систем автоматичного регулювання потужності передавача АРПП з нечітким (що працює на базі нечіткої логіки) регулятором при мультиплікативних та адитивних завадах методом математичного моделювання показує, що нечіткий регулятор забезпечує досить хорошу якість систем, що характеризується похибками розузгодження в перехідних та встановлених режимах роботи систем. Системи з нечітким регулятором з високою точністю відпрацьовують заданий рівень опорної напруги u_0 , яким оператор задає необхідну якість сигналу $u_c(t)$ на вході радіоприймача РПрП1. Тому, застосування нечіткого регулятора для систем, математична модель яких розглянута вище, є доцільним та перспективним.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Гостев В.И., Кунах Н.И., Францевич О.Н. Фаззи-система управления мощностью передатчика в канале тропосферной радиосвязи // Материалы международной научно-практической конференции “Информационные технологии и информационная безопасность в науке, технике и образовании „ИНФОТЕХ-2004”, 20-25 сентября 2004, Севастополь.- НТО РЭС Украины.- 2004. - С.44-48.
2. Гостев В.И., Кунах Н.И., Францевич О.Н. Система автоматического регулирования мощности передатчика в радиоканале связи // Вісник Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій. - 2004.- Т.2, №2.- С.105-109.
3. Гостев В.И., Ананьин О.В., Францевич О.Н. Оценка робастности системы автоматического регулирования мощности передатчика в радиоканале связи // Вісник Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій. - 2004. - Т.2, №4. - С.192-195.
4. Гостев В.И., Бережной О.Н., Ананьин О.В. Система автоматического управления мощностью передатчика с электронным аттенюатором в радиоканале связи // Вісник Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій. - 2004.-Т.2, №3.- С.165-168.
5. Гостев В.И. Синтез нечетких регуляторов систем автоматического управления. - К.: Издательство Радиоаматор, 2003.-512 с.

МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ (ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ) СИСТЕМ ПЕЛЕНГАЦІЇ ДЖЕРЕЛ АШП НА ОСНОВІ ПРОСТОРОВО-КОРЕЛЯЦІЙНОГО АЛГОРИТМУ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ.

Розглядається й кількісно аналізується запропонований раніше за участю авторів метод підвищення пропускної спроможності (можливості надійної пеленгації) великої кількості постановників в зоні пеленгаційних каналів РЛС за рахунок застосування базово-кореляційних пеленгаторів.

Рассматривается и количественно анализируется предложенный ранее с участием авторов метод повышения пропускной способности (возможности надёжной пеленгации) большого числа постановщиков в зоне пеленгационных каналов РЛС за счёт применения базово-корреляционных пеленгаторов.

It is considered and in a number analysed offered before with participation of authors method of rise of carrying capacity (possibilities of the reliable taking) of large number of producers the bearing in an area of the RLS channels taking the bearing due to application of base-correlation direction fingers.

Постановка проблеми. При наростаючій тенденції масованого використання засобів радіопротидії, зокрема, активних шумових перешкод (АШП) з борта практично більшості літаків ВПС індустріально розвинених країн (виключення можуть складати маловисотні цілі типу крилатих ракет) зберігає й підсилює проблему вдосконалення ефективності систем пасивної радіолокації постачальників активних перешкод (ПАП). В період 70-80 рр. було опубліковано значну кількість робіт з різних варіантів рішення цієї проблеми. Із системних питань досліджень необхідно, на наш погляд, насамперед, виділити роботи з базово-кореляційних систем (БКС), заснованих на різницево-далекомірному методі виміру координат ПАП. Незважаючи на досить високу ефективність таких систем, вони не знайшли практичного застосування в угрупованні РТВ: з одного боку, через економічні труднощі реалізації, з іншого боку, у вигляді швидко виникненого засобу протидії (в основному в теоретичних розробках), заснованого на створенні так званих антикореляційних шумових перешкод (наприклад, багатократно-затримана або ковзна АШП), які зберігають повну ефективність, незважаючи на вплив, що здійснюється на активні РЛС і різко знижують можливості роботи БКС.

В сучасних системах РТВ знаходять застосування триангуляційні системи пасивної локації (ТСПЛ) джерел АШП, створені на базі пеленгаційних каналів, рознесених на місцевості двох-трьох РЛС угруповання РТВ.

Ціль роботи. Метою даної статті є подальше уточнення та удосконалення структури й алгоритму обробки БКП, а також оцінка його ефективності. Варіант БКП варто вважати уніфікованим, тому що він забезпечує заданий ефект бокового прийому при будь-якому виді АШП.

Структурна схема базово-кореляційного пеленгатора. Алгоритмічна структурна схема БКП представлена на рис. 1.

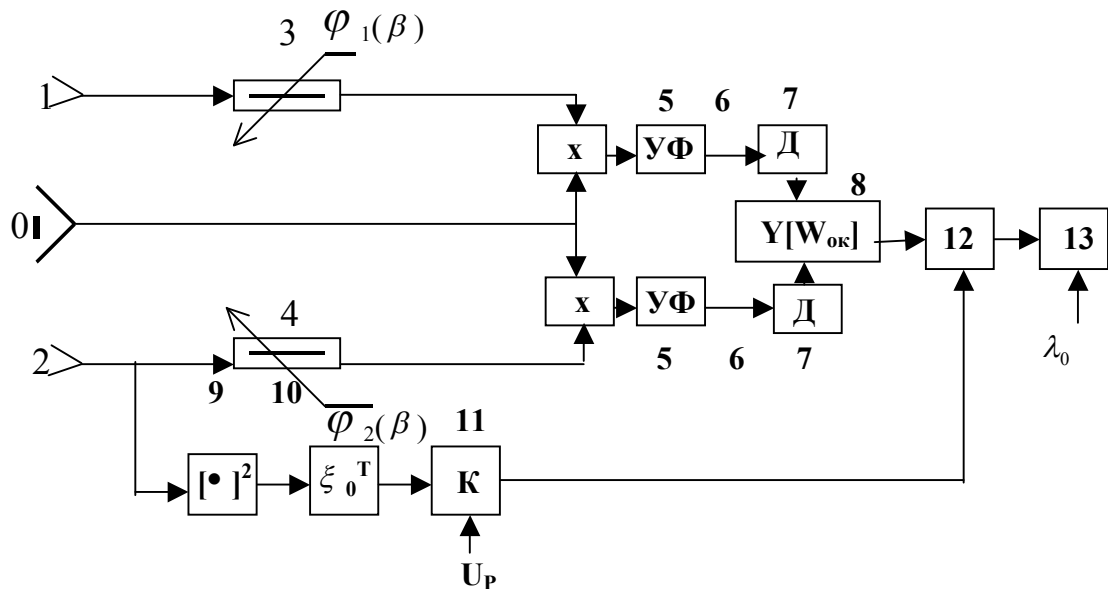


Рис. 1. Алгоритмічна структурна схема БКП.

Елементи рис. 1.

0,1,2 – основна й допоміжна антени з нормованими діаграми направленості відповідно $F_0(\beta)$ і $F_k(\beta)$; $k = [1, 2]$;

3,4 – лінії затримки, керовані в залежності від кута напрямку основної антени відповідно до функцій $\varphi_1(\beta)$, $\varphi_2(\beta)$;

5,6 – корелятори (для виключення квадратурних каналів перемножування на різних проміжних частотах, тому застосовуються УФ – вузькосмугові фільтри);

7 – детектор що огибає (вихідні сигнали позначені: w_{01} , w_{02});

8 – схема об'єднання сигналів 2-х каналів кореляційної обробки за алгоритмом: $Y \{w_{01}, w_{02}\}$;

9,10,11 – компенсаційний канал за алгоритмом енергетичного приймача, що формує напруга „відсічення” (K – підсилювач рівня);

12 – пристрій нормування виходу 8 / вихід 11;

13 – граничний пристрій ухвалення рішення.

Структурні елементи БКП:

- 1) два кореляційних канали обробки (ККО),
- 2) компенсаційний канал „відсічення”,
- 3) пристрої виходу.

Аналіз БКП. Завдання:

- 1) аналіз вихідного сигналу на виході одного із ККО при довільному кутовому положенні антени й заважаючого джерела АШП;
- 2) оцінка ефективності придушення сигналів бокового прийому в залежності від параметрів системи й просторового положення ПАП;
- 3) аналіз варіантів алгоритму об'єднання вихідних сигналів ККО.

Сигнали на вході ККО.

$$v_{exo}(t) = \sum_{i=1}^n P_i F_0(\beta_a, \beta_i) u_i(t) \quad ; \quad v_{exk} = \sum_{i=1}^n P_i F_k(\beta_i) u_i(t - t_k^1(\beta_a) - t_k^2(\beta_i)) \quad (1)$$

де P_i – потужності джерел АШП на вході, n – число ПАП в зоні,

β_a, β_i – азимути відповідно антени й ПАП, $u(t)$ – коливання перешкоди,

κ – номер допоміжної антени (каналу), $\kappa = 0, 1$; t – затримка в ЛЗ, керована функцією $\varphi_{\kappa}(\beta_a)$,

$a \ t_{\kappa}''$ – відносне запізнювання перешкоди за рахунок бази, обумовлене функцією $\varphi_{\kappa}(\beta_s)$.

Надалі аналіз проводиться для одного джерела АШП ($n = 1$).

Сигнал на виході корелятора.

$$w_{ok}(t) = \int_0^T \dot{F}_o(\dot{\beta}_a t - \beta) \dot{F}_k(\beta) u(t) u(t - \tau_{ok}) dt \quad (2),$$

де $\tau_{ok} = t_k - t_k''$, а T – час усереднення процесу.

У зв'язку з випадковим характером сигналу $w_{ok}(t)$, оцінка виробляється за статистичним середнім $M \{ \dots \}$ а операції усереднення й інтегрування міняються місцями. При цьому отримаємо:

$$M\{w_{ok}\} = M\{u(t)u(t - \tau_{ok})\} \cdot \int_0^T \dot{F}_o(\dot{\beta}_a t - \beta) \dot{F}_k(\beta) dt, \quad (3)$$

$$\text{де } M\{u(t)u(t - \tau_{ok})\} = R(o)r_{ok}(\tau_{ok}); \quad \int_0^T \dot{F}_o(\dot{\beta}_a t - \beta) \dot{F}_k(\beta) dt = H(\beta),$$

r_{ok} – нормований коефіцієнт кореляції коливань, прийнятих за основні та „ κ ”-й допоміжними антенами при зсуві, рівному τ_{ok} ,

$H(\beta)$ – результуюча ДС системи 2-х антен, отримана усередненням за час, порівняний із часом опромінення ПАП.

Дослідження РДС виконані у відомій роботі (кореляційний пеленгатор) з погляду якості придушення БП основної діаграми, і їх результати повною мірою будуть використані при загальній оцінці ефективності БКП. Нормована складова коефіцієнта взаємної кореляції коливань перешкоди, що обумовлена наявністю бази, являє собою основне питання подальшого аналізу, тому що визначає множник системи прийому, що забезпечує додаткові можливості боротьби з помилковими пеленгами й, отже, підвищенням ЛЗ пеленгатора.

Величина множника визначається через АКФ перешкоди. Форма АКФ залежить від форми спектра АШП, ширина якого змінюється в широких межах (від 10...20 до 150...200 МГц). Приймаючи більш простий для РЛС випадок прицільної перешкоди при досить вузькосмуговому тракті прийому, форму спектра на виході ППЧ можна прийняти за гаусовський, при цьому АКФ також описується гаусовською кривою, показник якої дорівнює: $\kappa^*(\tau_{ok}/\tau_o)^2$, де $\kappa=1,4$ (при відліку за рівнем 0,5 пот.), а час кореляції процесу $\tau_o = 1/\Delta f_n$ (Δf_n – ширина спектру перешкоди на виході ППЧ). Відносне запізнювання τ_{ok} , як бачимо з попереднього аналізу, визначається різницею між введеною за допомогою ЛЗ затримкою для забезпечення погодженого прийому по головній ДС і відносного запізнювання перешкоди. Вираз для τ_{ok} в загальному вигляді буде наступним:

$$\tau_{ok} = b_k c^{-1} \Phi_{ok}(\theta_a, \theta); \quad \Phi(\theta_a, \theta) = \varphi'_k(\theta_a) - \varphi''_k(\theta_a \pm \Delta\theta_n). \quad (4)$$

Вигляд функцій в останньому виразі визначається геометрією системи рознесеного прийому, a, b – розмір бази.

Специфічним параметром, що визначає ефективність придушення бічного прийому в ККО (і БКП в цілому) є добуток $b\Delta f_n$, що може бути названий просторово-частотною_ характеристикою рознесеної кореляційної системи прийому. Позначимо

параметр символом α , тоді вираз нормованого множника системи буде мати наступний вигляд:

$$r_{ок} = \exp\{-1,4\alpha^2 c^{-2} \Phi^2(\theta_a, \theta)\} \quad (5)$$

Аналіз ступеня придушення БП РДС зручно робити через коефіцієнт придушення – K , що за потужністю є величиною, зворотною $r_{ок}^2$. Для подання K у Дб використаємо перетворення:

$$4,3 \ln K = 10 \log K = K [\text{Дб}].$$

Попередні розрахунки показують, що величину параметра α бажано тримати в межах $\geq (0,8 \dots 1 \dots 1) 10^9$ Гц м. (тобто, при ширині спектра перешкоди 10 МГц, величина бази 80...100м). У зв'язку із цим, в розрахунковому виразі використовується підстановка:

$$\alpha = \alpha_0 m, \text{ в якій } \alpha_0 = 10^9, \text{ а } m \text{ змінюється в межах } 0,5 \dots 1,5$$

$$K [\text{Дб}] = 133,7 m^2 \Phi^2(\theta_a, \theta) \quad (6)$$

Кількісний аналіз коефіцієнта придушення, проведений для варіанта БКП із двома допоміжними антенами й $b_1 = b_2 = b$. Геометрія системи інтуїтивно обрана у вигляді ортогонально розташованих баз і вихідного відліку в системі від нормалі до бази „01”. При цьому:

$$\Phi_{01} = \sin(\theta_a) - \sin(\theta_a \pm \Delta\theta_n) ; \quad \Phi_{02} = \cos(\theta_a) - \cos(\theta_a \pm \Delta\theta_n) \quad (7)$$

Результати, у вигляді сімейства графіків при декількох „ m ”, наведені на рис. 2, 3 : криві рис. 2 для каналу „01”, рис. 3 – для „02”. З аналізу слідує, що якість придушення перешкоди істотно залежить від напрямку пеленгації (θ_a). Зниження до 20 Дб і менше (при $m < 1$) характерно при відхиленні кута сканування на 40–45°. Причина даного явища – нерухомий характер бази. Графік використовується для ілюстрації і якісної оцінки впливу напрямку пеленгації на K для різних каналів БКП.

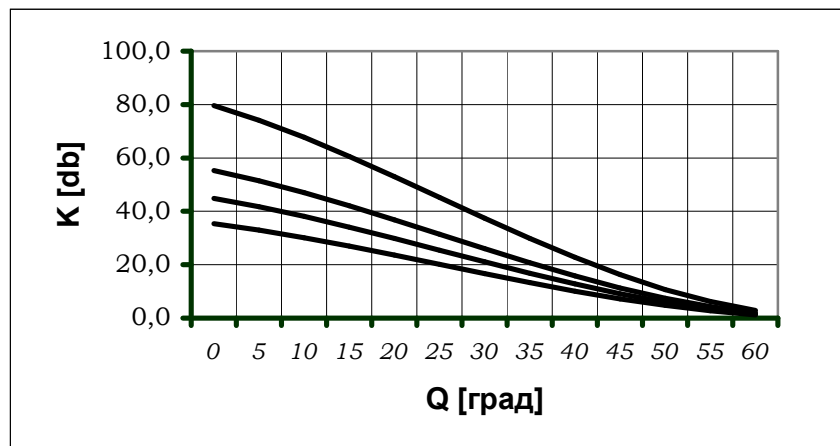


Рис. 2. Сімейство залежностей коефіцієнта придушення бічного прийому для каналу „01”.

Сімейство залежностей коефіцієнта придушення бічного прийому (рис.2) при зміні напрямку антени в інтервалі від 0 до 60° при відносному зсуві постановника АШП на 40°. Графіки залежностей відрізняються значенням параметра „ m ”, що прийнятий: для нижньої кривої 0,8, а далі (знизу нагору) приймає значення: 0,9; 1,0; 1,2.

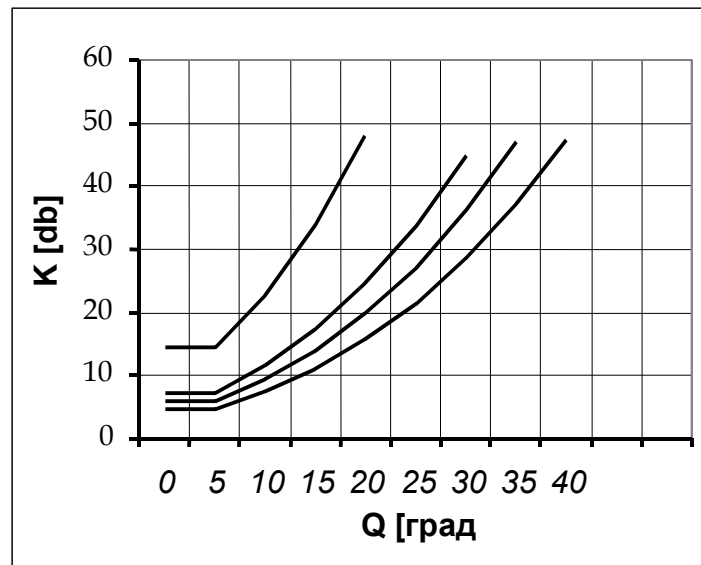


Рис. 3. Сімейство залежностей коефіцієнта придушення бічного прийому для каналу „02”.

Аналогічне сімейство залежностей для ортогональної бази, (рис 3), яке відрізняється тим, що верхня крива відповідає значенню "m" не 1,2, а 1,4.

Криві, рис. 2, 3 (крім верхньої) обмежені на рівні до 60 ДБ. Це пов'язано з випадковим характером вихідного процесу кореляторів при обмеженому часі усереднення, тому до оцінки по статистичному середньому у вигляді постійного фону беруть СКВ розкиду флуктуацій процесу. Як слідує з наближеної формули (8), потужність флуктуацій дорівнює:

$$\sigma_r^2 \cong \frac{P_1 P_2}{\pi \Delta f_n T}. \quad (8)$$

Значення коефіцієнта кореляційного нагромадження $\Delta f_n \cong 10^5 \dots\dots 10^6$. Це дозволяє обмежити фон K на рівні порядку 50 Дб.

Проведений аналіз можливостей одиночного кореляційного каналу дозволяє зробити наступні висновки :

якість придушення бічного прийому залежить від напрямку пеленгації, але при допустимих розмірах бази (≤ 100 м.), за винятком вузького сектора навколо θ_a , забезпечує коефіцієнти придушення до 25...30 і навіть більше дб;

при круговому огляді в напрямках, зворотніх θ_a , існують вузькі сектори „прозорості” з низькою якістю придушення;

застосування ККО з ортогональним положенням бази дозволяє одержати практично протилежні висновки щодо якості придушення відносно значення θ_a , що необхідно враховувати при виборі алгоритму об'єднання вихідних сигналів ККО.

Аналіз вихідного сигналу БКП

Структура БКП, в принципі, припускає багатопозиційний прийом і вибір найбільш допустимих алгоритмів об'єднання сигналів окремих ККО. Розглянутий в даній статті алгоритм заснований на 2-х додаткових позиціях прийому з ортогональною геометрією БАЗ.

$$\Psi \{ w_{01}, w_{02} \} = w_{01} w_{02}. \quad (9)$$

При такому алгоритмі перетворення функцій $\Phi_{01}^2(\theta_a, \theta_n) + \Phi_{02}^2(\theta_a, \theta_n)$ дає результат, що не залежить від θ_a . Розрахункова формула має вигляд:

$$K [Дб] = 540 \cdot m^2 \sin^2 \frac{\Delta \theta_n}{2}. \quad (10)$$

Для побудови розрахункового графіка залежностей $K(\theta_a)$ одиночних каналів кореляційної обробки й загального БКП обрана конкретна структура розташування допоміжних антен і напрямок вихідного відліку кутів. Схема розташування антен показана на рис.4.

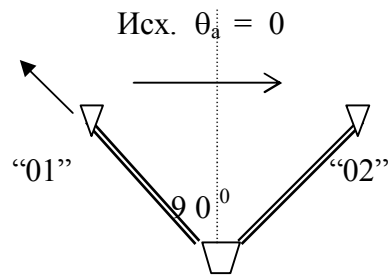


Рис. 4. Схема розташування антен.

Графіки залежностей представлені на рис. 4

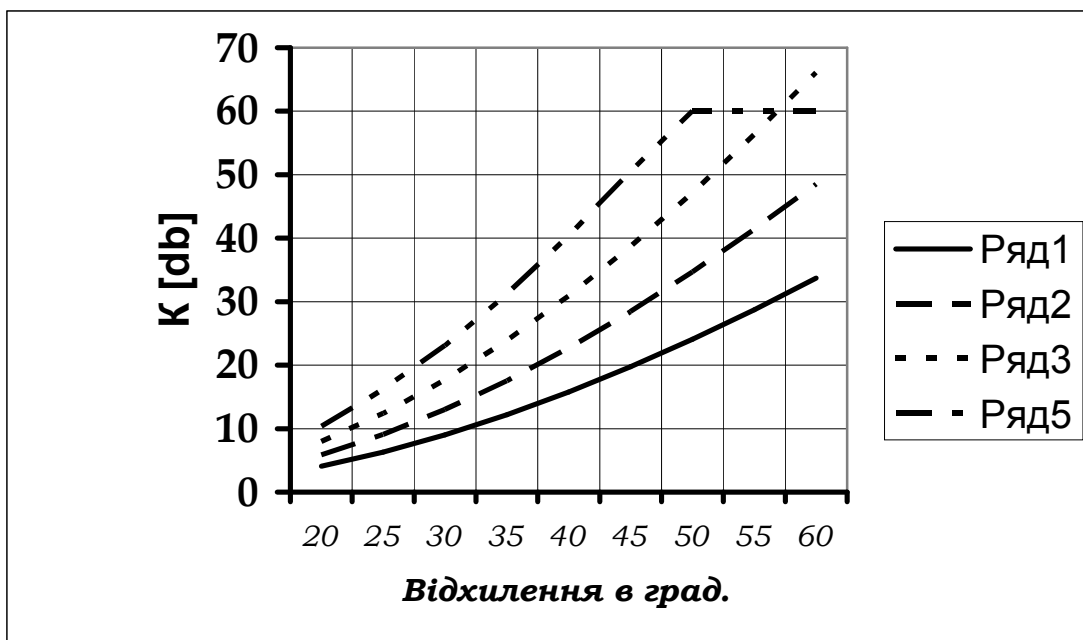


Рис 5. Сімейство залежностей коефіцієнта придушення бічного прийому для ортогонального розташування антен.

Сімейство залежностей коефіцієнта придушення бокового прийому за аналізом вихідного сигналу БКП (рис 5). Криві відрізняються значенням " m ", що, відповідно до позначення рядів (1, 2, 3, 5), має наступні величини: 0,5;0,6;0,7;0,8.

Результати розрахунку залежності $K(\Delta\theta_n)$ відповідно до виразу (10) для порівняно малих значень бази ($m = 0,5 \dots 0,8$) при тих же значеннях інших параметрів. Аналіз показує високу ефективність придушення перешкод за БП ДС.

Слід зазначити, що недоліком даного алгоритму об'єднання вихідних сигналів ККО є збільшення загального фону бокового прийому за рахунок появи додаткових, так званих, „перехресних” членів перемножування:

$$Y_{\phi} = \sum_i^n \sum_j^n w_{01i} w_{02j} \quad \text{при } i \neq j \quad (11)$$

В даній статті не ставиться завдання оцінки впливу „фону” на результат пеленгації. Можна вважати, що при $n \leq 10 \dots 12$ його вплив незначний.

Висновки:

1. БКП із двома рознесеними на ортогональні, достатньо малі бази (50... 80 м.), дозволяють одержати придушення бокового прийому сигналів АШП від 10 до 40 дБ. Малі значення коефіцієнта придушення відповідають відносному кутовому відхиленню джерела АШП від напрямку пеленгації на кути до 10^0 . Цей інтервал кутів відповідає регулярним БЛ антени, які на 10...12 ДБ придушуються при формуванні РДС внаслідок кореляційної обробки комплексних ДС основної й допоміжної антен. Таким чином, загальне придушення бічного прийому досягається від 20...25 Дб і вище (при значних відхиленнях ПАП воно становить 35...40 Дб).

2. Досяжна величина зменшення бічного прийому пеленгатора дозволяє істотно знизити рівень „відсічення” і, тим самим, підвищити пропускну здатність БКП.

3. При роботі із прицільною перешкодою, з шириною спектра 150–200 МГц і широкосмугових каналів прийому з'являється зменшення бази, а саме, розміщення допоміжних антен на одній платформі з основною антеною. При цьому, виключаються всі недоліки багатопозиційного прийому з нерухомими базами.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Слока В. К.* Вопросы обработки радиолокационных сигналов. - М.: Советское радио, 1970. - 256с.
2. *Ширман Я. Д.* Разрешение и сжатие сигналов. - М.: Сов. радио, 1974.- 360с.
3. *Гепко И. А.* Последовательности с максимально равномерным спектром в дискретном базисе Фурье. - // Радиоэлектроника (Изв. высш. учеб. завед.). - 1996.-Т.39, №5.- С. 33-43.
4. *Кук Ч., Бернфельд М.* Радиолокационные сигналы. - М.: Сов. радио, 1971. - 568с.
5. *Левин Б. Р.* Теоретические основы статистической радиотехники. - М.: Советское радио, 1970. - 256с.
6. *Баскаков С. И.* Радиотехнические цепи и сигналы. - М.: Высшая школа, 1983.- 536с.

Рецензент: д.т.н.,проф. **Жердев М.К.**

ПРИСТРІЙ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЦИФРОВИХ ТЕЗ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕНЕРГОСТАТИЧНОГО МЕТОДУ ДІАГНОСТУВАННЯ

Пропонується пристрій для контролю технічного стану цифрових типових елементів заміни. Принцип його роботи базується на енергостатичному методі діагностування. Перевага запропонованого пристрою полягає у зменшенні кількості діагностичної інформації, необхідної для обробки й ухвалення рішення, що, в свою чергу, призводить до скорочення матеріальних витрат.

Предлагается устройство для контроля технического состояния цифровых типовых элементов замены. Принцип его работы базируется на энергостатическом методе диагностирования. Достоинство предложенного устройства состоит в уменьшении количества диагностической информации, необходимой для обработки и принятия решения, что, в свою очередь, ведет к сокращению материальных затрат.

The device for the control of availability index of product of digital standard components of replacement is offered. The principle of his activity bases on a energystatic method of diagnosing. The advantage of the offered device consists in reduction quantity of the diagnostic information indispensable for processing and decision marking, that in turn conducts to reduction of material inputs.

Постановка задачі. Сучасний етап розвитку РЕТ характеризується широким використанням різноманітних цифрових пристроїв. Значна більшість з них будуються за модульною структурою, тобто, основними елементами таких пристроїв є типові елементи заміни (ТЕЗ) [1].

Аналіз існуючої системи технічної діагностики (СТД) показує, що її ефективність в сучасних умовах різко погіршується. Це обумовлено тим, що розвиток елементної бази і нових принципів схемотехнічної побудови цифрових пристроїв відбувається значно швидше ніж розвиток СТД [2,3]. Тому, необхідно розробляти нові діагностичні засоби – уніфіковані ремонтні модулі (УРМ) для групи зразків радіоелектронних засобів озброєння (РЕЗО), які могли б проводити діагностування цифрових пристроїв із заданою глибиною, достовірністю та за припустимий час.

Існуючі методи і пристрої, які використовуються для контролю технічного стану (ТС) цифрових ТЕЗ, не дозволяють здійснювати їх діагностування з прийнятними характеристиками. З іншого боку, вартість таких пристроїв занадто велика для того, щоб укомплектувати ними об'єкти радіоелектронних засобів озброєння (РЕЗО). Все це потребує розробки нових методів і пристроїв для контролю ТС цифрових ТЕЗ.

Аналітичні викладки. Перспективним напрямом у діагностуванні цифрових пристроїв є застосування методів, що використовують в якості діагностичного параметру (ДП) значення амплітуди напруги на додатковому опорі, який примусово вмикається в корпусну шину на статичній ділянці роботи ТЕЗ. Даний метод детально був розглянутий в [4].

До пристрою контролю технічного стану (ПКТС), або уніфікованого ремонтного модулю (УРМ), який використовує зазначений метод [4], необхідно висунути ряд вимог:

- пристрій повинен проводити діагностування ТЕЗ із заданою ймовірністю;
- пристрій повинен бути простим в експлуатації;
- пристрій повинен максимально автоматизувати процес КТС ТЕЗ;

пристрій повинен бути універсальним, з погляду можливості проводити контроль ТС нових зразків ТЕЗ, виходячи з їх паспортних даних;

в пристрої повинна бути передбачена можливість зберігання паспортних даних різних марок ТЕЗ, а також можливість вносити в наявну базу даних нові паспортні дані; висока продуктивність і низька вартість пристрою.

Виходячи із висунутих вимог, УРМ повинен працювати у двох режимах: режим контролю технічного стану й режим ручного введення паспортних даних. Структурна схема УРМ зображена на рис.1. Він складається із трьох модулів: модуля формування тестових послідовностей, модуля обробки діагностичної інформації і комутаційного модуля. Комутаційний модуль призначений для комутації об'єкту діагностування (ОД) з УРМ і складається із плати комутації і пристрою розподілу.

Плата комутації являє собою пристрій, що складається з набору роз'ємів під різні типи ТЕЗ.

Пристрій розподілу призначений для підключення відповідних входів та виходів ОД з блоком формування тестових послідовностей (ТП) і блоком знімання ДІ, пересилання тестових впливів, а також для підключення напруги живлення від стабілізованого блоку живлення.

Модуль формування тестових послідовностей призначений для подачі перевіряючих тестів на ОД. Модуль формування ТП складається з наступних блоків:

- блоку формування установчого коду;
- блоку формування тестової послідовності;
- блоку ручного введення паспортних даних;
- блоку управління автоматичним режимом роботи;
- бази даних;
- блоку калібрування;
- блоку синхронізації;
- блоку живлення.

Блок формування установчого коду призначений для подачі на ОД одноразового первинного вхідного впливу, який встановлює його в початковий стан.

Блок формування тестової послідовності призначений для формування заданої послідовності тестових впливів і логічних рівнів (залежно від технології виготовлення елементної бази ТЕЗ) для проведення контролю ТС. Блок являє собою генератор псевдовипадкових чисел.

Блок ручного введення паспортних даних призначений для введення інформації про новий тип ТЕЗ в базу даних.

Блок управління автоматичним режимом роботи (БУАРР) призначений для формування команд і керуючих сигналів, які зберігаються в базі паспортних даних про ТЕЗ і керують процесом контролю його технічного стану.

База даних призначена для зберігання паспортних даних різних марок ТЕЗ.

Блок калібрування призначений для точного підстроювання коефіцієнта підсилення блоку підсилювачів.

Блок синхронізації призначений для узгодження в часі всіх процесів в УРМ.

Блок живлення призначений для одержання стабілізованих напруг живлення.

Модуль обробки діагностичної інформації служить для виділення, перетворення й аналізу ДІ, а також для прийняття рішення про технічний стан ТЕЗ. Модуль обробки ДІ складається з наступних блоків:

- блоку виділення імпульсів у корпусній шині;
- блоку підсилювачів;
- блоку АЦП;
- блоку формування сигнатури;
- блоку прийняття рішення;
- пристрою індикації.

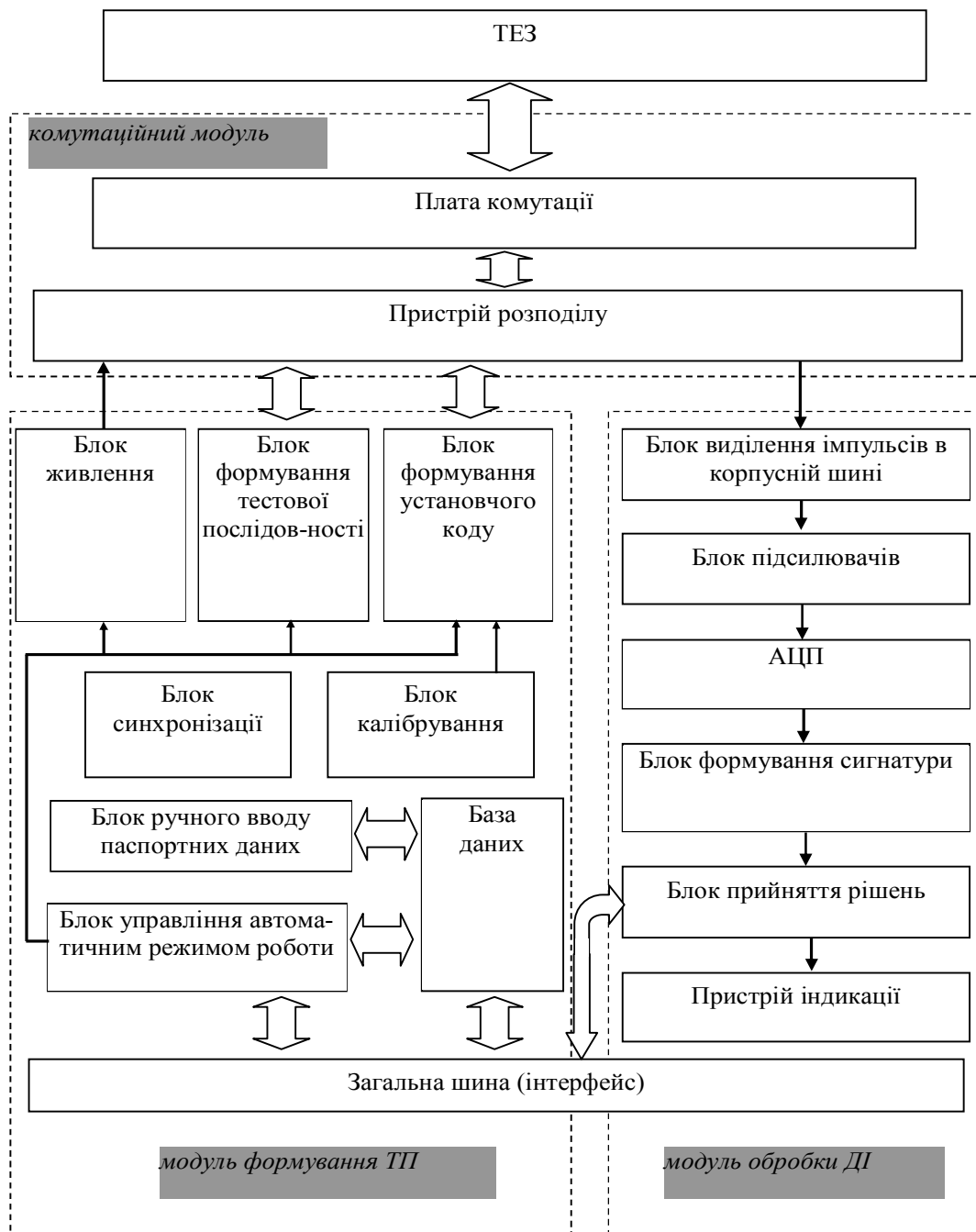


Рис.1. Структурна схема уніфікованого ремонтного модулю

+

Блок виділення імпульсів у корпусній шині призначений для фільтрації й виділенні імпульсів на контрольному опорі, який включено в розрив корпусної шини в певні моменти часу.

Блок підсилювачів призначений для посилення виділених імпульсів до необхідного рівня.

Блок АЦП призначений для перетворення виділених і посилених сигналів у цифрову форму й перетворення паралельного коду в послідовний. Виходячи з аналізу параметрів імпульсів, швидкодія АЦП повинна відповідати, як мінімум, швидкодії існуючих ТЕЗ, а для перспективних зразків набагато вище.

Блок формування сигнатури призначений для стиску потоку діагностичних даних у форму зручну для візуального аналізу оператором і являє собою сигнатурний аналізатор.

Блок прийняття рішень являє собою пристрій порівняння і призначений для ухвалення діагностичного рішення про технічний стан ТЕЗ.

Пристрій індикації являє собою індикатор, що відображає інформацію про технічний стан ТЕЗ.

Загальна шина (інтерфейс) призначена для підключення модуля формування ТП до модуля обробки, а також для підключення УРМ до зовнішньої ПЕОМ для централізованого запису інформації в базу даних.

Найбільш прийнятним є використання послідовної шини. Це ґрунтується на тому, що при цьому досягається висока швидкість передачі даних, відсутні жорсткі вимоги до довжини кабелю, відсутні змагання сигналів, немає необхідності використовувати додатковий адаптер, зручність підключення [5].

Пристрій працює в такий спосіб. Процес діагностування починається з калібрування уніфікованого ремонтного модуля. Для цього команда про початок калібрування надходить у блок формування установчого коду. За цією командою блок формує сигнал еталонної напруги й передає його в модуль обробки ДІ на блок виділення імпульсів у корпусній шині. Далі сигнал підсилюється, перетворюється в цифрову форму й видається на пристрій індикації. У випадку відмінності значення сигналу від паспортного (зазначеного у формулярі на УРМ), оператор змінює коефіцієнт підсилення блоку підсилювачів і домагається заданого значення.

Далі в БУАРР вводиться марка ТЕЗ. Блок управління автоматичним режимом роботи аналізує присутність даних для контролю ТС ТЕЗ в базі даних. Якщо вихідні дані присутні, то БУАРР формує команди для керування процесом діагностування. Вихідні дані, які зберігаються в базі даних, надходять на відповідні блоки УРМ. Первинний установчий код надходить до блоку формування установчого коду, режим роботи ГПВЧ до блоку формування ТП, необхідні напруги живлення до блоку живлення, на пристрій розподілу надходять команди, за якими даний пристрій визначає, на які входи ТЕЗ будуть подаватися тестові впливи й напруги живлення. Еталонна сигнатура надходить у блок прийняття рішень. Коли дані команди надійшли, БУАРР формує сигнал запуску, за яким на ТЕЗ починає подаватися перевіряючий тест. На кожен елементарний тестовий вплив у КТ формується відгук. Даний відгук надходить на модуль обробки ДІ в блок виділення імпульсів в корпусній шині. Обробка здійснюється в такий спосіб: сигнал, виділений в КТ, підсилюється блоком підсилювачів і надходить в блок АЦП, де відбувається перетворення дискретного сигналу в цифровий, а також перетворення паралельного виду цифрового сигналу в послідовний. Блок формування сигнатури стискає потік діагностичної інформації в сигнатуру. Обробка діагностичної інформації завершується, коли на ТЕЗ надходить останній елементарний тестовий вплив. Проаналізувавши останній відгук, блок формування сигнатури створює контрольну сигнатуру ТЕЗ на заданий тест і передає її в блок прийняття рішень, де відбувається порівняння контрольної сигнатури з еталонною. Результат порівняння подається на пристрій індикації, який відображає інформацію про технічний стан ТЕЗ.

Якщо в базі даних відсутня інформація про ТЕЗ, який необхідно продіагностувати та визначити його технічний стан, то паспортну інформацію необхідно ввести вручну. Далі відбувається аналогічна процедура діагностування.

Ефект від впровадження УРМ полягає у зменшенні вартості засобів діагностування при необхідній достовірності та часу діагностування. Це обумовлено тим, що пристрій діагностування не містить в своєму складі ПЕОМ (за рахунок наявності ГПВЧ та сигнатурного аналізатора), а наявність однієї КТ значно зменшує потік діагностичної інформації. Економія може складати \$ 300-400 (вартість ЕОМ), а з врахуванням вартості розробки програмного забезпечення та детермінованих тестів до \$ 1000-1500 у порівнянні з методиками, заснованими на використанні параметрів енергодинамічного процесу [6] і побудови детермінованих тестових послідовностей на основі модифікованого *D*-алгоритму [7].

Висновки. Розроблений пристрій контролю технічного стану цифрових ТЕЗ доцільно використовувати безпосередньо на місці дислокації об'єктів РЕЗО. Це обумовлено тим, що провести первинну селекцію ТЕЗ (на справні та несправні), без застосування ремонтних органів, що, в свою чергу, призводить до значного зменшення середнього часу відновлення об'єктів РЕЗО та підвищення їх коефіцієнтів готовності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Теоретические и прикладные задачи диагностирования средств связи и автоматизации / Под ред. С.П. Ксенза. - Л.: ВАС, 1990. - 336 с.
2. Приходько И. Современные методы тестирования и испытаний в системе качества ISO 9000 // Электронные компоненты. - 2002. - №8 - С. 31-35
3. Hierarchical fault Diagnosis of Analog Integrated Circuits. // IEEE Transaction on circuits and system / *Chung Kin Ho, P.R Shepherd, Friedman Eberhardt, W. Tenten*. - 1: Fundamental theory and Applications.- 2001.- no.8vol.- 48.
4. Жердєв М.К., Вишнівський В.В., Жиров Г.Б. Контроль технічного стану цифрових пристроїв енергостатичним методом // Збірник наукових праць ВІТІ НТУУ “КПІ”. - №1. - К.: ВІТІ НТУУ “КПІ”. - 2005. - С. 51-57.
5. Мюллер Скотт. Модернизация и ремонт ПК.- 11-е издание.: Пер. с англ.: - М.: Издательский дом „Вильямс”- 2000. - 1136 с.
6. Вишнівський В.В., Гахович С.В., Катін П.Ю., Круценко В.В. Пристрій для діагностування цифрових ТЕЗ з використанням параметрів енергодинамічного процесу // Вісник КНУ ім. Тараса Шевченка. Сер. Військово-спеціальні науки. Вип. № 6. - К.: КНУ ім. Т.Шевченка.- 2003. - С. 71-75.
7. Савков П.А. Апаратно-програмний комплекс обладнання діагностики та аналізу схем, що побудовані на базі логічних елементів // Вісник КНУ ім. Тараса Шевченка. Сер. Військово-спеціальні науки. - К.:КНУ ім. Т.Шевченка.- 2000. - Вип. 2. - С. 52-56.

ПОБУДОВА СИСТЕМ МАШИННОГО ПЕРЕКЛАДУ НА ОСНОВІ ЗНАННЯ-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ

В статті розглянуто знання-орієнтований підхід до автоматизації вилучення, формалізації і обробки знань, які містяться в різномовних текстах. Показані його можливості в інтересах побудови систем машинного перекладу.

В статье рассмотрен знание-ориентированный подход к автоматизации извлечения, формализации и обработки знаний, содержащихся в разноязычных текстах. Показаны его возможности в интересах построения систем машинного перевода.

The article is devoted to the view that is based upon realization of knowledge-oriented approach to information processing. Its essence is the automatization of extraction of knowledge from natural-language (including different-language) texts, its formalization and logical and semantic processing for solving the tasks of machine translation.

Сучасні системи машинного перекладу здебільшого орієнтовані на переклад тексту „по словах” і реалізують автоматичну обробку тексту як суто лінгвістичної системи. Це призводить як до помилок перекладу, в тому числі пострадагування яких значно знижує ефективність їх застосування, так і до обмеження кола користувачів. Пропонується підхід до машинного перекладу на основі знання-орієнтованого підходу, який дозволяє моделювати саме процес „розуміння” текстової інформації.

Моделювання процесу розуміння зводиться до розробки засобів розпізнавання і формалізації знань, які містяться у вхідному тексті, інтерпретації цих знань відносно певної прикладної задачі (цільової настанови – в даному випадку - перекладу) та синтезу результату у вихідний природно-мовний текст (ПМТ). Пропонований підхід ґрунтується на таких концептуальних положеннях:

вхідний ПМТ - є зв'язний текст (дискурс);

зв'язність дискурсу забезпечується графемними засобами оформлення тексту (наприклад, відношення взаємозв'язку між заголовками фрагментів тексту і змістом абзаців), лінгвістичними засобами (граматичними узгодженнями, анафоричними посиланнями тощо) і екстралінгвістичними (часові, причинно-наслідкові зв'язки тощо);

всі ці засоби є інструментом кодування знань про предметну галузь (ПГ);

як елементи реального або абстрактного світу виступають його об'єкти, відображені в тексті у формі природно-мовних понять, відношень між ними та мовні характеристики понять і відношень;

формування об'єктів за знаннями про світ може бути різним і залежить від цільової настанови прикладної задачі, предметної області та логічної картини світу як носія інформації, так і того, хто її обробляє.

Особливості аналізу ПМТ визначаються спрямованістю на формування поняттєвої структури, тобто, на автоматичний витяг знань з різномовних текстів та їх прагматичну інтерпретацію в термінах прикладної задачі. При цьому текст розглядається як об'єкт різних рівнів аналізу: як знакова система, як граматична система і як система знань про світ (проблемну галузь). Кожний рівень має свої особливості, свої засоби виразу і, отже, припускає наявність специфічних методів обробки. Аналіз існуючих моделей розуміння ПМТ з цієї точки зору показує, що розпізнавання смислу в кращому випадку починається з морфологічного рівня мовної системи (модель "Смисл ↔Текст"). Морфологічний рівень вважається при цьому доцільним лише для флективних мов. У відомих моделях семантики англійської мови, зокрема, в моделі "концептуальних залежностей" Р.Шенка і в моделі "семантик переваги" Уїлкса, аналіз тексту починається з рівня поняття (в першому випадку) або навіть з рівня твердження, що в лінгвістиці

відповідає простому ядерному реченню (в другому випадку), фактично ігноруючи морфемну структуру англійської мови.

Аналіз реальних текстів показав, що вже на рівні знакової організації тексту людина використовує описові можливості семіотичної системи для кодування знань про фрагменти реальної дійсності. Так, використання лапок (наприклад, кінотеатр "*Салют*") свідчить, що лексему в лапках не можна розглядати в значенні, поданому в словнику. Власні назви, наведені в тексті, можуть збігатися з написанням загально вживаних слів, але при цьому мати різний зміст (наприклад: депутат *Хмара*, прем'єр-міністр *Major*, вул. *23 Серпня* тощо). Крім того, ряд лексем в тексті не підпорядковані граматичним правилам мови, а виступають як семантичні одиниці знакового рівня (наприклад: числа: *25,5 %*, *10*, скорочення: *млн*, *кг*). Ці особливості ПМТ і обумовили необхідність розробки знакового рівня організації тексту як початкового етапу побудови моделі розуміння тексту. В той же час в існуючих системах перекладу аналіз знакового рівня організації ПМТ обмежується відділенням синтаксичних розділових знаків від слова, виділенням аббревіатур, скорочень тощо, що є явно недостатнім для якісного перекладу. Прагматичний аналіз в існуючих системах перекладу взагалі відсутній, а значить не враховуються знання з ПГ та конкретну прикладну задачу, а це, власне, і є визначальним фактором при аналізі ПМТ фахівцем.

Як вже зазначалося, процедуру розпізнавання знань з предметної області доцільно починати зі знакового рівня подання тексту. Такий підхід зумовлений різноманітністю знакового (графемного) подання лексичних одиниць в тексті, яка визначає їх різні семантичні функції в тексті. Для перекладу суттєвим є також визначення структури тексту з метою відокремлення службової інформації, виділення абзаців, заголовків тощо в тексті. Текст, при цьому, розглядається як певним чином організована послідовність рядків і графем. Під графемою будемо розуміти „мінімальну смислову одиницю письмового тексту” [1, с.124]. Процес розпізнавання на графемному рівні подання тексту включає два етапи. Задачею першого етапу є виділення змістовно самостійних фрагментів в тексті, виділення лексем в кожному фрагменті тексту, визначення мови вхідного тексту. Вхідними даними першого етапу є поточний текстовий файл і апріорні еталонні моделі (рядків і графем).

Закономірності розташування рядків і кінцевих графем в рядку дозволяють поділити текст на фрагменти. Під фрагментом [2] будемо розуміти семантично і функціонально самостійні текстові одиниці, які виступають у тексті в ролі міні-дискурсу. В якості фрагменту може виступати, наприклад, заголовок, підзаголовок, абзац тексту тощо. Цей клас текстових одиниць об'єднує те, що кожна з них виконує закінчену логіко-семантичну функцію.

Під лексемою [2] розуміється словоформа або словосполучення, які мають певне графемне відображення і виконують диференційну семантичну функцію. Лексемами тексту можуть бути окремі словоформи (наприклад: *США*, *столом* тощо), деякі словосполучення, які з прагматичної точки зору розглядаються як єдина семантична одиниця (наприклад: *А.А. Іванов*, *Дж. Буш*, "*Джонсон і Джонсон*"). При цьому графемний аналізатор враховує, що словосполучення в тексті не завжди розділені пробілом. Наприклад: *Спортсмен пробіг 100м за 12с*. В даному випадку *100м* та *12с* включають не одну лексему, а дві, оскільки число і скорочення, хоча подаються в тексті без пробілу, визначають різні поняття.

Після того, як розпізнані класи лексем, програма переходить до розпізнавання речення. Під реченням розуміється логічно та семантично закінчене висловлювання, яке входить до певного дискурсу і має відповідне графічне оформлення. В сучасних системах перекладу ознакою кінця речення є "крапка - пробіл - заголовна літера", що доволі часто призводить до помилок обробки семантичного характеру. Розробка правил контекстного (знакового) оточення крапки дозволяє виділяти речення згідно їх семантичної закінченості у 99%. В тих випадках, коли крапка виконує функцію кінця речення, їй присвоюється клас лексеми "кінець речення". Виділяються такі типи

речень: мовне речення, речення-заголовки, службове речення тощо. Синтагма на етапі графемного розпізнавання визначається як послідовність лексем, розташованих між синтаксичними розділовими знаками. Синтагми також поділяються на типи: мовна синтагма, синтагма позначення тощо.

Етап лінгвістичного розпізнавання знань з ПГ відбиває морфологічний, синтаксичний та семантичний рівень мовної системи. Метою лінгвістичного етапу є побудова поняттєвої структури тексту.

На вхід модуля морфологічного розпізнавання надходить лише клас мовних лексем. Вхідними даними процедури розпізнавання є графемна структура тексту, отримана на попередньому етапі та еталонні моделі, які включають: словозмінну модель та словотвірну модель вхідної мови. Об'єктом розпізнавання є закономірності взаємодії морфем в межах мовної лексики. Еталонні моделі відбивають знання про певну вхідну мову і складаються з словника службових слів, словника морфем (квазізакінчень, суфіксів, префіксів тощо). Словник службових слів включає службові частини мови: прийменник, сполучник, частка, а також займенник, чисельник, обмежену кількість прислівників та прийменників (загального значення). Такий словник є постійним для будь-якої мови тому, що динамічні зміни в лексиці відбуваються за рахунок іменників та дієслів. Крім того, він не залежить від ПГ. Виходячи з цих позицій, доцільно задавати його у вигляді еталонної моделі. Обсяг такого словника не перевищує 1 тис. словникових статей. Словник морфем включає: закінчення, суфікси, префікси, деякі кореневі морфеми та сполученні голосні (о, е). Таке подання еталонної моделі дозволяє значно скоротити обсяг лінгвістичної інформації. Сумарний обсяг словника навіть для таких мов, як російська та українська не перевищує 10 тис. словникових статей (для англійської він буде значно менший). Якість розпізнавання така ж, як і у випадку використання словника повних лексем, але дозволяє реалізувати принципово нову функцію в машинному перекладі: розпізнавання „нових” для системи слів, які створені за допомогою продуктивних суфіксів і префіксів вхідної мови. Крім того, такий невеликий за обсягом словник дозволяє перекрити всю сукупність слів певної мови (а це біля 1 млн. слів), а також нові слова, якщо вони утворені за правилами граматики цієї мови. Остання перевага робить еталонну модель незалежною від предметної області, що також бракує існуючим системам.

Сутність процедури розпізнавання полягає у приписуванні кожній мовній лексемі вхідного тексту відповідної інформації. Така інформація включає: лексико-граматичні класи (іменник, прикметник, чисельник, дієслово тощо), відповідні цим класам граматичні характеристики (наприклад, для іменників - це рід, число, відмінок), синтаксичні характеристики (еталонна модель передбачена лише для прийменників), семантичні характеристики (вони переписуються за певними правилами зі словника морфем і представляють собою відповідний набір семантичних ознак, які привносять до кореню префікси і суфікси, наприклад: розмір, стан, процесуальність тощо). Еталонна модель визначає всі притаманні певній морфемі характеристики. Потім здійснюється аналіз їх взаємодії в межах заданої лексики, при цьому, за допомогою певної множини правил розв'язання, перевіряються набори ознак на суперечливість, сумісність. Результатом розпізнавання є інтегрований набір ознак, відповідний певній лексемі тексту.

Результати розпізнавання морфологічного рівня є вхідними даними для розпізнавання на синтаксичному рівні мовної системи.

Етап синтаксичного розпізнавання поділяється на два етапи. Задачею першого етапу є усунення граматичної омонімії морфологічного рівня і побудова словосполучень. Об'єктом розпізнавання цього рівня є закономірності взаємодії лексем у межах мовної синтагми. Вхідними даними є результати попередніх етапів розпізнавання та еталонні моделі синтаксичних правил, які визначають ознаки синтаксичного з'єднання лексем у словосполучення, словник лексико-семантичних валентностей дієслів, який визначає ознаки найбільш вірогідного оточення та словник

семантичних інтерпретацій, який, на основі розпізнаних синтаксичних правил, визначає семантичні відношення між словами у словосполученні. Якщо речення складається з однієї синтагми, то синтаксичне розпізнавання закінчується на цьому етапі. Якщо речення, складається з декількох синтагм, то наступною задачею постає їх об'єднання до єдиного формалізованого подання як семантичного висловлювання. При цьому синтаксичні розділові знаки заміщуються відповідними семантичними відношеннями.

Задачею семантичного розпізнавання є усунення синтаксичної омонімії (якщо вона має місце) та формування понять, відношень і їх характеристик (властивостей) в межах одного речення. Крім того, на цьому етапі проходить заміщення анафоричних зв'язків, узагальнення понять і відношень, пропусків понять і відношень, що притаманно природній мові. Об'єктами розпізнавання, на відміну від синтаксичного розпізнавання, є всі речення (а не тільки мовні), речення-заголовки, які підлягають обробці на другому етапі семантичного розпізнавання, коли будується власне поняттєва структура вхідного тексту.

Вхідними даними семантичного розпізнавання є результати графемного та синтаксичного розпізнавання, а також еталонні моделі, які включають тезаурус понять, тезаурус відношень та тезаурус логіко-семантичних відношень. Структура тезаурусу, як правило, орієнтована на прикладні задачі обробки текстів. Для побудови поняттєвої структури тезаурус визначає такі відношення: рід - вид, частина - ціле, синонімії, асоціації. Ці відношення містять знання про загальну картину світу на рівні енциклопедичних знань. Такі знання, як правило, у тексті в явному вигляді не подаються, а визначають лише наслідки (тобто похідні відношення). Людина, при сприйманні інформації, підсвідомо використовує такий тезаурус. На останньому етапі семантичного розпізнавання всі фрагменти тексту об'єднуються в єдину логіко-семантичну структуру. При цьому обробка полягає в узагальненні та уніфікації понять, відношень та їх характеристик.

Проблемою розпізнавання є невизначеність та багатозначність вхідної інформації по відношенню до еталонних моделей, на базі яких відбувається процес розпізнавання.

Розпізнавання компонентів знань з ПО в умовах багатозначності. Визначимо багатозначність як випадок розпізнавання, коли вхідній одиниці тексту відповідає декілька еталонних зразків: модель <один-багато>. З точки зору теорії розпізнавання (на відміну від мовознавства) між поняттями багатозначність і омонімія не має суттєвої різниці, бо їм відповідає одна модель <один-багато>.

Багатозначність текстових одиниць може виникати за рахунок омонімічності граматичної інформації. Наприклад, для російського слова *устав* відповідна граматична інформація свідчить, що це може бути і дієприслівником (*Устав от работы, он решил отдохнуть*) і іменником (*Устав гласит...*). Так звана семантична багатозначність виникає в результаті різного розподілу знань про навколишній світ в різних мовах. Як наслідок, на слова та словосполучення, які відбивають поняття з ПГ, навантажується різний обсяг семантичних ознак.

1. Розглянемо випадок граматичної багатозначності. З формальної точки зору випадок багатозначності можна записати як: $A_i \rightarrow \{Q\}$; де A – поточний образ (в даному випадку слово або словосполучення); i – унікальний набір граматичних ознак, який характеризує A в поточному контексті; Q – множина еталонних зразків, які підходять до A .

В природно-мовній системі граматичну багатозначність (омонімію) розрізняють таким чином:

омонімію граматичних характеристик словоформ (наприклад: для словоформи *дивізії* граматична характеристика числа має значення однина та множина, граматична характеристика відмінка має значення: родовий, давальний, місцевий для однини, та називний і знахідний для множини);

лексико-граматичну омонімію, яка виникає на рівні лексико-граматичних класів. Наприклад, словоформа *мати* в контексті може виступати в ролі іменника (*мати пішла на базар*) та в ролі дієслова (*мати волю до перемоги*).

Грамаіична омонімія усувається за рахунок розроблених еталонних зразків синтаксичних зв'язків – правил контекстного сполучення, які поділяються на правила узгодження, управління та прилягання.

Формально сутність усунення грамаіичної омонімії в рамках правила грамаіичного узгодження полягає у здійсненні операції перетинання множин грамаіичних характеристик словоформ *A* і *B*.

Управління в природній мові формально визначається через певний відмінок підпорядкованої словоформи. Усунення грамаіичної омонімії для синтаксичного правила управління полягає у виділенні сумісної частини в наборах грамаіичних ознак словоформи *A* (в полі синтаксичної інформації) і словоформи *B* (в полі морфологічної інформації). Синтаксичне правило прилягання визначається лише лексико-грамаіичними класами, які можуть примикати. Формальна сутність правила полягає в об'єднанні наборів грамаіичних ознак для тих лексико-грамаіичних класів, які підпадають під правило прилягання.

Застосування правил контекстного сполучення дозволяє уникнути грамаіичної омонімії приблизно в 70% випадків, решта омонімічної лексико-грамаіичної інформації розв'язується за рахунок правил синтаксичної будови речень. Правила синтаксичної будови речення записуються в термінах теорії формальних грамаіик Хомського [3]. Так, еталонний зразок правила синтаксичної будови простого речення має вигляд:

$S \rightarrow Gr(Np) + Gr(V)$; де *S* – речення, *Gr(Np)* – група підмета, *Gr(V)* – група присудка.

Синтаксична омонімія усувається за рахунок введення прагмаіичної інтерпретації. Сутність розпізнавання полягає в зануренні омонімічних синтаксичних конструкцій в тезаурус з ПГ та перевірці омонімічних конструкцій на матриці істинності, яка відбиває знання про ПГ. Наприклад, для російськомовного фрагменту речення: „...долететь без дозаправки севера...” синтаксична структура формально може мати дві форми подання. На основі тезауруса понять з ПГ можна встановити, що північ (*север*) не можна дозаправити, отже єдиною несуперечливою інформацією є синтаксична конструкція „долететь севера; долететь без дозаправки”

Лексико-грамаіична омонімія може також виникати в результаті різного поділу синтаксичних функцій лексеми в реченні. Задача вибору на множині різних лексико-грамаіичних класів одного поняття досить часто виникає при автоматичному перекладі. Так, для англійської мови притаманно одним словом позначати різні лексико-грамаіичні класи. Наприклад, англійське слово *work* українською мовою може перекладатися трьома лексико-грамаіичними класами: *працювати* (To *work* day and night), *робота* (It's my *work*), робочий (*work* day). Усунення багатозначності, в цьому випадку, здійснюється таким чином: при розпізнаванні вхідного тексту спочатку розв'язується грамаіична омонімія за правилами наведеними вище, потім вибір на множині перекладних еквівалентів здійснюється на основі перетинання інформації про код лексико-грамаіичного класу у вхідному слові та його перекладному еквіваленті.

Сутність семантичної омонімії полягає в різних значеннях одного слова. Наприклад, російське слово *лук* може вживатися в значеннях: „городина” та “зброя”. Розв'язання багатозначності при семантичній омонімії досягається за рахунок побудови шаблонів всіх контекстів заданого слова і накладання їх на матрицю істинності.

Розпізнавання знань з ПО в умовах невизначеності. Іншою проблемою при автоматичному перекладі є розпізнавання нових для системи слів. Тестування систем машинного перекладу показало, що, найчастіше, поява нових для системи слів виникає за рахунок вживання продуктивних суфіксів (наприклад: *near* – *nearly*; *depart* – *department* тощо). Такі випадки появи нових слів можна розв'язати за рахунок введення до процедури морфологічного розпізнавання словотвірної моделі мови. Словотвірна

модель включає словник префіксів та словник суфіксів. В загальному випадку слово може містити декілька суфіксів (наприклад: *вчи-тель-к-а*). Код словозмінного класу з'єднує зазначений суфікс з його таблицею закінчень. Поле семантичних ознак містить такі ознаки, як: процесуальність (наприклад, російські суфікси: *-ани(e)*, *-ени(e)*), стан (суфікс: *-ост(ь)*), особа (суфікси: *-щик*, *-ник*) тощо.

Якщо слово відсутнє в перекладному словнику, то на основі матриці істинності можна вибрати з відповідного лексико-семантичного класу представника з більш загальним значенням. Так, наприклад, якщо для англійського словосполучення *go by bicycle* у перекладному словнику відсутня словникова стаття: *bicycle – велосипед*, то за допомогою аксіоматичної моделі, програма інтерпретує переклад як *їхати транспортним засобом*. З цією метою для незнайомого слова в тексті вибираються всі контекстні зв'язки і підбирається найбільш вірогідна аксіоматична модель. Звичайно, щоб знайти відповідний еквівалент, треба мати для нового слова контекст, який визначається достатньою кількістю елементарних предикатних формул. Вже при визначених трьох предикатних формулах алгоритм працює з достовірністю >60%. Отже, при аналізі нових слів програма може порушувати стилістичну цілісність тексту, але зберігає його семантичну цілісність, що, на наш погляд, є вкрай важливим.

Тільки після того, як всі процедури розпізнавання відпрацьовані, програма може звертатися до перекладного словника. Це дозволяє отримати якісний переклад вхідного тексту, який зберігає семантичну і прагматичну цілісність тексту, дозволяє уникнути помилок перекладу на всіх рівнях його подання (графемному, лінгвістичному, прагматичному).

Таким чином, знання-орієнтований підхід до побудови систем машинного перекладу, який базується на когнітивному розпізнаванні знань про ПГ, що містяться в тексті, дозволяє здійснити моделювання процесу розуміння смислу текстової інформації, що є необхідною умовою якісного перекладу, вирішити задачу розпізнавання текстових одиниць в умовах багатозначності та невизначеності.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Кондаков Н.И. Логический словарь справочник. - М.: Наука, 1975. -717с.
2. Замаруєва І.В. Комп'ютерна модель розуміння природно-мовної текстової інформації // Проблеми програмування. -1999. -№2. С.96-102.
3. Гросс М., Лантен А. Теория формальных грамматик.- М.: "Мир".- 1976. -294с.

Рецензент: д.т.н., проф. **Рось А.О.**

ПІДВИЩЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ РАДІОРЕЛЕЙНОГО КАНАЛУ ЗВ'ЯЗКУ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ N-OFDM З ОРТОГОНАЛЬНО ПОЛЯРИЗОВАНИМИ СИГНАЛАМИ.

Дана стаття присвячена питанню збільшення пропускної здатності радіорелейної системи зв'язку за рахунок використання методу N-OFDM з ортогонально поляризованими сигналами. Задачею дослідження є синтез процедури демодуляції N-OFDM сигналів з врахуванням крос-поляризаційної перешкоди. Для аналізу максимальних можливостей цього методу запропоновано використовувати добре відомий метод розрахунку нижньої границі Крамера-Рао для потенційно досяжної дисперсії помилок виміру амплітудних складових.

Данная статья посвящен вопросу увеличения пропускной способности радиорелейной системы связи за счет использования метода N-OFDM с ортогонально поляризованными сигналами. Задачей исследования является синтез процедуры демодуляции N-OFDM сигналов с учетом кросс-поляризационной помехи. Для анализа максимальных возможностей этого метода предложено использовать хорошо известный метод расчета нижней границы Крамера-Рао для потенциально достижимой дисперсии ошибок измерения амплитудных составляющих.

In this report the question about using the increasing of carrying capathity of radio relay communication systems owing to using the method of non-orthogonal frequency discrete modulation(N-OFDM) with usage the orthogonally polarized rays is studied. During the research the synthesis of the demodulation procedure N-OFDM signals was made taking into account the cross-polarized hindrance. To analyze maximum capabilities of the presented method it has been proposed to use the well-known methodology of calculating the lower barrier of Kramer-Rao (LBKR)for the potentially achieving dispersion of mistakes in measuring the amplitude ingrediens.

Радіорелейні системи прямого бачення є одним з найважливіших технічних елементів, що утворюють канали і тракти зв'язку первинної мережі зв'язку. Одним з перспективних напрямків розвитку радіорелейних систем для підвищення їхньої пропускної здатності є використання ортогональної частотної дискретної модуляції (OFDM). Цей метод широко використовується в WiMAX-мережах і дозволяє забезпечити зв'язок на відстань прямого бачення (десятки кілометрів). Збільшення вимог до швидкості передачі даних радіорелейних каналів через обсяги інформації, що зростають у всіх ланках управління, а також необхідність закладення у конструктивні рішення резервів, буде вести до розширення смуги частот переданого сигналу. Однак, труднощі досягнення електромагнітної сумісності значної кількості абонентів не дозволяють беззастережно вдаватись до таких спектральних експансій. Рішенням даного протиріччя може стати метод неортогональної частотної дискретної модуляції (N-OFDM) [1, 2], що дозволяє ущільнити спектральну смугу, що займає сигнал, адаптивно відмежуватися від вузькосмугових завад і ефективно працювати в умовах доплерівського зсуву несучих частот. Проте, роботи з розвитку методу N-OFDM дотепер проводилися стосовно лише одної поляризації випромінюваних сигналів. У той же час, як відомо, використання двох ортогональних поляризацій випромінювання дозволяє майже в два рази збільшити пропускну здатність радіолінії. Такі рішення вже відомі для методу OFDM [3].

Метою роботи є удосконалення методу N-OFDM шляхом використання біполяризаційного сигналу з неортогональними несучими.

При цьому задачею досліджень є синтез процедури демодуляції N-OFDM сигналів з врахуванням впливу крос-поляризаційної перешкоди.

Передбачається, що принцип формування біполяризованого сигнального пакета з неортогональними несучими у передавачі зводиться до використання двох незалежних квадратурних каналів цифро-аналогового перетворення, кожний з яких навантажений на свій випромінювач. Піднесучі піддаються квадратурно-амплітудній модуляції (QAM) відповідно до переданого повідомлення, при цьому випромінювання на ортогональних поляризаціях за методом N-OFDM, в загальному випадку, може виконуватися на неспівпадаючих піднесучих. Прийом сигналів здійснюється аналогічною антеною з поляризаційним селектором з наступним квадратурним аналого-цифровим перетворенням у кожному з поляризаційних каналів.

Демодуляція сигналів у розглянутому випадку проводиться за припущення про точно відомі частоти піднесучих. Для врахування впливу крос-поляризаційної перешкоди застосовується адаптивне зниження рівня QAM-модуляції, при цьому оцінка рівня крос-поляризаційних компонентів виробляється шляхом використання пілот-сигналів, випромінюваних як з передавача на приймач, так і у зворотньому напрямку.

Для синтезу оптимальної процедури демодуляції скористаємося методом найменших квадратів. При цьому, будемо також вважати, що рівні крос-поляризаційних перешкод є частотно-залежними і відомі для кожної гармонійної складової, випромінювання на ортогональних поляризаціях здійснюється на однакових частотах. При таких припущеннях відгук прийомної системи після синтезу ортогональних частотних фільтрів за допомогою швидкого перетворення Фур'є (ШПФ) може бути представлений в матричному вигляді:

$$U = F \cdot A + n, \quad (1)$$

де U - блок-вектор комплексних напруг по виходах R ШПФ-фільтрів у двох поляризаційних каналах прийому (H - горизонтальна поляризація, V - вертикальна),

$$U = \begin{bmatrix} U_H \\ U_V \end{bmatrix}, U_H = [\dot{U}_{H1} \ \dot{U}_{H2} \ \dots \ \dot{U}_{HR}]^T, U_V = [\dot{U}_{V1} \ \dot{U}_{V2} \ \dots \ \dot{U}_{VR}]^T;$$

F - блокова матриця амплітудно-частотних характеристик (АЧХ) R ШПФ-фільтрів двох поляризаційних каналів прийому (H - горизонтальна поляризація, V - вертикальна) на основній та крос-поляризаційній складових для M частот піднесучих,

$$F = \begin{bmatrix} F_H & F_{HV} \\ F_{VH} & F_V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_{H_1}(\omega_1) & \dots & F_{H_1}(\omega_M) & F_{HV_1}(\omega_1) & \dots & F_{HV_1}(\omega_M) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ F_{H_R}(\omega_1) & \dots & F_{H_R}(\omega_M) & F_{HV_R}(\omega_1) & \dots & F_{HV_R}(\omega_M) \\ F_{VH_1}(\omega_1) & \dots & F_{VH_1}(\omega_M) & F_{V_1}(\omega_1) & \dots & F_{V_1}(\omega_M) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ F_{VH_R}(\omega_1) & \dots & F_{VH_R}(\omega_M) & F_{V_R}(\omega_1) & \dots & F_{V_R}(\omega_M) \end{bmatrix}, \quad (2)$$

$F_{HV_r}(\omega_m)$; $F_{VH_r}(\omega_m)$ - значення АЧХ r -ого ШПФ-фільтру на частоті m -го сигналу ω_m для крос-поляризаційної складової,

$F_{H_r}(\omega_m)$; $F_{V_r}(\omega_m)$ - значення АЧХ r -ого ШПФ-фільтру на частоті m -го сигналу ω_m для горизонтальної і вертикальної поляризацій прийому,

$$A = [\dot{a}_{H1} \ \dot{a}_{H2} \ \dots \ \dot{a}_{HM} \mid \dot{a}_{V1} \ \dot{a}_{V2} \ \dots \ \dot{a}_{VM}]^T,$$

$\dot{a}_{Hm}$, $\dot{a}_{Vm}$ - комплексна амплітуда m -го сигналу горизонтальної і вертикальної поляризацій відповідно,

$\dot{n}$ - блок- вектор шумів виміру.

За умови, що не може бути прийнята гіпотеза про інваріантність крос-поляризаційної завади до частоти сигналу, можна записати:

$$F_{HV_r}(\omega_m) = q_{HV}(\omega_m) \cdot F_{V_r}(\omega_m) \text{ і } F_{VH_r}(\omega_m) = q_{VH}(\omega_m) \cdot F_{H_r}(\omega_m),$$

де $q_{HV}(\omega_m)$, $q_{VH}(\omega_m)$ - частотно-залежні коефіцієнти крос-поляризаційного зв'язку за умови їх невзаємності.

Якщо зневажити частотною залежністю крос-поляризаційної завади і її чутливістю до напрямку поляризаційного зв'язку, то можна вважати, що

$$F_{HV_r}(\omega_m) = q \cdot F_{V_r}(\omega_m) \text{ і } F_{VH_r}(\omega_m) = q \cdot F_{H_r}(\omega_m),$$

тобто, матриця АЧХ набуває вигляду:

$$F = \left[\begin{array}{c|c} F_H & q \cdot F_V \\ \hline q \cdot F_H & F_V \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c|c} 1 & q \\ \hline q & 1 \end{array} \right] [\otimes] \left[\begin{array}{c} F_H \\ F_V \end{array} \right], \quad (3)$$

де $[\otimes]$ - символ блокового кронекерівського добутку.

Для випадку дуже малої крос-поляризаційної завади коефіцієнт q можна покласти рівним нулю. У результаті одержимо:

$$F = \left[\begin{array}{c|c} 1 & 0 \\ \hline 0 & 1 \end{array} \right] [\otimes] \left[\begin{array}{c} F_H \\ F_V \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c|c} F_H & 0 \\ \hline 0 & F_V \end{array} \right], \quad (4)$$

Використовуючи матричні співвідношення (1), нескладно визначити оцінку вектора комплексних амплітуд сигналів за методом найменших квадратів, мінімізуючи функціонал нев'язань:

$$L = \{\dot{U} - F\dot{A}\}^* \{\dot{U} - F\dot{A}\} = \min, \quad (5)$$

Відповідна оцінка вектора амплітуд A , як відомо, знаходиться у вигляді:

$$\hat{A} = \{F^T F\}^{-1} F^T \dot{U}. \quad (6)$$

Звідси, квадратурні складові амплітуд сигналів можуть бути обчислені за співвідношеннями:

$$A^c = \operatorname{Re} \left(\{F^* F\}^{-1} \cdot F^* \cdot \dot{U} \right), \quad A^s = \operatorname{Im} \left(\{F^* F\}^{-1} \cdot F^* \cdot \dot{U} \right), \quad (7)$$

$$\text{де } A^c = [a_1^c \quad a_2^c \quad \dots \quad a_M^c]^T, \quad A^s = [a_1^s \quad a_2^s \quad \dots \quad a_M^s]^T.$$

Для вибору конкретного алгоритму М-ічної QAM-модуляції необхідно проаналізувати граничні можливості розглянутого підходу. Найбільш придатною є відома методика розрахунку нижньої границі Крамера-Рао (НГКР) для потенційно досяжної дисперсії помилок виміру амплітудних складових. Необхідна при цьому матриця Фішера розраховується за умови некорельованості гаусових шумів, за формулою:

$$I = \frac{1}{\sigma_{noise}^2} \cdot F^T F, \quad (8)$$

де F - розглянута у виразах (1) -(7) матриця АЧХ фільтрів ШПФ,

σ_{noise}^2 - дисперсія шуму в квадратурних складових напруг сигналів (вважається однаковою у квадратурних каналах обох поляризацій).

Результати розрахунку НГКР шляхом обернення (8) для випадку нульового коефіцієнта крос-поляризації q та $q \neq 0$ підтверджують очевидний висновок, що під час відсутності крос-поляризаційної перешкоди точність демодуляції повідомлень буде вище, ніж при $q \neq 0$, навіть у випадку погодженої обробки, що враховує відомі параметри крос-поляризаційного зв'язку.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Слюсар В.И., Смоляр В.Г. Частотное уплотнение каналов связи на основе свёрхрелеевого разрешения сигналов // Радиоэлектроника. Изв. высш. учеб. заведений. - 2003.- № 7.- С. 30-39.
2. Слюсар В.И., Смоляр В.Г. Метод неортогональной дискретной частотной модуляции сигналов для узкополосных каналов связи // Радиоэлектроника. Изв. высш. учеб. заведений. - 2004.- № 4.- С. 53-59.

3. Vinko Erceg, Pitchaiah Soma, Daniel S. Baum and Severine Catreux. Multiple-Input Multiple-Output Fixed Wireless Radio Channel Measurements and Modeling Using Dual-Polarized Antennas at 2.5 GHz.// IEEE Transactions on Wireless Communications, Vol. 3, No. 6, November 2004. - <http://www.nari.ee.ethz.ch/commth/pubs/files/twc04.pdf>.

Рецензент: д.т.н., проф. Герасимов Б.М.

д.т.н., проф. Креденцер Б.П. (ВІКНУ)
Волох О.П. (ВІКНУ)
Кривцун В.І. (ВІКНУ)

ОПТИМІЗАЦІЯ ПЕРІОДИЧНОСТІ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПРИСТРОЇВ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЗА ВІДСУТНІСТІ САМОСТІЙНОГО ПРОЯВУ ВІДМОВ

Отримано розрахункові співвідношення, які дозволяють визначити оптимальні значення періодичності контролю технічного стану об'єктів озброєння і військової техніки за відсутності самотійного прояву відмов. Відмінною особливістю є урахування часової надмірності.

Получены расчетные соотношения, которые позволяют определить оптимальные значения периодичности контроля технического состояния объектов вооружения и военной техники при отсутствии самостоятельного выявления отказов. Отличительной особенностью является учет временного избыточности.

Calculated ratio was received to determine the best periodicity control value of technical conditions for military facilities and equipment when nonoccurrence of independent development of failure is obvious. The distinctive feature of the results is time redundancy assessment.

Існує ряд об'єктів озброєння і військової техніки (в подальшому – просто об'єктів) різного цільового призначення, в яких відмови не проявляються самотійно, а виявляються в процесі проведення спеціально передбаченого контролю технічного стану [1-4]. На відміну від задачі, яка розглядається в роботі [1], в даній статті враховується тривалість контролю технічного стану (в подальшому – просто контролю) та допустимого часу його проведення, що призводить до постановки оптимізаційної задачі. Метою статті є визначення необхідних та достатніх умов, які дозволяють отримати оптимальні значення періодичності проведення контролю та забезпечують максимальні значення коефіцієнта готовності об'єктів.

Сформулюємо задачу. Нехай є об'єкт, що безперервно використовується, наробіток якого t_n на відмову розподілений за експоненційним законом з параметром λ . Припустимо, що відмови, які виникають, самотійно проявитися не можуть і для їх виявлення в об'єкті передбачено проведення контролю. Нехай при $t=0$, коли починається функціонування об'єкту, призначається проведення контролю через випадковий час t_k , який розподілений за законом $G(t) = P\{t_k < t\}$ з математичним очікуванням $\bar{t}_k$. Якщо до призначеного моменту t_k об'єкт не відмовив ($\xi > t_k$, де ξ – наробіток об'єкта на відмову), то в цей момент починається контроль, тривалість якого-випадкова величина η_k із функцією розподілу $F_k(t) = P\{\eta_k < t\}$ і математичним очікуванням $\bar{\eta}_k$. Нехай задано допустиму тривалість проведення контролю $t_d = \text{const}$, яка визначає передбачений нормативною документацією резерв часу. Якщо тривалість проведення контролю менша за допустиму ($\eta_k < t_d$), то вона належить до корисного часу, в протилежному випадку (при $\eta_k > t_d$) – до простоїв об'єкту.

Якщо до призначеного моменту t_k об'єкт відмовив ($\xi \leq t_k$), то проводиться ремонт, який відновлює працездатність об'єкта та триває, в середньому, час $\bar{t}_B$. Важливо відзначити, що від моменту виникнення відмови і до початку проведення ремонту об'єкт знаходиться в стані непрацездатності (стані прихованої відмови).

Будемо вважати, що після закінчення ремонту або контролю об'єкт оновлюється, здійснюється перепланування моменту проведення наступного контролю і весь процес повторюється знову.

В якості показника надійності об'єкту доцільно обрати коефіцієнт готовності, який визначається під час тривалої експлуатації як середня доля часу, який об'єкт проводить у працездатному стані.

Вимагається отримати розрахункові співвідношення для визначення оптимального значення періодичності проведення контролю, який забезпечує максимальне значення коефіцієнта готовності об'єкту.

Введемо у розгляд випадковий процес $x(t)$, що характеризує стан об'єкта у довільний час t . Граф станів і переходів цього процесу наведений на рис.1, де: e_0 – стан, в якому об'єкт працездатний; e_1 – стан, в якому проводиться контроль об'єкта до витрати резерву часу; e_2 – стан, в якому проводиться контроль після витрати резерву часу; e_3 – стан, в якому об'єкт непрацездатний (стан прихованої відмови); e_4 – стан, в якому проводиться відновлення працездатності (ремонт) об'єкта; $E_+ = \{e_0, e_1\}$ і $E_- = \{e_2, e_3, e_4\}$ – підмножина працездатних і непрацездатних станів об'єкта відповідно.

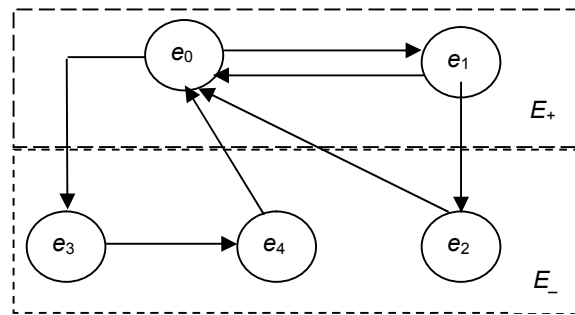


Рис.1. Граф станів і переходів випадкового процесу $x(t)$

Процес $x(t)$ є регенеруючим, тому що в моменти закінчення контролю або ремонту (моменти переходу у стан e_0) подальший перебіг процесу $x(t)$ не залежить від минулого, так як в ці моменти об'єкт повністю оновлений і відбувається перепланування наступного контролю. Тому, для коефіцієнта готовності K_T можливо записати формулу в наступному вигляді [5]:

$$K_T = (MX^{(0)} + MX^{(1)}) / M\tilde{X}, \quad (1)$$

де $MX^{(0)}$ і $MX^{(1)}$ – середній час перебування процесу $x(t)$ в станах e_0 і e_1 відповідно;

$M\tilde{X}$ – середня тривалість інтервалу між моментами регенерації (між сусідніми моментами оновлення об'єкта).

Середній час $MX^{(0)}$ визначається як математичне очікування мінімальної з двох випадкових величин: наробітка об'єкта до відмови t_n і часу до початку проведення контролю t_k , тобто:

$$MX^{(0)} = M \min(t_n, t_k) = \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} [1 - G(t)] dt. \quad (2)$$

Середній час $MX^{(1)}$ дорівнює добутку імовірності виконання події ($t_n > t_k$) на математичне очікування мінімальної з двох величин: тривалості η_K і допустимого часу t_d , тобто:

$$MX^{(1)} = P\{t_H > t_K\} \cdot Mmin(\eta_K, t_d) = \int_0^\infty e^{-\lambda t} dG(t) \cdot \int_0^{t_d} [1 - F_K(t)] dt. \quad (3)$$

Середня тривалість інтервалу між сусідніми моментами оновлення об'єкта визначається за формулою повного математичного очікування:

$$\begin{aligned} M\tilde{X} &= \bar{t}_K + \bar{t}_B P\{t_H \leq t_K\} + \bar{\eta}_K P\{t_H > t_K\} = \int_0^\infty t dG(t) + \\ &+ \bar{t}_B \int_0^\infty (1 - e^{-\lambda t}) dG(t) + \bar{\eta}_K \int_0^\infty e^{-\lambda t} dG(t). \end{aligned} \quad (4)$$

Підставляючи формули (2–4) в (1), отримуємо вираз для коефіцієнта готовності:

$$K_G = \frac{\int_0^\infty e^{-\lambda t} [1 - G(t)] dt + \int_0^\infty e^{-\lambda t} dG(t) \cdot \int_0^{t_d} [1 - F_K(t)] dt}{\int_0^\infty t dG(t) + \bar{t}_B \int_0^\infty (1 - e^{-\lambda t}) dG(t) + \bar{\eta}_K \int_0^\infty e^{-\lambda t} dG(t)}. \quad (5)$$

Неважко показати [6], що вираз (5) є дробово-лінійним функціоналом. Тому, відповідно до теореми про оптимальні строки проведення попереджувальних відновлювальних робіт, множина функцій розподілу $G(t)$, на якій визначається екстремум функціоналу K_G , може бути обмежена множиною вироджених розподілів

$$G(t) = \begin{cases} 0, & t \leq T \\ 1, & t > T \end{cases}, \quad (6)$$

де T – періодичність контролю – детермінована змінна величина.

Підставляючи формулу (6) в (5), отримуємо вираз для коефіцієнта готовності K_G у вигляді функції від одного аргументу T :

$$K_G(T) = \frac{\frac{1}{\lambda}(1 - e^{-\lambda T}) + e^{-\lambda T} \int_0^{t_d} [1 - F_K(t)] dt}{T + \bar{\eta}_K + (\bar{t}_B - \bar{\eta}_K)(1 - e^{-\lambda T})}. \quad (7)$$

Диференціюючи вираз (7) по T і прирівнюючи похідну до нуля, після нескладних перетворень приходимо до наступного рівняння:

$$\bar{\eta}_K - (1 + \lambda \bar{t}_B) Mmin(\eta_K, t_d) = \lambda T Mmin(\eta_K, t_d) + \frac{1}{\lambda} (e^{\lambda T} - 1) - T, \quad (8)$$

$$\text{де } Mmin(\eta_K, t_d) = \int_0^{t_d} [1 - F_K(t)] dt.$$

Рівняння (8) є необхідною умовою існування екстремуму функції $K_G(T)$. Рішення цього рівняння визначає точки локальних екстремумів. Виберемо серед усіх локальних екстремумів точку абсолютного максимуму $T = T^*$. Так як величина T^* задовольняє рівняння (8), то максимальне значення коефіцієнта готовності можливо визначити за формулою:

$$K_G(T^*) = \frac{e^{-\lambda T^*} (1 - \lambda Mmin(\eta_K, t_d))}{1 + (\bar{t}_B - \bar{\eta}_K) \lambda e^{-\lambda T^*}}. \quad (9)$$

Покажемо тепер, що рівняння (8) обов'язково має корені і абсолютний максимум показника $K_r(T)$ досягається в кінцевій точці (достатня умова існування екстремуму функції $K_r(T)$). Прийmemo припущення, що $\bar{t}_B > \bar{\eta}_K$, $\lambda t_B \ll 1$ та $Mmin(\eta_K, t_d) < \bar{\eta}_K$, і позначимо через $W(T)$ праву частину рівняння (8). Неважко побачити, що при $T = 0$ значення $W(0) = 0$ і виконується нерівність:

$$\bar{\eta}_K - (1 + \lambda \bar{t}_B) Mmin(\eta_K, t_d) \geq W(0). \quad (10)$$

Звідси випливає, що при $T = 0$ похідна виразу (7) додатня.

Нехай тепер $T \rightarrow \infty$. Неважко впевнитись в тому, що $\lim_{T \rightarrow \infty} W(T) = \infty$ і при цьому виконується нерівність:

$$\bar{\eta}_K - (1 + \lambda \bar{t}_B) Mmin(\eta_K, t_d) < \lim_{T \rightarrow \infty} W(T), \quad (11)$$

яка є достатньою умовою існування екстремуму функції $K_r(T)$.

Таким чином, виконання необхідної (8) і достатньої (11) умов існування екстремуму функції $K_r(T)$ свідчить про те, що рівняння (8) буде мати хоча б один корінь, а функція (7) – абсолютний максимум в кінцевій точці $T^* < \infty$.

Розглянемо числовий приклад. Нехай $\lambda = 0,01 \text{ 1/год.}$; $\bar{t}_B = 1,0 \text{ год.}$; час проведення контролю розподілений за експоненційним законом, з параметром $\gamma_K = \frac{1}{\bar{\eta}_K} = 2 \text{ 1/год.}$ або за нормальним законом, з параметрами $\bar{\eta}_K = 0,5 \text{ год.}$ та $\sigma_K = 0,12 \text{ год.}$ Необхідно визначити значення оптимальної періодичності контролю і відповідні йому максимальні значення коефіцієнта готовності при $t_d = 0$ та $t_d = 0,2 \text{ год.}$

Для прийнятих в прикладі умов рівняння (8) можна привести до наступного вигляду:

при $t_d = 0$:

$$\bar{\eta}_K = \frac{1}{\lambda} (e^{\lambda T} - 1) - T; \quad (12)$$

при $t_d > 0$ і розподілі часу проведення контролю за експоненційним законом, з параметром γ_K

$$\bar{\eta}_K - (1 + \lambda \bar{t}_B) \frac{1}{\gamma_K} (1 - e^{-\gamma_K T}) = \frac{\lambda T}{\gamma_K} (1 - e^{-\gamma_K T}) + \frac{1}{\lambda} (e^{\lambda T} - 1) - T; \quad (13)$$

при $t_d > 0$ і розподілі часу проведення контролю за нормальним законом, з параметрами $\bar{\eta}_K$ та σ_K в рівняння (8) необхідно підставити формулу

$$Mmin(\eta_K, t_d) = \bar{\eta}_K \left[0,5 + \Phi\left(\frac{T - \bar{\eta}_K}{\sigma_K}\right) \right] + \frac{\sigma_K}{\sqrt{2\pi}} \times \\ \times \left[\exp\left(-\frac{\bar{\eta}_K^2}{2\sigma_K^2}\right) - \exp\left(-\frac{(T - \bar{\eta}_K)^2}{2\sigma_K^2}\right) \right] + T \left[0,5 - \Phi\left(\frac{T - \bar{\eta}_K}{\sigma_K}\right) \right], \quad (14)$$

де $\Phi(x)$ - табульована функція Лапласа, яка визначається за формулою

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{u^2}{2}} du.$$

Корені цих рівнянь можна визначити, якщо побудувати графіки функцій $W(T)$, які розташовуються в правих частинах рівнянь. Ці графіки приведені на рис.2, де криві 1, 2 і 3 відповідають рівнянням (12), (13) та (8) з врахуванням (14).

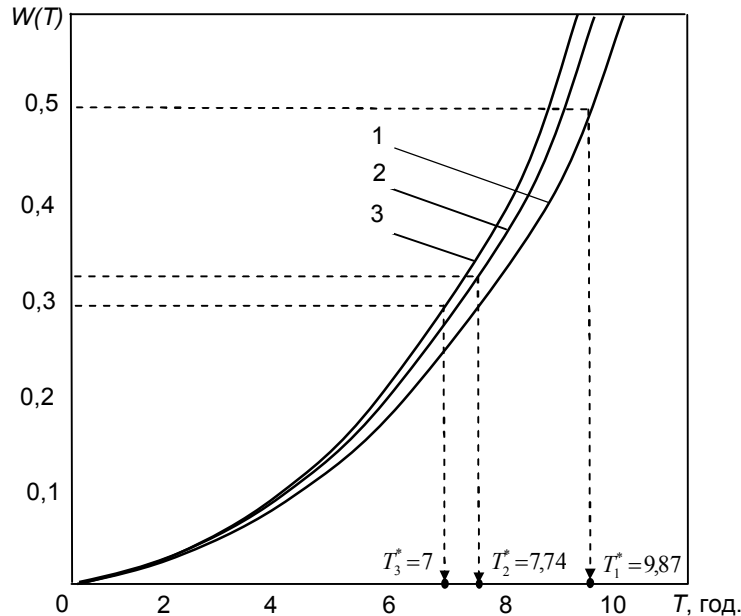


Рис.2. Графічне визначення оптимальної періодичності контролю

За допомогою кривих рис.2 знаходимо значення оптимальної періодичності для випадків, що розглядаються:

$T_1^* = 9,87$ год. при $t_d = 0$; $T_2^* = 7,74$ год. при $t_d = 0,2$ год. і розподілі часу контролю за експоненційним законом;

$T_3^* = 7,0$ год. при $t_d = 0,2$ год. і розподілі часу контролю за нормальним законом. Відповідні їм максимальні значення коефіцієнта готовності визначаємо за формулою (9):

$$K_r(T_1^*) = 0,901; K_r(T_2^*) = 0,92; K_r(T_3^*) = 0,926.$$

Результати розрахунку показують, що використання погодинної надмірності (допустимого часу t_d) призводить до зменшення значення оптимальної періодичності контролю та до помітного збільшення коефіцієнта готовності.

Таким чином, у статті отримані розрахункові співвідношення, які дозволяють визначати оптимальні значення періодичності проведення контролю технічного стану об'єктів озброєння і військової техніки, що забезпечують максимальні значення коефіцієнта їх готовності. Ці результати, на відміну від відомих, враховують часову надмірність і надають можливість знайти практичне застосування під час обґрунтування параметрів системи контролю об'єктів за відсутності самотійного прояву відмов.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Креденцер Б.П. Прогнозирование надёжности систем с временной избыточностью. - К.: Наукова думка, 1978. - 240 с.

2. Ивницкий В.А., Данилов К.П. Учёт контроля в одной задаче надёжности // Теория надёжности и массовое обслуживание./ Под ред. Б.В. Гнеденко. - 1969. - С. 119-126.
3. Кузьмин И.В. Оценка эффективности и оптимизация автоматических систем контроля и управления. - М.: Сов. радио, 1971. - 296 с.
4. Черкесов Г.Н. Надёжность технических систем с временной избыточностью. - М.: Сов. радио, 1974. - 296 с.
5. Креденцер Б.П., Кривцун В.І. Математична модель технічного обслуговування техніки тривалого зберігання при наявності почасової надмірності // Збірник наукових праць ВІПІ НТУУ „КПІ”. - Вип. №1. - 2005. - С. 65-71.
6. Барзилович Е.Ю., Кашианов В.А. Некоторые математические вопросы теории массового обслуживания сложных систем. - М.: Сов. радио, 1971. - 272 с.

д.т.н., проф. Лєнков С.В. (ВІКНУ)
к.т.н. Головань А.В. (Одеський НПУ)
Лісовенко Д.В. (ВІКНУ)
Шваб В.К. (ВІКНУ)

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ РОБОТОЮ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРОЖЕКТОРА

В роботі розглянуто функціональну структуру комплексу технічних засобів та апаратне забезпечення АСУ роботою багатофункціонального прожектора. В ній також описано особливості алгоритму формування поверхні мембрани прожектора в залежності від того, для яких цілей використовується прожектор, тобто як прожектор дальньої дії або заливного світла, або для передачі закодованої інформації. Відзначено, що особливістю даної системи є реалізація можливості динамічної зміни конфігурації світлоутворюючої поверхні прожектора.

В работе рассмотрена функциональная структура комплекса технических средств и аппаратное обеспечение АСУ работой многофункционального прожектора. В ней также описаны особенности алгоритма формирования поверхности мембраны прожектора в зависимости от того, для каких целей используется прожектор, то есть как прожектор дальнего действия либо заливного света, либо для передачи закодированной информации. Отмечено, что особенностью данной системы является реализация возможности динамического изменения конфигурации светообразующей поверхности прожектора.

In work the functional structure of complex of hardwares and vehicle providing to ACE is considered by work of multifunction searchlight. In her the features of algorithm of forming of surface of membrane of searchlight depending on that are also described, what purposes a searchlight is used for, that is as a searchlight of distant action either the jellied light, or for the coded information transfer. It is marked, that realization of possibility of dynamic change of configuration of svetoobrazuyushey surface of searchlight is the feature of the given system.

Постановка завдання. Постійне зростання вимог до якості перерозподілу випромінювання по заданих напрямках вимагає посилення вимог до керованості цього процесу. Ці вимоги можуть бути вирішені тільки шляхом впровадження сучасних засобів автоматизації, тому завдання розробки автоматизованих систем управління роботою багатофункціональних прожекторів є вельми актуальними і являють як теоретичний, так і практичний інтерес.

Рішенню задач автоматизації управління процесом роботи прожекторів ближнього і дальнього освітлення приділялось недостатньо уваги, тому розв'язання цього питання є актуальним.

Завдання перерозподілу випромінювання по заданих напрямках простору виникає завжди при використанні енергії оптичних випромінювань. Звичайно ця функція виконується спеціальними світловими приладами, різноманітними за їх принципом та

устроєм. За ступенем концентрації променевого потоку світлові прилади діляться на три класи: прожектори, проєкторні прилади і світильники. Прилади прожекторного класу служать для освітлення або опромінення віддалених об'єктів. Вони використовуються як для освітлення території і забезпечення встановленого рівня освітленості, так і для опромінення з метою їх виявлення або передачі кодованих сигналів. Всі прилади прожекторного класу розподіляються на прожектори дальньої дії, прожектори заливаючого світла і прожектори для передачі світлових сигналів [1].

У даній роботі дається короткий опис функціональних можливостей, особливостей алгоритмічного забезпечення, структури комплексу технічних засобів, інтерфейсу автоматизованої системи управління роботою багатофункціонального прожектора [2-4].

1. Функціональна структура системи

Узагальнена функціональна структура АСУ роботою багатофункціонального прожектора представлена на рис.1 .

Крім загальних завдань, що вирішуються в системах такого класу, в даній АСУ вперше були реалізовані наступні завдання:

високоточне вимірювання кривизни поверхні мембрани;

позиціонування мембрани прожектора перед початком кожного процесу так, щоб воно відповідало певному режиму роботи прожектора;

досягнення ідентичності процесу встановлення мембрани в різних режимах;

регулювання процесу позиціонування мембрани прожектора відповідно до заданих параметрів і їх змін по величині прогину мембрани в процесі регулювання;

можливість зміни структури системи управління без залучення її розробників.

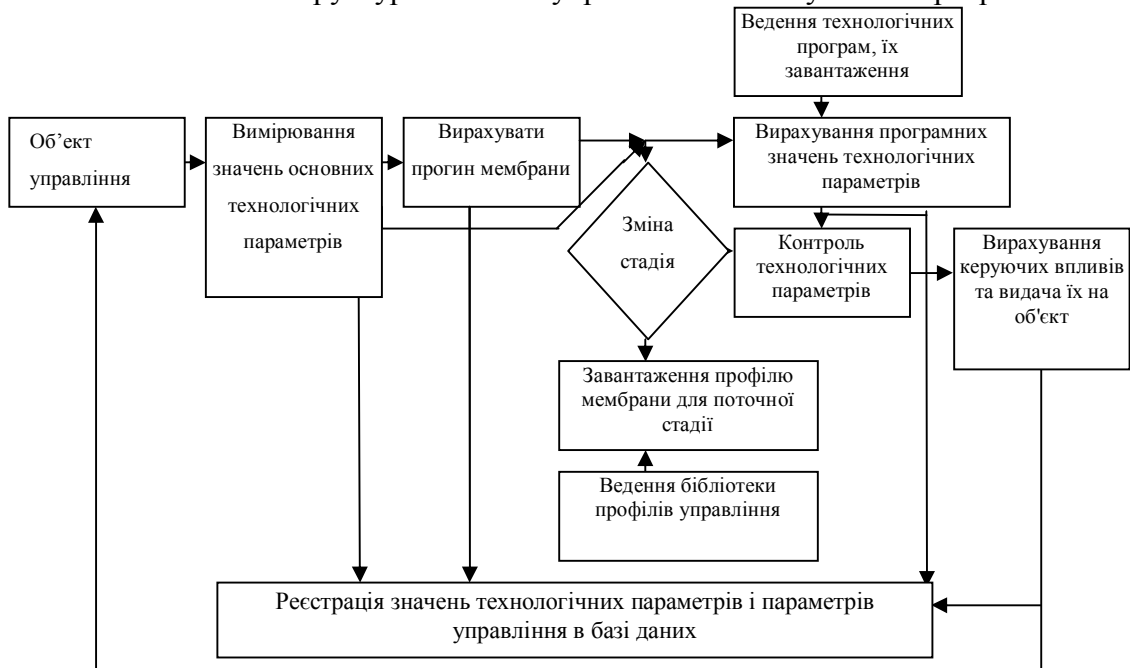


Рис.1 Узагальнена функціональна структура системи

2. Особливості алгоритмічного забезпечення системи

У описуваній системі використовується розроблений авторами метод вимірювання і позиціонування кривизни поверхні мембрани прожектора, який вільний від недоліків відомих методів. Його суть полягає в тому, що для отримання інформації про величину прогину поверхні прожектора використовується в розробленому авторами відповідному алгоритмі. Інформація про поточний процес від датчиків вводиться в комп'ютер, обробляється за допомогою відповідних алгоритмів і, таким чином, отримується інформація про кривизну поверхні мембрани і наявність неспівпадіння між заданим і поточним значеннями.

Застосування даного методу за рахунок контролю позиціонування мембрани і алгоритмічної обробки параметрів процесу дозволяє:

вимірювати величину прогину кривизни поверхні мембрани на всіх стадіях технологічного процесу, що надає можливість їх автоматизувати;

регулювати конфігурацію поверхні мембрани з великою точністю, що дозволить значно підвищити якість світловипромінювання;

контролювати величину прогину поверхні мембрани на початку технологічного процесу і протягом процесу, що дає можливість досягти повторюваності процесів світловодатності;

зменшити споживання електроенергії за рахунок оптимізації процесу регулювання конфігурації поверхні мембрани з великою точністю.

Розглянемо детальніше алгоритмічну реалізацію методу.

2.1. Алгоритм визначення прогину мембрани прожектора [5].

Принцип визначення величини прогину мембрани ґрунтується на визначенні за свідченнями датчиків переміщення поверхні мембрани щодо певної базової лінії, яка приймається як лінія нульового положення мембрани. Схематичного даний принцип представлений на мал. 2.

Прогин мембрани прожектора визначається за формулою

$$v = \frac{p(R^2 - r^2)^2}{64D}, \quad (1)$$

де D циліндрова жорсткість дорівнює

$$D = \frac{Eh^3}{12(1 - \mu^2)}; \quad (2)$$

або за формулою

$$v = \frac{3(1 - \mu^2)p}{16Eh^3} (R^2 - r^2)^2. \quad (3)$$

Циліндрова жорсткість D для деяких матеріалів мембрани має наступні значення (табл. 1).

Таблиця 1

Матеріал	Циліндрова жорсткість D
Сталь	$D = 1.8315e+004$; навантаження $p = 6e+6$ н/м ²
Алюміній	$D = 1.8315e+004$; навантаження $p = 6e+6$ н/м ²
Бронза:	$D = 1e-6$; навантаження $p = 2.048e-14$ н/м ²
Склопласт:	$D = 1.5e-7$; навантаження $p = 3.072e-15$ н/м ²

Різні значення навантаження p пояснюються тим що зважаючи на різні значення циліндрової жорсткості D у різних матеріалів, забезпечити однакову величину прогину мембрани можливо при відповідних різних значеннях навантаження, що додається.

Вимірювання прогину мембрани проводиться за допомогою датчиків переміщення. Інформація з датчиків обробляється АЦП і вводиться в комп'ютер, де вона обробляється за відповідним алгоритмом.

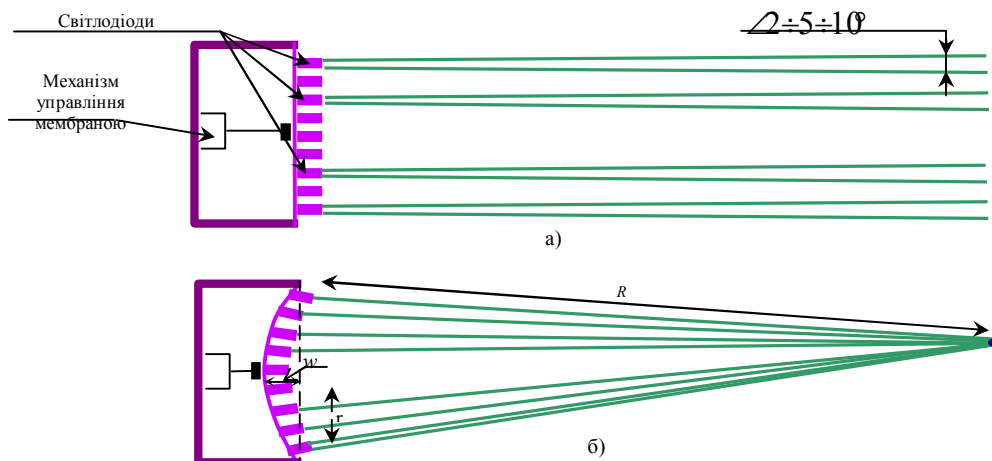


Рис. 2 Схема регулювання прогину мембрани багатфункціонального прожектора

3. Структура комплексу технічних засобів

Комплекс технічних засобів для автоматизованої системи управління роботою багатфункціонального прожектора будується на базі розподіленої системи.

Розподілена система збору і обробки інформації призначена для забезпечення управління приводом позиціонування мембрани прожектора, контролю величини переміщення мембрани, визначення відповідності поточній конфігурації мембрани сферичної поверхні, збору інформації про стан кінцевих датчиків положення мембрани, датчика наявності електроенергії. Вибір, як базова система управління розподіленої системи, обґрунтовується її перевагами, які полягають в тому, що вона забезпечує:

можливість установки перетворення модулів у безпосередній близькості від датчиків і виконавчих пристроїв, внаслідок чого знижується вірогідність проникнення індустриальних перешкод у вимірювальний тракт;

значну мінімізацію міжблочних з'єднань, внаслідок чого підвищується надійність всієї системи через зменшення кількості контактних з'єднань;

простоту нарощування модулів і конфігурації системи;

простоту в обслуговуванні і добру ремонтоздатність системи;

порівняну дешевизну.

Для побудови розподіленої системи були обрані мережеві модулі видаленого збору даних і управління серії 17000 виробництва фірми TCP DAS, які призначені для використання в промислових розподільних системах збору і обробки даних.

На основі аналізу вимог до автоматизованої системи управління роботою багатфункціонального прожектора розподілена система збору і обробки інформації повинна містити модулі АЦП, модулі ЦАП, модулі дискретного введення, модулі дискретного висновку (для контрольних сигналів), модуль перетворення інтерфейсу RS 232C в RS 485, джерело живлення.

Для вирішення завдання вимірювання прогину поверхні мембрани прожектора можуть бути застосовані апаратні і програмні засоби фірми National Instruments: плати введення і обробки промислової інформації, програмні драйвери, прикладне програмне забезпечення.

Структурна схема комплексу технічних засобів наведена на рис. 3.

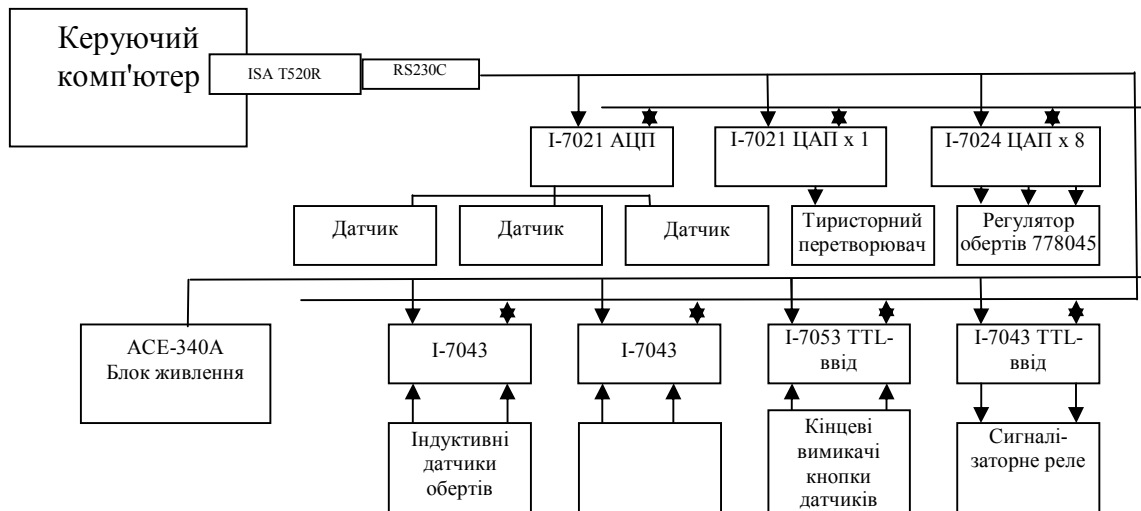


Рис. 3 Структура технічних засобів системи

4. Інтерфейс користувачів

АСУ "Прожектор" забезпечена сучасним, призначеним для користувача, інтерфейсом, що дозволяє залежно від категорії користувача реалізувати наступні основні функції:

1) для користувача-оператора:

введення інформації про процес роботи прожектора з технологічними картами робочих профілів поверхні мембрани, включаючи фактичні значення;

відображення інформації про поточні і задані значення технологічних параметрів, а також про відхилення поточних значень від заданих (у цифровому і графічному вигляді);

забезпечення можливості перемикання режимів роботи системи (ручний, автоматичний, напівавтоматичний), якщо ця операція санкціонована відповідальною особою (у разі виникнення неприпустимих відхилень поточних значень технологічних параметрів від заданих санкціонування цієї операції може бути виконане автоматично);

забезпечення можливості регулювання значень технологічних параметрів при ручному і напівавтоматичному режимах роботи;

світлова і звукова індикація виникнення неприпустимих відхилень значень технологічних параметрів від заданих, а також при спрацьовуванні захисних блокувань.

Основна інтерфейсна панель оператора представлена на рис. 4.

2) Для користувача-технолога передбачені наступні технологічні функції:

введення, перегляд і редагування функцій зміни технологічних параметрів по величині прогину поверхні мембрани прожектора і відповідності одержаної форми сферичній поверхні (технологічні програми);

перегляд бібліотеки "профілів управління" ("профіль управління" визначає конфігурацію входів-виходів і значень коефіцієнтів ПІД-регуляторів системи для приводу переміщення мембрани);

"прив'язка" технологічних програм і "профілів управління", а також інших технологічних обмежень до типу освітлювача;

управління доступом оператора до деяких функцій системи;

перегляд інформаційної бази про технологічні умови роботи прожектора і про параметри якості світлового потоку;

перегляд журналу реєстрації дій користувачів.

3) Для користувача-налагоджувача:

введення, перегляд і редагування "профілів управління";

перегляд інформаційної бази про технологічні умови роботи світлової установки, про параметри якості його світлового потоку і про керівні можливості;

перегляд журналу реєстрації дій користувачів;

завдання значень параметрів фільтрації і погодження вимірювань і обмежень на дії, що управляють.

Слід зазначити, що інтерфейс користувача АСУ "Прожектор" володіє всіма властивостями сучасного інтерфейсу:

є природним і інтуїтивно-зрозумілим;

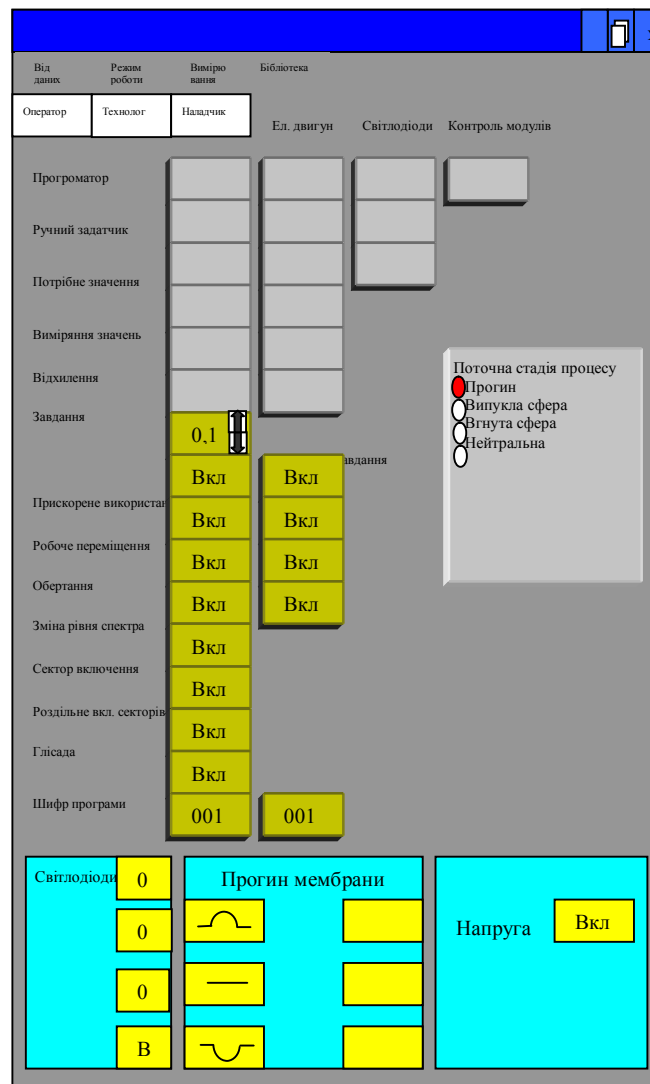


Рис.4. Інтерфейс панелі оператора

задовольняє вимогам узгодженості (постійність);

дружній по відношенню до користувачів (застерігає їх від помилкових дій);

усюди використовується принцип "зворотного зв'язку" (візуальне або звукове підтвердження виконаної команди).

Висновки

Розроблена автоматизована система управління роботою багатофункціонального прожектора (АСУ "Прожектор") дозволила вирішити ряд організаційно-технологічних завдань, таких як:

відтворення ідентичних умов синтезу світлового потоку прожектора від процесу до процесу;

регулювання кривизни поверхні мембрани прожектора для різних режимів роботи у відповідності до заданої функції його параметрів;

забезпечення можливості позиціонування перед початком кожного процесу на одній і тій же заданій відмітці та його стабілізація впродовж всього процесу;

можливість динамічної реконфігурації структури системи управління, що забезпечує надзвичайну гнучкість і легку адаптацію системи до різних умов технологічного процесу;

реєстрацію значень технологічних параметрів і управлінь, а також параметрів якості світлового потоку в базі даних з можливістю аналізу ходу технологічного процесу.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Щаренко В.В, Піліпчук Р.Р. Енергозабезпечення в освітленні. // Енергозабезпечення. - 2000. -№8. -С.15-22.
2. Лісовенко Д.В. Шляхи підвищення ефективності системи світлозабезпечення за рахунок застосування сучасних технологій. // Зб.наук.пр. ООЛІСВ м. Одеса, 2005. -№10. -С. 106-109.
3. Лісовенко Д.В., Ленков С.В. Багатофункціональний світлодіодний прожектор. // Зб. наук. пр. ВІТІ НТУУ „КПІ”.- К.: -2005. -№1 - С. 96-101.
4. Укрпатент МПК 7F21S2/00. Деклараційний патент на корисну модель. Світловий прилад./ Лісовенко Д.В., Ленков С.В.- № 2005 00723.
5. Ленков С.В., Ликов С.В., Лісовенко Д.В. Методика розрахунку параметрів пружної мембрани багатофункціонального прожектора.// Вісник Військово-спеціальних наук КНУ м. Т.Шевченко. К. -2005.- № 10. - С 26-30

Рецензент: д.т.н., проф. Мокрицький В.А.

УДК 621.382.2+ 621.315.592

д.т.н., проф. Ленков С.В. (ВІКНУ)
к.ф.-м.н., доц. Гаркавенко М.І. (НВО “Квант” м. Львів)
Видолоб В.В. (НВК “Сатурн” м. Київ)

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ОПТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАПІВПРОВІДНИКІВ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В ЕЛЕМЕНТАХ ОПТОЕЛЕКТРОНІКИ ІНФРАЧЕРВОНОГО ДІАПАЗОНУ

Авторами статті проведено аналіз можливостей різноманітних методів контролю оптичних параметрів напівпровідникових матеріалів, які є перспективними для використання в якості функціональних матеріалів для інфрачервоних (ІЧ) фотовипромінювачів та фотоприймачів.

Авторами статті проведено аналіз можливостей різноманітних методів контролю оптичних параметрів напівпровідникових матеріалів, які є перспективними для використання в якості функціональних матеріалів для інфрачервоних (ІЧ) фотовипромінювачів та фотоприймачів.

Authors of article carry out the analysis of opportunities of a various quality monitoring of optical parameters of semi-conductor materials, which are perspective for use as functional materials for infra-red (IR) photoradiators and photodetectors.

Вступ та постановка задачі. Сучасна техніка управління та зв'язку потребує застосування перспективної елементної бази оптоелектроніки. Одним із напрямків розвитку приладів цього класу є проектування та виготовлення напівпровідникових фотоприймачів та фотовипромінювачів. При вирішенні цих задач однією із найважливіших є проблема контролю (виміру) оптичних характеристик напівпровідникових матеріалів. Однією з найважливіших характеристик напівпровідникових матеріалів, що визначають якість виготовлених з них приладів, у тому числі напівпровідникових лазерів і модуляторів, є оптична неоднорідність. Розсіювання когерентного випромінювання на оптичних неоднорідностях збільшує загальний коефіцієнт втрат і граничну щільність дефектів напівпровідникових лазерів. Дослідження їхньої катастрофічної деградації при

електронному накачуванню під дією власного світлового випромінювання показало, що під час роботи відбувається поглинання значної частки світлової потужності на оптичних неоднорідностях [1,2]. Це приводить, в остаточному підсумку, до саморуйнування й деградації лазера.

Тобто, для аналізу та моніторингу якості напівпровідникових матеріалів потрібно володіти відповідною методологією їх контролю, а точніше розуміти особливості та переваги тих чи інших методів виміру оптичних властивостей (характеристик) напівпровідникових елементів оптоелектроніки. Саме тому в запропонованій статті зроблено порівняльний аналіз зазначених методів.

Основна частина. Відомі методи виміру оптичних констант n й k напівпровідників в ІЧ області спектра за способом перетворення інформаційного сигналу можна умовно розділити на амплітудні та амплітудно-фазові. До першої групи можна віднести методи вимірів, що засновані на використанні дисперсійних співвідношень Крамерса-Кронига, які описані наприклад у [3], відбиття й пропущення при нормальному падінні випромінювання на зразок [4]; метод призми [5,6]; метод порушеного повного внутрішнього відбиття (ППВВ) [7], методи еліпсометрії [8], фур'є-спектроскопії [9] і лазерної фазометрії [10]. Порівняємо зазначені методи з погляду чутливості, точності, діапазону вимірів констант n й k , а також можливості їхньої технічної реалізації.

При визначенні оптичних констант зі співвідношень Крамерса-Кронига [1]

$$k(\omega) = -\frac{2\omega}{\pi} P \int_0^{\infty} \frac{n(\Omega)-1}{\Omega^2 - \omega^2} d\Omega \quad i \quad n(\omega)-1 = \frac{2}{\pi} P \int_0^{\infty} \frac{k(\Omega)\Omega}{\Omega^2 - \omega^2} d\Omega, \quad (1)$$

необхідно знати спектральну залежність однієї з них (символ P позначає інтеграл у змісті головного значення). Це не завжди можливо, особливо при використанні лазерів як джерела випромінювання. Крім того, необхідність екстраполяції $n(\omega)$ або $k(\omega)$ як в область довгих, так і коротких хвиль знижує точність і вірогідність отриманих результатів. Аналіз Крамерса-Кронига, в основному, слід використовувати для видимої області спектра.

Найбільш простими є методи відбиття й пропущення при нормальному падінні, однак їм властива невисока точність і значна похибка вимірів. Крім того, існують деякі труднощі реалізації таких методів, оскільки для виміру відбитого пучка падаючий пучок не повинен відхилятися від нормалі більш ніж на 10 град.. Аналітичні вирази для коефіцієнта пропущення Γ й відбивної здатності R мають вигляд [4]:

$$\Gamma = \frac{(1-r)^2 \cdot e^{-\alpha d}}{1-r^2 e^{-2\alpha d}}, \quad R = r(1 + \Gamma e^{-\alpha d}), \quad (2)$$

де r – коефіцієнт відбиття при нормальному падінні

$$r = \frac{(n-1)^2 + k^2}{(n+1)^2 + k^2}. \quad (3)$$

Коефіцієнт поглинання α пов'язаний з показником поглинання співвідношенням

$$\alpha = \frac{4\pi}{\lambda} k. \quad (4)$$

Як розраховано авторами, чутливість методів відбиття й пропущення становить $\sim 10^{-2} - 10^{-3}$ при похибці виміру $\sim 10\%$.

Якщо поглинання досить мале, то більш точне значення показника переломлення, який дійсно характеризує об'ємні властивості матеріалу, одержують виміром відхилення пучка, що проходить через призму з досліджуваного матеріалу [5]. Якщо i –

кут падіння променя на призму, δ – кут призми й a – кут відхилення променів, що пройшли призму, то одержимо:

$$n = \frac{\sin(a + \delta - i) + \cos \delta \sin i}{\sin \delta \sqrt{1 - \frac{\sin^2 i}{n^2}}}. \quad (5)$$

Оскільки всі кути малі, тому $\cos^2 i \approx 1$ й $\cos \delta \approx 1$, а синуси можна замінити їхніми аргументами. Тоді одержимо:

$$n = \frac{a + \delta}{\delta} = 1 + \frac{a}{\delta}. \quad (6)$$

Метод призми пропонується застосовувати для напівпровідників з більшим показником переломлення й малим показником поглинання, тобто коли $k^2 \ll n^2$. Він не придатний для сильно легованих напівпровідників, у яких k за порядком величини наближається до n і поглинання різко зростає. Крім того, виникають труднощі, які пов'язані з виготовленням з цих матеріалів досить тонких призм із малими кутами переломлення для запобігання явища повного внутрішнього відбиття. Чутливість даного методу становить $\sim 10^{-3}$ для визначення n з погрешністю вимірів $\sim 10\%$.

Для визначення оптичних констант по методу ППВВ необхідно виміряти величини $R_{\perp}$ і $R_{\parallel}$ (коефіцієнти відбиття для перпендикулярно та паралельно поляризованого світла) при вірно заданому куті падіння або використати випромінювання з відомим постійним станом поляризації, вимірюючи інтенсивність відбитого світла при двох кутах падіння. В останньому випадку найбільша чутливість досягається оптимальним вибором кутів падіння світла.

Для відбиття світла від межі розділу двох середовищ – прозорого середовища 1 (елемент ППВВ) і середовища 2 (досліджуваній зразок або плівка) з комплексним показником переломлення $n_2' = n_2 - ik_2$ - рівняння Френеля для перпендикулярно й паралельно поляризованого світла можна записати у вигляді [7]:

$$R_{\perp} = \left| \frac{n_1 \cos \Theta - \left[(n_2 - ik_2)^2 - n_1^2 \sin^2 \Theta \right]^{1/2}}{n_1 \cos \Theta + \left[(n_2 - ik_2)^2 - n_1^2 \sin^2 \Theta \right]^{1/2}} \right|^2, \quad (7)$$

$$R_{\parallel} = \left| \frac{(n_2 - ik_2)^2 \cos \Theta - n_1 \left[(n_2 - ik_2)^2 - n_1^2 \sin^2 \Theta \right]^{1/2}}{(n_2 - ik_2)^2 \cos \Theta + n_1 \left[(n_2 - ik_2)^2 - n_1^2 \sin^2 \Theta \right]^{1/2}} \right|^2, \quad (8)$$

де Θ - кут падіння випромінювання на зразок.

Таким чином, одержуємо два рівняння, що дозволяють розрахувати значення n_2 й k_2 . Метод ППВВ дозволяє вимірювати оптичні постійні тонких плівок аж до мономолекулярних шарів. Він є прямим і найбільш чутливим методом, точність якого обмежена якістю контакту між зразком й елементом ППВВ. Похибка виміру k становить $\sim 3\%$, а $n \sim 10^{-3}\%$. Цим методом рекомендується досліджувати сильно поглинаючі напівпровідникові матеріали з $k \geq 1$ у діапазоні рівноважних концентрацій $10^{17} - 2 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$, однак недоцільно застосовувати для слабо поглинаючих зразків, а також для дослідження речовин, показники преломлення яких значно змінюються, тобто для оптично неоднорідних середовищ.

Методи еліпсометрії, що засновані на аналізі еліптично поляризованого світла, отриманого після відбиття лінійно поляризованого світла від напівпровідникового зразка достатньо досліджені в роботах [1,2,8]. Для визначення n й k методом еліпсометрії необхідно виміряти зрушення фази між амплітудами відбитої хвилі $R_{\perp}$ і $R_{\parallel}$ та азимут ρ , тангенс якого визначає відношення дійсних амплітуд відбитого світла. Таким чином, основне рівняння еліпсометрії має вигляд:

$$\frac{R_{\parallel}}{R_{\perp}} = \frac{\cos(\Theta + \Psi)}{\cos(\Theta - \Psi)} = \frac{|R_{\parallel}|}{|R_{\perp}|} e^{-i\Delta\varphi} = \operatorname{tg} \rho e^{-i\Delta\varphi}, \quad (9)$$

де Θ - комплексний кут преломлення.

Якщо виконано нерівність $|\varepsilon| \gg \sin^2 \Theta$, де $\varepsilon = (n - ik)^2$ (для більшості напівпровідників в ІЧ області спектра при $\lambda = 10,6$ мкм воно виконується досить точно), то з рівняння еліпсометрії одержимо:

$$n = \frac{\sin \Theta \operatorname{tg} \Theta \cos 2\rho}{1 - \sin 2\rho \cos \Delta\varphi}, \quad k = \frac{\sin \Theta \operatorname{tg} \Theta \sin 2\rho \sin \Delta\varphi}{1 - \sin 2\rho \cos \Delta\varphi}. \quad (10)$$

Сучасна лазерна еліпсометрія це високочутливий і точний поляризаційно-оптичний метод, який дозволяє досліджувати не тільки монокристали, а й епітаксialні плівки (шари). З параметрів еліпса поляризації можна визначити товщину плівки аж до часток ангстрема і їхні оптичні константи з точністю до 10^{-5} , а для масивних зразків - до 10^{-3} . Для еліпсометрів, що працюють на довжині хвилі 10,6 мкм, чвертьхвильові пластинки виготовляються з монокристалів сульфиду та селеніду кадмію. Похибка методів еліпсометрії складає $\sim 1\%$.

Автори пропонують також застосовувати методи Фур'є-спектроскопії. Відомі різноманітні модифікації Фур'є-спектрометрів. Однак в усіх у них основним елементом є оптичний блок з інтерферометром Майкельсона, в одному із плечей якого є рухливе дзеркало, а в іншому перебуває досліджуєий зразок. Для одержання інформації про оптичні константи слід використовувати схему асиметричного інтерферометра, який дозволяє досліджувати спектри відбиття від напівпровідникового зразка [11]. Із отриманої інтерферограми з використанням алгоритму Кули-Тьюки можна одержати оптичні константи n й k поверхні напівпровідникового матеріалу. Методи Фур'є-спектроскопії дозволяють визначати оптичні константи напівпровідників з точністю $\sim 2\%$, оскільки у Фур'є-спектрометрах чутливість (відношення сигналу до шуму) і роздільна здатність досить високі за рахунок можливості багаторазового підсумування інтерференційного спектру. Крім того, обробка інтерферограми за допомогою ЕОМ зменшує вплив систематичних і випадкових похибок виміру.

Важливою обставиною для всіх методів виміру оптичних констант, що використовують відбиття від досліджуваної поверхні, є істотна залежність відбиття від стану і якості обробки (площинності) зразка.

Поряд з описаними методами надійну інформацію про оптичні константи і їхні зміни можна одержувати за допомогою лазерної фазометрії [10]. Переваги цього методу перед амплітудними становлять висока чутливість, точність, лінійна залежність між Δn і вимірюваним зсувом фази $\Delta\varphi$. Точність їх лімітується стабільністю й флуктуаціями самої вимірюваної величини. Сутність фазових методів полягає у вимірі просторово-послідових змін величини $\Delta\varphi$ в інтерференційному полі між сигнальним й опорним пучками, обумовлених частотною, просторовою або поляризаційною дисперсією випромінювання в об'єкті.

Для опису поля випромінювання використовують комплексний аналітичний сигнал $V(r, t) = a(r, t)e^{i\varphi(r, t)}$. У точці спостереження інтенсивність визначається квадратом модуля суми опорного $V_0 = a_0(r, t)e^{i\varphi_0(r, t)}$ й аналітичного сигналів:

$$\begin{aligned} V_c &= a_c(r, t)e^{i\varphi_c(r, t)}, \\ I(r, t) &\approx \left\{ |V_0|^2 + |V_c|^2 + 2\operatorname{Re}(V_0 V_c) \right\} = \\ &= a_0^2(r, t) + a_c^2(r, t) + 2a_0(r, t)a_c(r, t)\cos[\varphi_0(r, t) - \varphi_c(r, t)] \end{aligned} \quad (11)$$

Задачею фазових вимірів є визначення не самої величини $\varphi_0 - \varphi_c$, а її змін, що викликані різного роду процесами у фазовому об'єкті. Нехай під час відсутності таких змін інтенсивність інтерференційного поля є $I^0(r, t)$. Інтенсивність інтерференційного поля при наявності відзначених вище процесів позначимо $I(r, t)$. Різниця $\Delta = I - I^0$ є джерелом інформації у фазових вимірах. Характер залежності її від амплітуди та фази визначається вищенаведеним співвідношенням, що лежить в основі будь-якого методу фазових вимірів.

Завдання обробки сигналу у фазових вимірах полягають у знаходженні функції $\varphi(r, t)$. З цією метою застосовують різні види частотної й фазової модуляції [1]:

1. Зсув частоти оптичного випромінювання з використанням двухчастотних лазерів на основі ефекту Зеємана або міжмодовою зв'язку з поділом лазерних пучків по поляризації, а також застосуванням зовнішніх акусто-електрооптичних модулаторів одночастотного зсуву оптичної несучої [79].

2. Фазова модуляція опорного пучка лазерного інтерферометра (при гармонійному синусоїдальному або пилоподібному законі модуляції).

3. Частотна модуляція.

Для виділення фазової інформації $\varphi(t)$ рекомендовано використовувати, наприклад, модуляційно-компенсаційний метод вимірів $\varphi(t) = \arctg A_1/A_2$, де $A_{1,2}$ – амплітуди 1-ї й 2-ї гармонік сигналу), метод тимчасового інтервалу

$T(t) \cong \frac{1}{2} \left[\frac{\lambda}{2} - \frac{\lambda}{4\pi} \varphi(t) \right]$ або гетеродинний. Гетеродинний (двохчастотний) метод фазових

вимірів має значні переваги в порівнянні з модуляційними: більш високу перешкодозахищеність, лінійність, простоту обробки інформації, більш високу точність виміру кута фазового зсуву. Точність вимірів $\Delta\varphi$ лімітується стабільністю та флуктуаціями самої вимірюваної величини й обмежена квантовомеханічним характером флуктуацій фази для ІЧ-випромінювання на рівні 10^{-9} рад [1,10]. Досягнутий у цей час рівень вимірів становить $\leq 10^{-4}$ рад. Це зумовлено значним впливом різного роду неконтрольованих факторів випадкового характеру, так званих, обмежень технічної межі. Знижуючи рівень цих обмежень за рахунок використання нових схемних рішень в оптичній частині фазометра, більше сучасних методів обробки інформаційного сигналу й підвищення завадостійкості фазовимірюючого комплексу, малощумлячих фотоприймальних пристроїв, а також удосконалюючи засоби метрологічної атестації кута фазового зсуви в оптичному діапазоні [83], можна досягти рівня фазових вимірів $10^{-6} - 10^{-7}$ рад.

Висновки. Таким чином, авторами статті проведено аналіз можливостей різноманітних методів контролю оптичних параметрів напівпровідникових матеріалів, які є перспективними для використання в якості функціональних матеріалів для ІЧ фотовипромінювачів та фотоприймачів. Показані особливості застосування наступних методів: методів вимірів, що засновані на використанні дисперсійних співвідношень Крамерса-Кронига, відбиття й пропущення при нормальному падінні випромінювання

на зразок; методу призми, методу порушеного повного внутрішнього відбиття, методів еліпсометрії, Фур'є-спектроскопії і лазерної фазометрії.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Новые лазерные методы, средства и технологии* / А.С. Гаркавенко, В.В. Зубарев, С.В. Ленков, Д.В. Лукомский, В.А. Мокрицкий. . - Одесса: Астопринт, 2002. - 280 с.
2. *Вплив дефектів функціональних матеріалів на надійність електроніки* / В.В. Зубарев, С.В. Ленков, А. Мокрицький, Д.О. Перегудов / Під ред. С.В. Ленкова. - Одеса.: Друк., 2003. - 454 с.
3. *Phillip H., Ehrenreich H.* Optical propereties of semiconductors. - Phys. Rev., -1963, -V.129, - P.1550.
4. *Тауц Я.* Оптические свойства полупроводников. - М.: Мир, 1967. - 312 с.
5. *Kundt A.* Die Prismen Methode. - Ann.d.Phys., -1988 -V.34, - P.469.
6. *Fahrenfort I., Visser W.* On the determination of optical constants in the infrared by attenuated total reflection. - Spectrochimica Acta. -1963, -V.18, - P.1103-1116.
7. *Харрик Н.* Спектроскопия внутреннего отражения. . - М.: Мир, 1970. - 248 с.
8. *Горишков М.М.* Эллипсометрия. - М.: Советское радио, 1974. - 312 с.
9. *Белл Р.Д.* Введение в Фурье-спектоскопию. - М.: Мир, 1975. - 284 с.
11. *Банников В.С., Морозов Н.Н., Сагинов Л.Д., Сотников П.С, Сretenский В.Н.* Применение Фурье-спектроскопии для исследования свойств материалов и пленочных структур электронной техники. - Электронная промышленность, 1979, №1-2, - С. 85.

Рецензент: д.ф-м.н., проф. **Дроздов В.А.**

ВСТРОЕННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ФАР

Рассмотрены проблемы, возникающие при создании системы встроенного контроля (ВСК) технического состояния и обнаружения отказов в каналах ФАР и приведены методы их решения. Приведены техническая реализация ВСК и результаты контроля.

Розглянуті проблеми які виникають при створенні системи вбудованого контролю (ВСК) технічного стану і виявлення відмов в каналах ФАР, і приведені методи їх рішення. Приведена технічна реалізація ВСК і результати контролю.

Advanced methods of phased array antennas (PAA) performance monitoring and detection of refusals in its channels are presented in this paper. The technical realization of the built-in performance monitoring system (BPMS), which allows receiving more accurate results for PAA, is considered. Some problems arising at during the creation of BPMS are considered and methods of their decision in principle are resulted. The special attention is paid to such practical aspects of design and application of the BPMS, such as the algorithm of controlled channel signal isolation, choice of the location of probe antennas and transfer matrix calibration which are necessary for PAA performance monitoring at the system level.

Фазированная антенная решетка (ФАР) состоит из большого числа каналов, включающих в себя излучающие приемные элементы, фазовращатели, аттенюаторы, маломощные усилители, направленные ответвители, мосты, радиочастотные переключатели и другие элементы, поэтому отказ в некоторых каналах не вызывает критических последствий и не приводит к полному отказу ФАР [1]. Отказы подрешеток и входящих в них элементов приводят к постепенной деградации энергетических параметров и технических характеристик ФАР (росту уровня боковых лепестков диаграммы направленности, падению коэффициента усиления и снижению точности установки положения луча в пространстве). Степень ухудшения параметров зависит от типа отказа, числа отказавших элементов ФАР, их расположения в пределах апертуры. При достижении порога ухудшения параметров ФАР, контролируемых встроенной системой контроля (ВСК) в процессе эксплуатации, отказавшие модули в каналах должны быть заменены или ФАР должна быть отправлена на текущий ремонт.

Для эффективного сложения сигналов отдельных каналов в пространстве и реализации принципов фазового управления ФАР к трактам формирования, усиления, передачи, элементам управления и т.п. предъявляются требования межканальной (межсигнальной) точности установки и поддержания заданного амплитудно-фазового распределения. Наиболее сложной задачей является поддержание заданного фазового распределения, а основным фактором дестабилизации фазового распределения сигналов, формируемых в многоканальных приемно-передающих трактах, является разное изменение усиления и фазового набег в электронных приборах отдельных каналов, вызываемое изменениями температуры окружающей среды и напряжения питания, влияние которого увеличивается при работе ФАР в диапазоне рабочих частот. Существенное влияние оказывают также точность изготовления, температурная стабильность и фактор старения пассивных элементов и СВЧ-трактов.

Во встроенных и подвижных системах контроля АС необходимо максимально учитывать особенности АС, как объекта контроля, накладываемые конструктивные и технологические ограничения, размещение на объекте и возможность доступа.

Проблема. Для обеспечения надежной и эффективной работы РЛС размещенных на объектах и подвижных носителях необходимо обеспечить контроль технического состояния и диагностику отказов элементов в каналах ФАР. Сложность задачи обусловлена размещением ФАР на объекте и отсутствием возможности прямых измерений комплексных коэффициентов передачи каналов, из-за чего возникает

проблема выделения сигналов отдельных каналов из суммарного сигнала на выходах ФАР для определения величины реальных фазовых сдвигов и вносимых потерь при различных фазированных.

Цель доклада. Анализ и решение проблемных вопросов, возникающих при создании ВСК для контроля, оценки интегральных характеристик и технического состояния ФАР в целом, включая обтекатель и излучающие элементы (контроль технического состояния на системном уровне), отслеживания изменения параметров элементов в каналах ФАР для коррекции параметров на уровне системы в процессе эксплуатации на объекте.

Постановка задачи. В общем случае ВСК должна обеспечить:

- оценку технического состояния различных элементов в каналах ФАР (контроль технического состояния на уровне элементов);
- оценку интегральных характеристик и технического состояния ФАР в целом, включая обтекатель и излучающие элементы (контроль технического состояния на системном уровне);
- отслеживание изменения АФР и параметров элементов в каналах ФАР для коррекции ее параметров на уровне системы.

ВСК также используется в системе автоподстройки параметров ФАР для определения степени искажения амплитудно-фазового распределения (АФР) на апертуре, вызванного дестабилизирующими факторами, такими как температурный градиент по апертуре, старение элементов и различные типы отказов в каналах для дальнейшего использования в системе коррекции параметра ФАР [3-5]. Следует отметить, что устойчивость технических характеристик ФАР по отношению к отказам ряда ее элементов, обеспечивая высокую эксплуатационную надежность, в то же время повышает трудоемкость и усложняет методы контроля и оценки ее параметров.

Принципы построения ВСК. Такие факторы как тип и функциональная структура ФАР, условия ее применения на объекте оказывают влияние на эффективность функционирования ВСК в составе ФАР и являются ограничивающими факторами для технической реализации. К примеру, сканеры, используемые в радиоголографическом или зондовом с синтезом избирательности методах измерений могут оказаться неприменимыми для текущего контроля технического состояния ФАР на объектах, где недопустимо наличие препятствий перед апертурой антенн.

При проектировании ВСК, следует учитывать следующие требования:

- структура ФАР должна обеспечивать возможность выделения и оценки параметров сигналов от отдельных каналов для настройки, оперативного контроля и адаптации параметров ФАР в зависимости от технического состояния каналов (компенсации искажений);
- при фабричной настройке ФАР необходимо как можно более точно измерить комплексные коэффициенты передачи ее каналов и определить соответствующие нормирующие коэффициенты для ВСК;
- технология контроля технического состояния ФАР должна исключать возможность нарушения фазировки и вывода из строя ФАР в случае отказа ВСК;
- возможность контроля технического состояния ФАР как в режиме ПРИЕМ, так и в режиме ПЕРЕДАЧА;
- возможность учета вносимых потерь и ошибок отработки заданной фазы фазовращателями в процессе контроля особенно в случае отказа 180° или 90° дискретов фазовращателя;
- стабильность и предсказуемость свойств и технических характеристик системы вводы контрольного сигнала;
- конструктивные и методологические ограничения до системы ввода контрольного сигнала и организации опорного канала для выполнения фазовых измерений;

- независимость ВСК от температурного режима ФАР;
- возможность самоконтроля ВСК;
- возможность выявления и учета искажений, вносимых обтекателем ФАР.

Уровни контроля ФАР. Для обеспечения достоверного контроля и глубокой диагностики ФАР целесообразно использовать три уровня контроля:

- тестовый контроль (контроль прохождения кодов на СУЛ и результатов расчета фазовых сдвигов, выдаваемых на фазовращатели);
- низкочастотный контроль (контроль обрывов и КЗ в цепях управления ФВ);
- высокочастотный контроль по сигналу от вынесенного неподвижного зонда (на уровне элементов и системы).

Система ввода контрольного сигнала. Выбор системы ввода контрольного сигнала является одним из ключевых вопросов при проектировании ВСК.

АФР поля, облучающего апертуру ФАР из любого источника в ДЗИ, как правило, имеет искажения за счет отражения сигналов от окружающей поверхности, поэтому такая система ввода контрольного сигнала может быть использована только для контроля технического состояния ФАР на уровне элементов. Использование таких источников для интегральной оценки технического состояния и параметров ФАР в целом, даже после сложных объемных вычислений изысканной коррекции параметров облучающего поля требует подтверждения (верификации). Интерференция всегда была существенной проблемой даже при измерении параметров антенн на антенных полигонах, имеющих специально рассчитанную геометрию и дифракционные стенки для отсекаания отраженного сигнала.

Системы, использующие ввод контрольного сигнала через направленные ответвители или взаимосвязанные излучатели не имеют возможности учета искажений, внесенных обтекателем, покрывающего излучающую поверхность ФАР для защиты от влияния окружающей среды и, что более серьезно, тоже подвержены влияниям температуры (температурно чувствительны) [3].

Реализация встроенной системы разводки сверхвысокочастотного (СВЧ) контрольного сигнала эквивалентна включению в состав основной антенны еще одной решетки, точность настройки которой должна быть намного выше настройки основной ФАР. Такой подход ведет к увеличению сложности, весогабаритных параметров конструкции и существенно увеличивает стоимость ФАР.

Более перспективным, с точки зрения стоимости и простоты реализации, являются методы контроля ФАР путем диагностики состояния по сигналу от вынесенного неподвижного зонда [6, 7].

Температурный режим ФАР зависит как от системы охлаждения, так и от режима функционирования ФАР. В большинстве современных ФАР используется система воздушного охлаждения. Если в стационарных ФАР используется кондиционированный воздух с заданной температурой (для примера $20 \pm 2^\circ\text{C}$), то в мобильных ФАР обычно используются простые вентиляторы и степень охлаждения регулируется либо числом включенных вентиляторов (из имеющихся в системе) либо интенсивностью их работы. В этом случае практически всегда имеется определенный градиент температуры по апертуре ФАР и при проведении фазирования ФАР по сигналу, вводимому через направленные ответвители, АФР может быть расстроено.

ВСК должно контролировать характеристики ФАР в режимах прием-передача, так как даже для взаимных антенн вносимые потери, фазовые сдвиги и КСВН одного и того же элемента (например, фазовращателя) могут значительно отличаться в зависимости от направления прохождения сигналов за счет взаимной связи между излучающими элементами и соседними каналами.

Сложность выделения сигнала контролируемого канала на фоне суммарного сигнала от неконтролируемых каналов растет с увеличением числа каналов ФАР, если источник контрольного сигнала расположен в дальней зоне ФАР или сигнал вводится через направленные ответвители. Техника выделения сигнала контролируемого канала

хорошо отработана для ФАР с числом элементов порядка тысячи. При росте числа элементов ФАР суммарный сигнал достигает величины порога динамического диапазона, а сигнал контролируемого канала при этом приближается к уровню шумов.

В ряде работ для снижения величины суммарного сигнала и улучшения соотношения сигнал-шум рекомендуется выключать часть неконтролируемых каналов. Но в этом случае происходит изменение температурного режима выключенных каналов и в результате качество контроля технического состояния ФАР на системном уровне может быть значительно ухудшена за счет температурных искажений.

При проектировании ВСК необходимо решить следующие научные проблемы:

– произвести выбор места размещения источника контрольного сигнала, обеспечивающего эффективное выделение сигнала контролируемого канала из суммарного сигнала на выходе ФАР при работе в режимах ПРИЕМ и ПЕРЕДАЧА;

– решить задачу определения реальных комплексных коэффициентов передачи каналов (ККПК) при наличии ошибок отработки заданных фазовых сдвигов и наличия вносимых потерь, полных и частичных отказов дискретов ФВ в процессе переключения;

– обеспечить получение оценки интегральных параметров ФАР с учетом взаимного влияния излучающих элементов.

Решение поставленных задач было обеспечено за счет размещения системы неподвижных зондов (НЗ) для ввода пилот-сигнала в ближней зоне излучения ФАР и решения проблемы калибровки ККПК для расчета параметров ФАР при облучении апертуры неплоской волной. Такое размещение НЗ дало возможность исключить затенение апертуры ФАР и, за счет некогерентного суммирования сигналов, резко снизить уровень суммарного сигнала и обеспечить возможность проведения контроля в режимах ПРИЕМ и ПЕРЕДАЧА. На рис. 1 приведен пример засветки апертуры антенны.

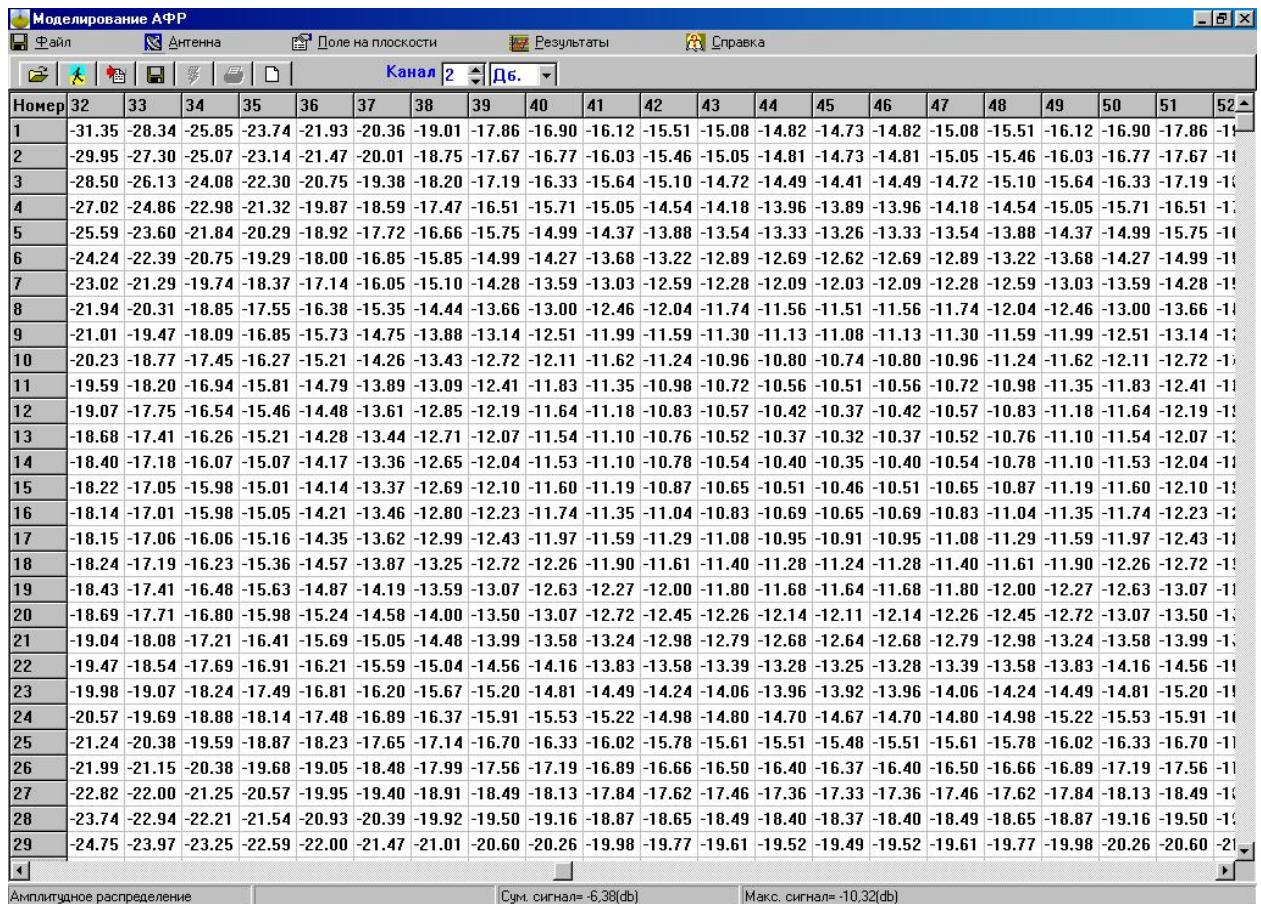


Рис. 1. Засветка апертуры антенны

Как видно из рис. 1, величина суммарного сигнала порядка минус 6,4 дБ, при этом величина сигнала от отдельных излучателей находится в пределах от минус 10,3 дБ до минус 31 дБ, что позволяет провести выделение и определение параметров с достаточно высокой точностью.

При проведении калибровки системы ВСК и расчета нормирующих коэффициентов (НК), которые в дальнейшем используются при работе ВСК на объекте, в стендовом зале выполнялись следующие операции:

- определялись НК путем последовательного облучения одного и того же излучающего элемента ФАР зондирующим сигналом от одного из НЗ, установленных вблизи ФАР и подвижного зонда, устанавливаемого против контролируемого элемента;
- для исключения влияния амплитудно-фазовой нестабильности трактов передачи пилот-сигнала производилась взаимная нормировка сигналов от всех НЗ с поочередным измерением сигнала от каждого НЗ группой центральных излучающих элементов;
- нормировка полученного распределения и определение массива поправок для проведения автоподстройки ККПК ФАР на объекте.

Для выделения сигнала контролируемого канала и определения, вносимых фазовращателем реальных фазовых сдвигов и потерь при переключении дискретов, был использован алгоритм приведенный в [8]. Высокая эффективность и точность данного алгоритма достигнута за счет максимального использования всей полученной информации при преобразовании системы условных уравнений в систему нормальных уравнений и рационального выбора определяемых на первом этапе контроля параметров.

Таковыми параметрами являются S_0 и C_0 - координаты конца вектора $\dot{E}_{mn}$.

Величина модуля сигнала в контролируемом канале $\dot{A}_{mn0}$ определяется уравнением: $A_{mn0}^2 = (C_l - C_0)^2 + (S_l - S_0)^2$, где C_l, S_l - квадратурные составляющие измеряемого сигнала $\dot{E}_{mnl}$. Производится минимизация среднеквадратической ошибки

функционала: $\sum_{l=1}^{L-1} \sum_{j=l+1}^L (A_{mnl}^2 - A_{mnj}^2)^2$, определяются его частные производные по S_0 и

C_0 и приравниваются к нулю. После несложных преобразований и введения следующих обозначений:

$$A_1 = \sum_{l=1}^{L-1} \sum_{j=l+1}^L (C_l - C_j)^2$$

$$A_2 = \sum_{l=1}^{L-1} \sum_{j=l+1}^L (C_l - C_j)(S_l - S_j)$$

$$A_3 = \frac{1}{2} \sum_{l=1}^{L-1} \sum_{j=l+1}^L (C_l^2 + S_l^2 - C_j^2 - S_j^2)(C_l - C_j)$$

$$A_4 = \sum_{l=1}^{L-1} \sum_{j=l+1}^L (S_l - S_j)^2$$

$$A_5 = \frac{1}{2} \sum_{l=1}^{L-1} \sum_{j=l+1}^L (C_l^2 + S_l^2 - C_j^2 - S_j^2)(S_l - S_j)$$

получаем систему нормальных уравнений относительно S_0 и C_0

$$A_1 C_0 + A_2 S_0 = A_3$$

$$A_2 C_0 + A_4 S_0 = A_5$$

Решая эту систему, получим $\hat{C}_0 = \frac{A_3 A_4 - A_2 A_5}{A_1 A_4 - (A_2)^2}$ $\hat{S}_0 = \frac{A_1 A_5 - A_3 A_2}{A_1 A_4 - (A_2)^2}$

ККПК определяем по формулам

$$\hat{A}_{mnl} = \sqrt{(C_l - \hat{C}_0)^2 + (S_l - \hat{S}_0)^2} \quad u \quad \hat{\phi}_{mnl} = \arctg \frac{S_l - \hat{S}_0}{C_l - \hat{C}_0}$$

Примеры результатов контроля ФАР приведены на рис.2 и 3.

Обработка

Дискрет	Расч.У Ф	ДельтаУ	Расч.У А	АПУ(Дб.)	ФПУ(Гра)	Сигма	А изм.	Ф изм.
0	6,79	6,79	-17,15	-17,14	101,84	0,1586	-14,54	54,36
11,25	11,27	0,02	-0,46	-17,14	101,84	0,1547	-13,91	61,34
22,5	22,83	0,33	-0,63	-17,14	101,84	0,1586	-13,29	67,28
33,75	33,72	-0,03	0,02	-17,14	101,84	0,1569	-12,42	71,15
45	45,32	0,32	0,35	-17,14	101,84	0,1671	-11,80	76,46
56,25	57,74	1,49	0,49	-17,14	101,84	0,1723	-11,35	82,65
67,5	68,64	1,14	-0,68	-17,14	101,84	0,1632	-11,69	89,17
78,75	76,82	-1,93	0,49	-17,14	101,84	0,1774	-10,99	92,47
90	90,08	0,08	0,59	-17,14	101,84	0,1752	-10,84	99,27
101,25	98,85	-2,4	0,59	-17,14	101,84	0,1754	-10,83	103,81
112,5	112,7	0,2	-0,24	-17,14	101,84	0,1644	-11,35	110,54
123,75	122,9	-0,85	-0,2	-17,14	101,84	0,1643	-11,49	115,59
135	134,6	-0,4	-0,26	-17,14	101,84	0,1593	-11,78	121,29
146,25	146,45	0,2	-0,19	-17,14	101,84	0,1525	-12,13	127,22
157,5	157,29	-0,21	-0,15	-17,14	101,84	0,1539	-12,55	132,64
168,75	165,19	-3,56	0,05	-17,14	101,84	0,1427	-12,84	137,00

Допуск по фазе: 6

Номер фазовращателя: 1

Таблица отказов Печать 1 Номер ФВ Выйти

Рис. 2. Пример результатов контроля фазовращателя ФАР

Обработка

№	11,2	22,5	33,8	45	56,2	67,5	78,8	90	101,2	112,5	123,8	135	146,2	157,5	168,8	180
1																
2																
3							-7,3									
4				6,2								7,6		8		
5																
6		-6,3	-6,6	-6,7	-6,6							-6,8	-8,8	-7,5	-6,3	
7														6,3		
8																
9																
10																
11														7,3		
12			-6,6			-6,3										
13																
14																
15																
16																
17										6,5					7	
18																
19											-6,7	-6,6				
20																
21																
22																
23																
24		9,3														
25																
26						6,1	9	8,3	8							
27																
28											6,3					
29													7	7,6		
30													7		6,6	
31																

Допуск по фазе: 6

Количество вне допуска 35 Файл: D:\AUControl\Kont\100920041956_F1_45.PZ

Статистика Таблица отказов Печать Выйти

Рис. 3. Пример результатов контроля группы фазовращателей ФАР

Результаты моделирования и экспериментальной проверки предложенного метода контроля и диагностики технического состояния ФАР полностью подтвердили возможность использования ВСК на объекте. При использовании при обработке измеренных данных и расчете ККПК информации полученной при контроле и настройке фазовращателей [9] могут быть получены достаточно точные несмещенные оценки.

Выводы. Аппаратно-программные решения ВСК, разработанные в ОАО «УКРСПЕЦТЕХНИКА», обеспечивают эффективный контроль технического состояния и оценку интегральных параметров ФАР, возможность автоподстройки параметров в процессе эксплуатации и проведение настройки ФАР после ремонтно-профилактических работ без передислокации с объекта.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Активные фазированные антенные решетки / Под ред. Д.И. Воскресенского. - М.: Радиотехника, 2004. - 488 с.
2. Методы измерения характеристик антенн СВЧ / Л.Н. Захаров, А.А. Леманский, В.И., Турчин и др. / Под ред. Н.М. Цейтлина. - М.: Радио и связь, 1985. - 368с.
3. Lee K., Chu R. and Liu S. "A built-in performance-monitoring/fault isolation and correction (PM/FIC) system for active phased-array antennas." - *IEEE Trans. Antennas and Propagation*, vol. AP-41, no. 11, pp. 1530-1540, November 1993.
4. Levitas M., Horton D., Cheston T. "Practical failure compensation in active phased arrays." - *IEEE Trans. Antennas and Propagation*, vol. AP-47, pp. 524-535, March 1999.
5. Mailloux R.J., Array failure correction with a digitally beamformed array. - *IEEE Trans. on Ant. and Propag.*, v. 44, pp. 1543-1550, December 1996.
6. Markov V., Kozlov A. "Built-In Performance Monitoring Systems for Phased-Array Antennas with Binary Phase Shifters." - *Proc. of Antenna Measurement Techniques Association (AMTA'03)*, Irvine, California, 2003, pp. 560-567.
7. Коммутационный метод измерения характеристик ФАР / Бубнов Г.Г., Никулин С.М., Серяков Ю.Н., Фурсов С.А. - М.: Радио и связь, 1988. - 120 с.
8. Кавалеров Д.А., Марков В.И. Эффективный алгоритм оценки параметров элементов антенных решеток модуляционным методом. // Тез. докладов. Третья Всесоюзная конференция "Метрологическое обеспечение антенных измерений". - ВКАИ-3, Ереван. - 1984. - С. 396-398.
9. *The automatized system for s-parameters measurement of controlled microwaves - devices* / Guz V.I., Lipatov V.P., Zaitsev A.A., Martynov V.A., Markov V.I. and Filonenko A.B. - *Proc. of the 5-th International Conference of Antenna Theory and Techniques*. - Kyiv (Ukraine), 24-27 May, 2005. - pp. 382-385.

МОЖЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕРГАТИЧНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИМИ БОЙОВИМИ АВІАЦІЙНИМИ КОМПЛЕКСАМИ В РАМКАХ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ

В статті приводяться результати дослідження можливості забезпечення надійності ергатичних систем керування перспективними бойовими авіаційними комплексами в рамках існуючих технологій, заснованих на введенні апаратної надмірності, перерозподілі ресурсів і розподілі функцій керування між людиною-оператором і технічними підсистемами.

В статье приводятся результаты исследования возможности обеспечения надежности эргатических систем управления перспективными боевыми авиационными комплексами в рамках существующих технологий, основанных на введении аппаратной избыточности, перераспределении ресурсов и распределении функций управления между человеком-оператором и техническими подсистемами.

Results of researches of opportunities of existing technologies based on increasing hardware superfluity, redistribution of resources, distribution of functions between the person-operator and technical subsystems in providing reliability of ergatic control systems in perspective fighting aviation projects are considered in this article.

Розробка й прийняття на озброєння нових високоефективних бойових авіаційних комплексів є загальносвітовою тенденцією, однак при практичній реалізації програм створення перспективних бойових авіаційних комплексів (бойових літаків п'ятого покоління, безпілотних літальних апаратів, груп безпілотних літальних апаратів) розробникам перешкоджає ряд науково-технічних проблем.

Так для системи керування, які характеризуються високим ступенем автоматизації керування та необхідністю включення людини (оператора, льотчика) у замкнутий контур керування для забезпечення функціонування комплексу в умовах невизначеності та протидії супротивника при створенні нових типів бойових авіаційних комплексів приводить до того, що очікуваний рівень надійності функціонування таких систем виявляється значно менше рівня, отриманого у результаті експериментів та дослідної експлуатації.

Слід зазначити, що технології забезпечення заданого рівня надійності проєктованих бойових авіаційних комплексів віднесені до найважливіших.

В роботі [1] достатньо повно розроблені методологічні основи забезпечення надійностних властивостей складних технічних систем за рахунок перерозподілу ресурсів, які виділяються на керування (теорія забезпечення функціональної стійкості технічних систем). В [2,3] досліджується можливість забезпечення надійності ергатичної системи керування при розподілі функцій керування між людиною та технічними підсистемами. При цьому питання про межі застосовності даних методичних підходів в умовах ергатичних систем керування проєктованими бойовими авіаційними комплексами не одержало належного обговорення в спеціальній літературі, тому метою даної статті є викладення результатів досліджень авторів у цьому напрямку.

Постановка завдання. В [2] обґрунтовано, що адекватну математичну модель ергатичних систем керування перспективними бойовими авіаційними комплексами можливо представити у вигляді

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = F_i(x, u, \xi, a, t) \\ M = \{A, P_g, y = f(x)\}, \end{cases} \quad (1)$$

де x - n -мірний вектор стану технічних підсистем комплексу, u - m -мірний вектор керуючих впливів, ξ - n -мірний вектор випадкових впливів, a - апріорно невизначені параметри моделі, t - час, F_i - векторна нелінійна нестационарна функція, $i = 1 \dots N$, що характеризує стан працездатності системи керування (F_0 - відповідає нормальному режиму функціонування, інші F_i - відповідають i -ій відмові). Друге рівняння системи семіотичне. Воно описує поведінку людини (оператора, льотчика) у контурі керування безліччю припустимих відносин $y = f(x)$, заданих в алфавіті A набором ергограматик P_g . Цільові функції формуються в цьому базисі як умови досягнення деякої кінцевої безлічі станів $\{x_k\}$ у момент часу в момент часу t_k

$$Z(x, F_i, t): x(t_k) \in \{x_k\},$$

при цьому вид цільової функції визначається людиною (оператором, льотчиком) залежно від поточного стану $x(t)$.

Задача полягає в синтезі системи керування $u(x, t)$, що забезпечує в певних умовах досягнення кінцевого стану із заданою ймовірністю

$$x \in \Omega_x, u \in \Omega_u, \xi \in \Omega_\xi, \{F_i\}, t = [t_0, \dots, t_k], P(\Omega_x, \Omega_u, \Omega_\xi, \{F_i\}, t): x(t_k) \in \{x_k\}.$$

Результати дослідження. Методи, описані в [1], полягають у виділенні в системі керування деякої підсистеми (необов'язково апаратної), що контролює функціонування основного контуру методом порівняння поточного стану із способами-еталонами, збереженими в пам'яті й отриманими апріорно. Якщо образ поточного стану співпадає зі збереженими в пам'яті - основний контур системи керування реконфігурується (змінюється алгоритм керування) так, щоб забезпечити виконання умови стійкості по Ляпунову "у малому" для деякої цільової квадратичної функції виду

$$J(x, u, t) = M \left(\int_{t_0}^{t_k} (x^T \cdot \beta \cdot x) dt + \int_{t_0}^{t_k} (u^T \cdot C^{-1} \cdot u) dt \right):$$

$$\lim_{t \rightarrow t_k} J(x, u, t | F_0) - J(x, u, t | F_i) < \delta,$$

$$\text{при } |J(x, u, t_0 | F_0) - J(x, u, t_0 | F_i)| < \varepsilon, \quad \delta < \varepsilon, \delta > 0, \varepsilon > 0.$$

При цьому для виявлення наслідків відмов систем керування (станів, коли порушується працездатність) використовуються імовірнісні властивості систем. Так, якщо відомі апріорні ймовірності виникнення відмов $P(F_0), P(F_1), \dots, P(F_N)$, що утворюють повну групу подій, то умовою виявлення поточного стану системи керування є $F_i: \max P(F_i | x(t))$, де

$$P(F_i | x(t)) = \frac{P(F_i)P(x(t) | F_i)}{\sum_{i=1}^N P(F_i)P(x(t) | F_i)} \quad (2)$$

це байєсовська оцінка умовної ймовірності виникнення відмови F_i при даних $x(t)$.

При реалізації алгоритму виявлення (2) для забезпечення функціональної стійкості системи (1), необхідно враховувати умовну ймовірність $P(x(t))Z(x(t - \Delta t))$, викликану можливістю оперативної зміни цільових функцій людиною (оператором, льотчиком).

У цих умовах

$$P(F_i|x,u,t) = \frac{P(F_i)P(x(z,t)|F_i)P(z|x(t-\Delta t))}{\int_{t_0}^t \left(\sum_{i=1}^N P(F_i)P(x(z,t)|F_i)P(z|x(\tau)) \right) d\tau}.$$

Необхідність врахування виявлення стану системи керування інтегральної часової умовної ймовірності $P(F_i|z,x,t)$, при реалізації алгоритму, вимагає експонентного в часі росту необхідних обчислень. Це свідчить про те, що в умовах зміни цільових функцій (часткових задач), які задаються людиною-оператором, неможливо виявити зміни працездатності ергатичної системи керування в рамках підходу [1]. Якщо недостатній обсяг апіорної інформації можна заповнити за рахунок застосування різних варіантів ідентифікації, то невизначеність цільових функцій є принциповим обмеженням у цьому випадку.

Особливістю застосування інтегральних узагальнених критеріїв якості виду

$$J = \min \sum_{k=1}^s \lambda_k J_k \quad (3)$$

є можливість одержувати оптимальні рішення тільки при штатному функціонуванні системи керування усередині експлуатаційних областей. Це пов'язано з тим, що лінійна форма адитивного критерію якості (3) не дозволяє концентрувати енергію ергатичного керування на парювання параметрів системи, що наближаються до обмежень.

Тому в [3] пропонується векторна постановка оптимізаційного завдання $J = \begin{bmatrix} J_c(x,u,t) \\ J_g(x,u,t) \end{bmatrix}$, де цільовий критерій $J_c(x,u,t)$ забезпечує оптимальне досягнення мети керування, а $J_g(x,u,t)$ вводиться для забезпечення режиму роботи людини (оператора, льотчика). Методом оптимізації в цьому випадку пропонується послідовна векторна оптимізація:

$$u_g = \min J_g(x,u,t),$$

$$u^* = \min J_c(x,u,t) \text{ при обліку умови } J_g(x,u_g,t) = J_g^*.$$

Це дає безсумнівну перевагу даного підходу до синтезу оптимального керування бойовим авіаційним комплексом в позаштатних, “напружених” режимах функціонування поблизу експлуатаційних обмежень. Але залежність цільових функцій $J_c(x,u,t)$ і $J_g(x,u,t)$ від можливих відмов системи керування призводить до виникнення обмежень типу (2).

При проектуванні системи керування в рамках існуючих технологій окремо забезпечується надійність технічної складової за рахунок резервування, дублювання використання елементів з підвищеним рівнем надійності, окремо забезпечується надійність функціонування людини (оператора, льотчика) за рахунок створення найкращої ергономічної обстановки.

Даний порядок синтезу не враховує системні особливості проектного об'єкта, що і приводить до недостатнього рівня надійності.

Результати дослідження дозволяють зробити наступні висновки:

1. Існуючі методи синтезу ергатичних систем керування й забезпечення функціональної стійкості технічних систем мають принципові обмеження в забезпеченні надійності систем керування перспективними бойовими авіаційними комплексами.

2. Необхідне вдосконалення методичного апарату синтезу ергатичних систем керування в напрямку врахування умов невизначеності вибору цільових функцій.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Артюшин Л.М., Машков О.А. Оптимизация цифровых автоматических систем, устойчивых к отказам. - К.: КВВАИУ, 1991.- 89с.
2. Павлов В.В. Начало теории эргатических систем. - К.: Наукова думка, 1975. - 240с.
3. Большие технические системы. Проектирование и управление / Л.М. Артюшин, Ю.К. Зиатдинов, И.А.Попов, А.В.Харченко / Под ред. И.А.Попова. - Харьков: Факт, 1997. - 400с.

Рецензент: д.т.н., проф. **Креденцер Б.П.**

д.ф-м.н., проф. **Наконечный О.Г.** (КНУ)
к.т.н., доц. **Сторубльов О.І.** (ВІКНУ)
Бабій О.С. (ВІКНУ)

ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ОБРОБКИ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ ЗАШУМЛЕНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

В статті розглядається необхідність побудови програмного комплексу для аналізу роботи алгоритмів виявлення об'єктів, що рухаються, за умов сильної зашумленості спостережень, основні вимоги до нього та приклад практичного застосування.

В статье рассматривается необходимость построения программного комплекса для анализа работы алгоритмов обнаружения движущихся объектов в условиях сильной зашумленности наблюдений, основные требования к нему и пример практического применения.

In article is considered the necessity of a program complex construction for the analysis of work of detection algorithms of moving objects , in conditions of strong interference, the basic requirements and an example of creation.

Відомо декілька алгоритмів виявлення об'єктів, що рухаються. Одні алгоритми дозволяють виявляти рух об'єктів в простих умовах та майже не працюють в складних умовах перешкод. Інші працюють в перешкодах, але потребують або багато часу або багато ресурсів [1-5].

На даний час у науковій та науково-технічній літературі відсутній опис програмного комплексу для порівняння та оцінки ефективності роботи різних алгоритмів виявлення об'єктів, що рухаються.

Програмний комплекс має вирішувати наступні завдання:

- створення трас руху повітряних об'єктів (ПО);
- генерування корисних радіолокаційних сигналів у відповідності до заданих трас;
- генерування перешкодових сигналів;
- видача сумарних сигналів на клієнтську частину комплексу;
- відтворення зовнішнього інтерфейсу автоматизованого робочого місця комплексу засобів автоматизації (АРМ КЗА), розгортки, радіолокаційних сигналів;
- моделювання роботи різних алгоритмів;
- оцінка роботи операторів по виявленню та супроводженню ПО.

Для вирішення поставлених завдань був створений програмний комплекс побудований за клієнт-серверною розподіленою архітектурою. Передбачені варіанти використання комплексу як в комп'ютерній мережі, так і локально (на одному комп'ютері). Він складається із серверної частини (сервера) та віддалених терміналів (клієнтів). Найбільш загальна структурна схема комплексу зображена на рис. 1.

Серверна частина комплексу вирішує завдання:

- створення трас руху повітряних об'єктів;

- генерування корисних радіолокаційних сигналів у відповідності до заданих трас;
- генерування перешкодових сигналів;
- видача сумарних сигналів на клієнтську частину комплексу;
- відтворення зовнішнього інтерфейсу АРМ КЗА, розгортки, радіолокаційних сигналів;
- отримання, обробка повідомлень від клієнтів;
- ведення загальної, індивідуальної статистики роботи операторів;
- оцінка роботи операторів.

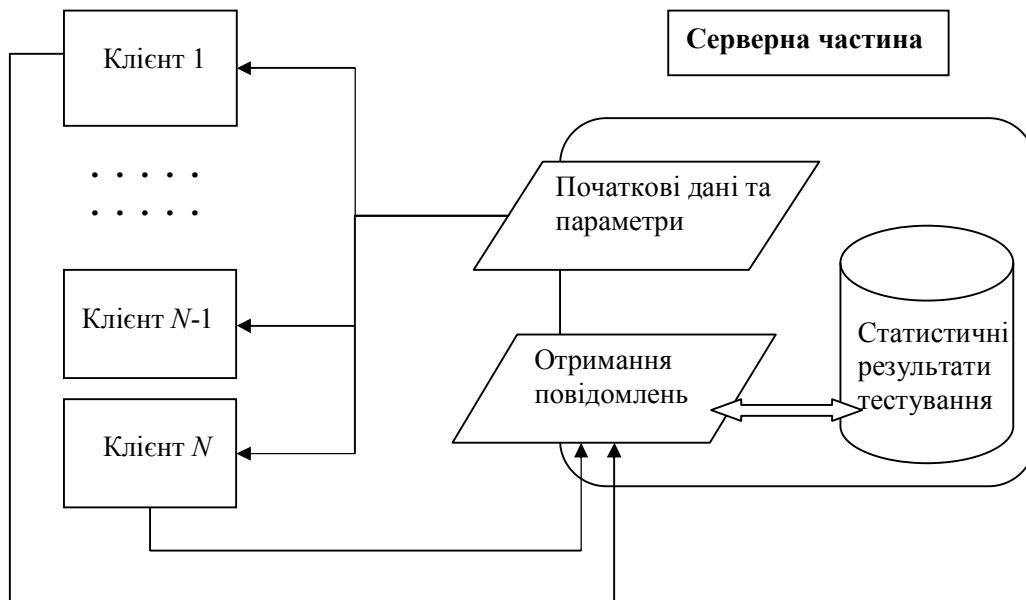


Рис.1. Структурна схема комплексу

В свою чергу клієнтська частина вирішує завдання:

- відтворення зовнішнього інтерфейсу АРМ КЗА, розгортки, радіолокаційних сигналів;

- моделювання роботи різних алгоритмів;
- визначення координат „зйому” та видача їх на сервер.

Обидві частини програмного комплексу мають оригінальний інтерфейс та відтворюють зовнішній вигляд екрану АРМ КЗА, розгортки, радіолокаційних сигналів, стробів роботи операторів.

Сервер керується адміністратором – організатором тестування.

Перед початком тестування адміністратор має можливість (на вкладці „Радар”) налаштувати такі параметри, як кількість цілей, їх траєкторії, швидкості, а також загальні параметри: масштаб індикатору, ймовірність хибної тривоги, час тесту (рис. 2).

Крім того, до моменту старту тестування, в автоматичному режимі відбувається синхронізація заданих параметрів та даних між всіма клієнтами. Синхронізація повинна відбутись в межах кількох секунд. Це обмеження обране з міркувань необхідної для нормальної роботи системи швидкодії апаратних засобів (ПЕОМ, пропускної здатності мережі).

Після початку процесу тестування можна виконувати синхронізацію в ручному режимі при зміні параметрів тестування на сервері.

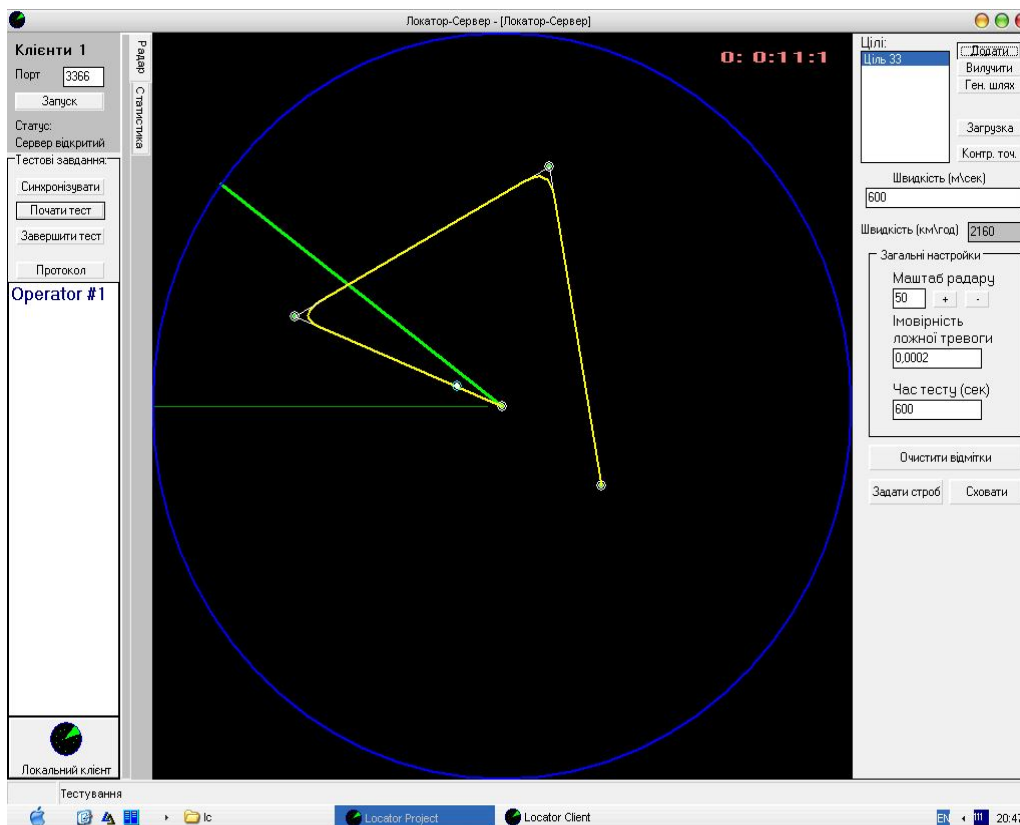


Рис. 2. Зовнішній вигляд серверу

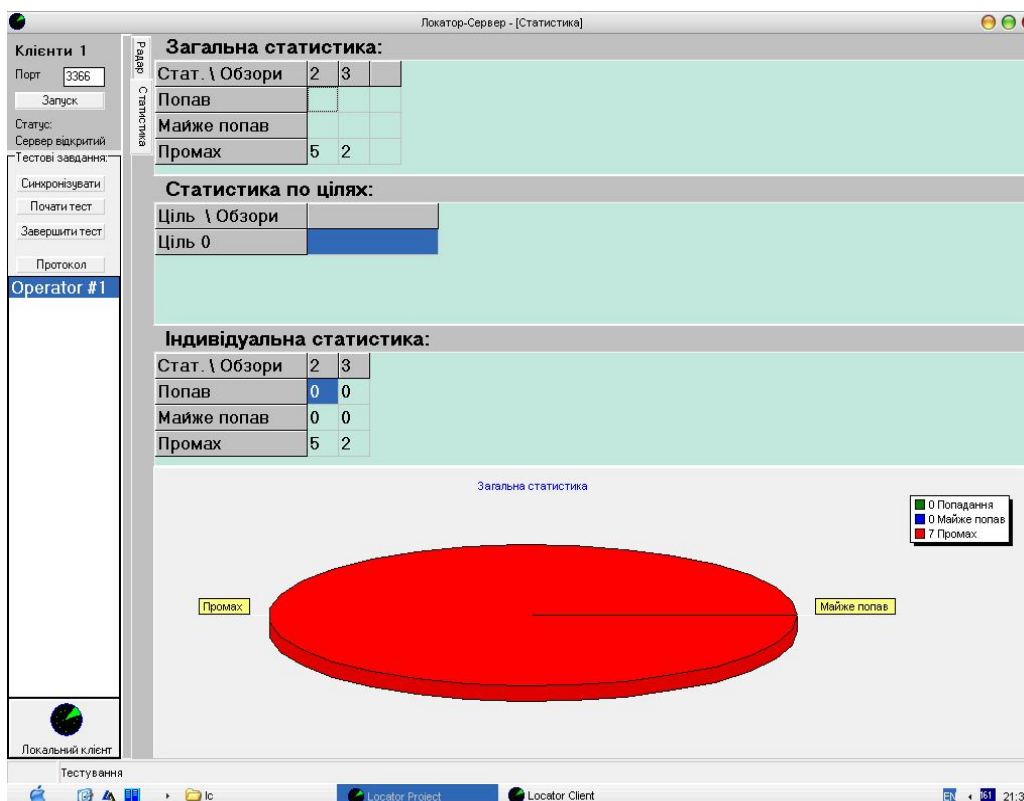


Рис. 3. Статистика роботи операторів

Під час проведення тесту на серверній частині в спеціальному вікні відображається поточне положення скануючої антени, траєкторії руху та положення цілей, результати статистичних тестувань – загальних і для кожного окремого клієнта. Можливо також переглядати відмітки задані кожним з учасників тестування та повний протокол проведеного тесту. Кожному з учасників тестування з серверної частини

можна надіслати текстове повідомлення, а також відключити, в разі необхідності, від сервера.

Клієнтська частина керується оператором – людиною, що складає тестування, або просто тренується. Після реєстрації на сервері та початку тесту оператор має можливість налаштувати свій інтерфейс (вкладка „Загальні настройки”), а також масштаб радару, відмітки тощо (вкладка „Керування”). Оператор на даний час може використовувати чотири алгоритми аналізу радіолокаційної інформації в умовах зашумленості (рис.4):

- метод Кузьміна;
- метод Хуго;
- метод Хуго (Модифікований);
- метод швидкого зчитування.

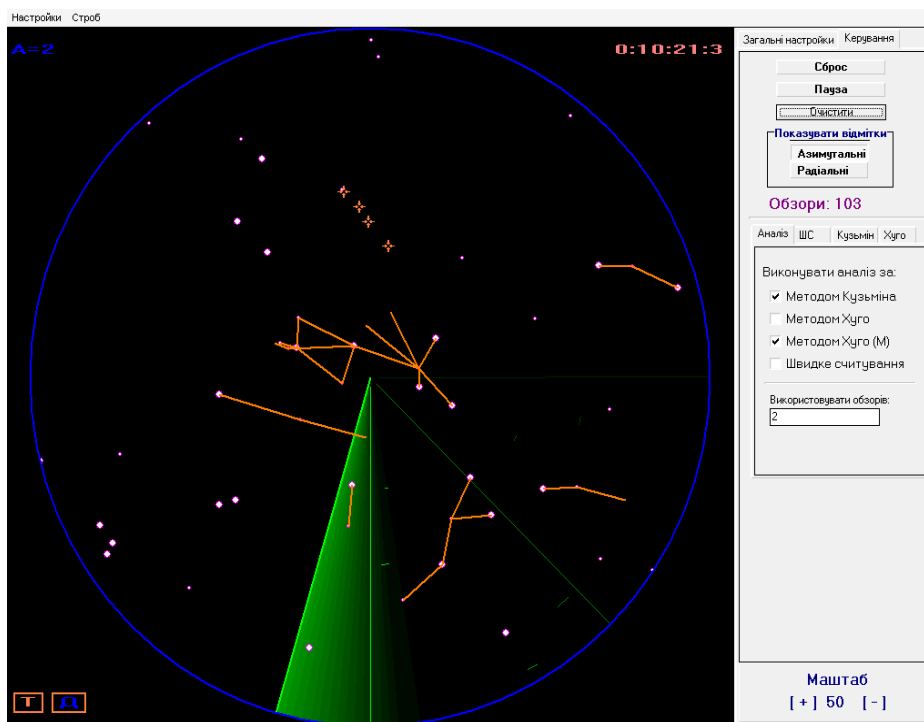


Рис. 4. Интерфейс клиентской части

Вибір алгоритму здійснюється за допомогою відповідних перемикачів. При використанні кожного з алгоритмів необхідно відкоригувати додаткові параметри.

Для алгоритму швидкого зчитування (рис.5) передбачений один такий параметр – кількість оглядів для накопичення (N). По мірі накопичення інформація буде послідовно прискорено циклічно виводитись у стробі моделювання з метою створення ефекту послідовного руху відміток в разі наявності рухомих об'єктів. Запам'ятовуються та відтворюються тільки останні N оглядів, попередні – знищуються.

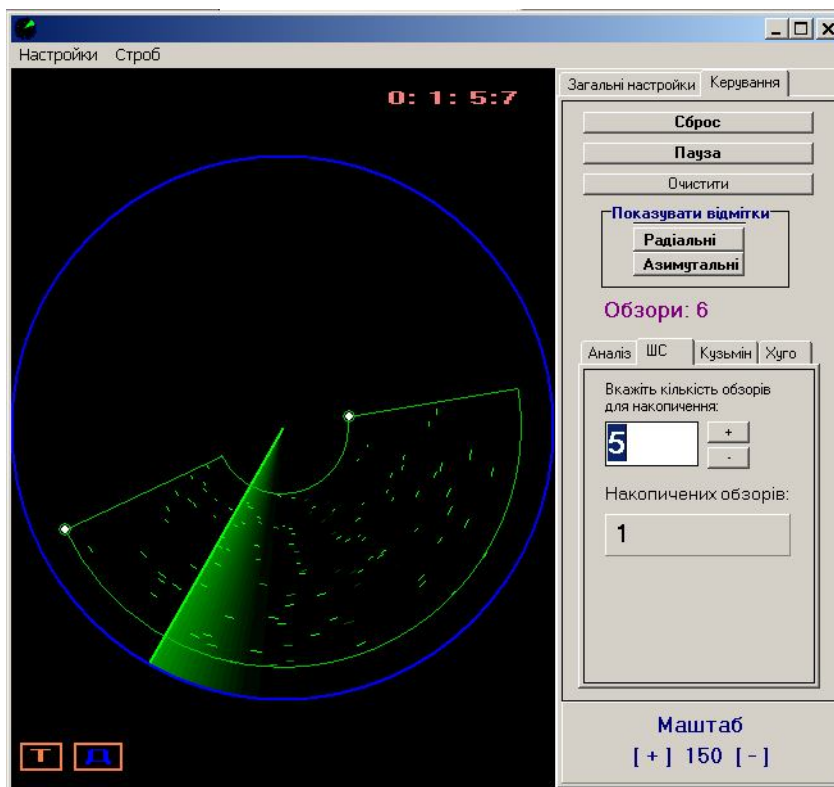


Рис. 5. Алгоритм прискореного зчитування

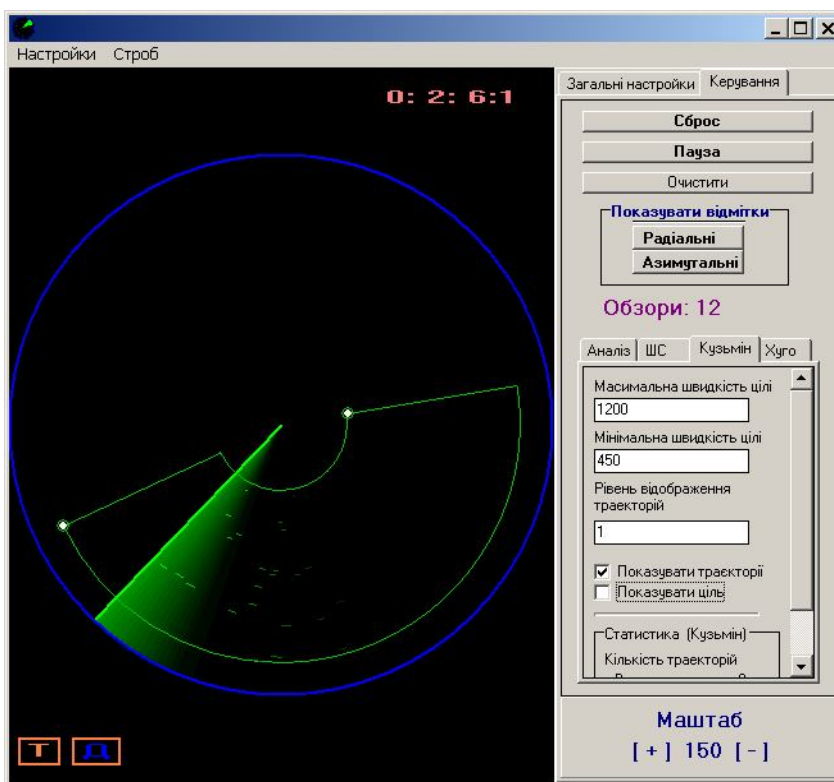


Рис. 6. Алгоритм Кузьміна

Для методу Кузьміна (рис.6) необхідно визначити максимальну та мінімальну можливу швидкість ймовірного об'єкту, кількість підтверджень траєкторій (H). Обмеження швидкостей призначаються для полегшення роботи алгоритму. При роботі алгоритму спочатку будуються початкові траєкторії, а потім на кожному кроці вони можуть продовжуватись або скидатись. Якщо траєкторія продовжується протягом H

оглядів, то робиться припущення, що це траєкторія реального об'єкту і вона відображається на екрані. Крім того, можливо використовувати програмну екстраполяцію по виявленим об'єктам. Програма автоматично підраховує кількість виявлених об'єктів.

Метод Хуго (рис. 7) працює в дискретизованому інформаційному просторі. Більша дискретизація дає більш точні результати роботи алгоритму, проте потребує значних обчислювальних ресурсів. Дискретизація можлива в двох напрямках – по куту та відстані. Крок кута визначається зі співвідношення: $2\pi / \text{величина дискретизації кута}$. Параметр „Порог” вказує на мінімально необхідну кількість прямих, що перетинаються в одній точці для того, щоб зробити висновок про існування реального об'єкту.

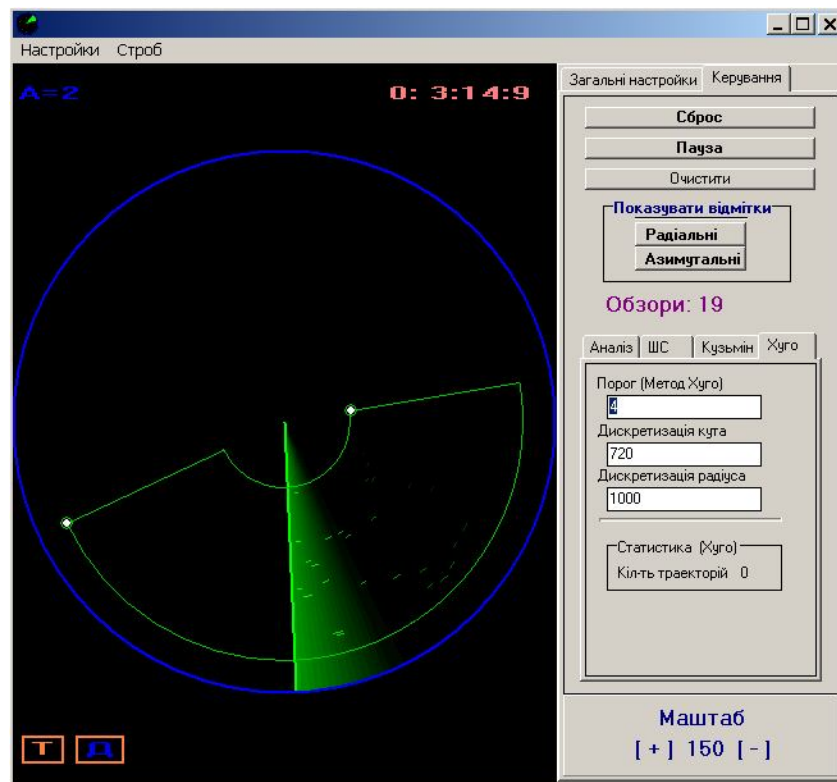


Рис. 7. Алгоритм Хуго

Аналіз поточного огляду для всіх алгоритмів здійснюється після повного його завершення.

Для визначення статистичної ефективності роботи кожного з алгоритмів необхідно провести ряд практичних випробувань з використанням декількох експертів. Збір інформації потрібно проводити в кілька етапів. Кожний з етапів проводиться при однакових параметрах перешкодової обстановки. На першому кроці потрібно зібрати статистичну інформацію про ефективність виявлення ПО без використання допоміжних алгоритмів. Для цього, при проведенні випробувань на кожному огляді користувач може ставити маркер напроти відмітки, яку він вважає реальним повітряним об'єктом. Всі дані збираються на сервері. На їх основі будується загальна статистична діаграма (рис. 3).

Далі, на другому етапі, проводяться аналогічні випробування, але експерти повинні використовувати визначений керівником алгоритм або сукупність алгоритмів виявлення повітряних об'єктів. Аналогічно першому етапу на сервері буде будуватись загальна статистична діаграма.

Порівняння статистичних результатів при використанні різних алгоритмів та без їх використання дають можливість визначити статистичну ефективність та доцільність застосування алгоритмів виявлення повітряних об'єктів.

Попередні результати роботи комплексу показують, що ефективність роботи алгоритмів залежить від ймовірностей хибної тривоги. При невеликих ймовірностях хибної тривоги (до 10^{-4}) дуже добре працює алгоритм Кузьміна. При збільшенні перешкод (в межах $10^{-4} \dots 10^{-3}$) краще працює метод Хуго. В умовах сильної зашумленості (більш ніж 10^{-3}) алгоритми виявляють велику кількість хибних трас тому доцільно використовувати метод прискореного зчитування

ЛІТЕРАТУРА:

1. Кузьмин С.З. Основы проектирования систем цифровой обработки радиолокационной информации. - М.: Радио и связь, 1986.
2. Лабунец В.Г., Чернина С.Д. Теория и применение преобразования Хо // Зарубежная радиоэлектроника. - 1987. - №10. - С. 48-56.
3. А.с. 948240 СССР, МКИ G 01 S 13/00. Способ отображения радиолокационной информации с промежуточного носителя / Ю.А. Спиридонов, А.А. Хрупало (СССР); - №3222152/28-12; Заявлено 11.12.1980.
4. А.с. 249084 СССР, МКИ G 01 S 13/00. Устройство регистрации и отображения трасс движущихся объектов / В.А. Демехин, А.И. Сторублев, Ю.А. Михалевич, А.В. Рыбин (СССР); - № 3138445/40; Заявлено 28.03.1986.
5. Сторубльов О.І., Бабій О.С., Довжук О.В. Порівняльна характеристика методів виявлення об'єктів, що рухаються // Вісник КНУ імені Тараса Шевченка. Серія: військово-спеціальні науки. - К.: - 2003. - Ювілейне вид. - С. 164-169.

Рецензент: д.т.н., проф. Герасимов Б.М.

д.т.н., проф. Рось А.О.(ВІКНУ)
Молдавчук І.В.(НАОУ)

ПІДХІД ДО АВТОМАТИЗАЦІЇ ПЛАНУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БОРОТЬБИ

Аналізуються особливості завдань планування інформаційної боротьби. Формулюються вимоги до математичного апарату планування. Розглядається підхід до формалізації механізму цілепокладання. Як апарат формалізації завдань планування інформаційної боротьби пропонується логістичне програмування.

Анализируются особенности задач планирования информационной борьбы. Формулируются требования к математическому аппарату планирования. Рассматривается подход к формализации механизма целеполагания. В качестве аппарата формализации задач планирования информационной борьбы предлагается логистическое программирование.

The features of tasks of planning of informative fight are analysed. The requirements are formulated to the mathematical vehicle of planning. Approach is examined to formalization of mechanism of purposefulness. How vehicle of formalization of tasks of planning of informative fight the logistic programming is offered.

Велике розмаїття напрямків ведення інформаційної боротьби, її способів і заходів, які здійснюються під час підготовки і ведення операцій (бойових дій), обумовлюють необхідність автоматизації планування інформаційної боротьби. Відомі методи планування оперують, в основному, поняттями бойового потенціалу і оперативно-технічними показниками. Крім того, при цьому використовується переважно оптимізаційний апарат традиційної математики або евристичні методи оптимізації. Особливість планування інформаційної боротьби полягає в комплексному вирішенні завдань цілеспрямованого добування інформації та оцінки на її основі поточної обстановки, цілеспрямованого і комплексного впливу на всі складові інформаційного

середовища протидіючої (конкуруючої) сторони в інтересах нав'язування їй “бажаних” рішень та “управління” її поведінкою і захисту власних інформаційних ресурсів та інших складових інформаційного середовища від аналогічного впливу на них з боку протидіючої сторони [1, 2]. При цьому, окрім технічних характеристик мають враховуватися інтуїція, досвід фахівців в сфері інформаційної боротьби, що дозволяло б уникати шаблонів при плануванні. Тому традиційно використовуваний з цією метою математичний апарат є не зовсім адекватним для формалізації завдань планування інформаційної боротьби.

Для природності формалізації завдань планування заходів інформаційної боротьби при автоматизації їх рішення слід керуватися такими принципами:

принцип ієрархічності альтернативних способів дій – для спрощення вибору множина дій може послідовно розділятися на класи за певними характеристиками, в результаті чого створюється ієрархічна структура альтернатив, які в подальшому можуть підлягати оцінці їх корисності;

принцип редукції від складного до простого;

при досягненні складних цілей, до складу яких надходять декілька компонентів, людина використовує один з трьох способів: одночасне досягнення цілей, послідовне за часом досягнення цілей, зміна послідовності досягнення цілей залежно від обставин.

На теперішній час ці принципи частково реалізовані в технологіях розробки програмного забезпечення, заснованих на автоматизації синтезу алгоритмів і програм. Проте, ці технології орієнтовані, суворо кажучи, на автоматизацію процесу декомпозиції алгоритмів рішення задач, а не самих задач.

Найбільш повно принципи декомпозиції задач реалізовані в експертних системах різноманітного призначення, в основу функціонування яких покладений продукційний підхід до подання знань. Проте, вони в основному призначені тільки для розпізнавання ситуацій в інтересах рішення задач діагностики. При цьому, як правило, завдання планування не розглядаються.

У теоретичному аспекті сутність процедури цілепокладання і його використання для моделювання поведінки складних систем розглянуті, зокрема, в працях В.П. Гладуна. Однак, запропонований в цих працях підхід потребує розвитку у напрямку реалізації можливостей з адаптації плану дій відповідно до нових умов і цілей планування інформаційної боротьби.

Розробка методу реалізації процедури цілепокладання припускає вирішення таких питань: формалізація процесу декомпозиції задач; розробка методу подання знань про поняття, відношення і цільові настанови, що відбивають як кількісні, так і якісні характеристики; розробка методів опрацювання цих знань, спрямованих на рішення оптимізаційних задач при обмеженнях, виражених як аналітичними залежностями, так і залежностями якісного характеру; розробка алгоритмів перевірки знань про динамічні системи на коректність; обґрунтування вимог до коректності перетворення знань з однієї форми подання в іншу.

В даний час ці питання вирішені переважно роздільно, а деякі – фрагментарно. Так, відомі методи подання знань враховують прагматичні характеристики, що відбивають можливості і ступінь участі понять у досягненні цілей, умови актуалізації цілей та ін., що істотно при моделюванні поведінки цілеспрямованих систем.

Задача оптимізації цільової функції на множинах, заданих як обмеженнями якісного характеру, так і обмеженнями, вираженими аналітичними залежностями в даний час лише сформульована, однак відсутні методи її суворого вирішення хоча б для окремих випадків. До цієї задачі зводиться й задача планування інформаційної боротьби.

Методи перевірки на коректність формальних теорій добре розвинуті для формалізмів, що описують статичні предметні області. Для теорій, що описують динамічність умов функціонування складних систем, ці методи потребують свого розвитку. Крім того, відсутні алгоритми сумісної перевірки на коректність

різноманітних теорій, що важливо при побудові ієрархічної структури аксіоматичної теорії середовища, яка відбиває структуру інформаційного середовища протидіючої сторони та його функціонування.

Перетворення подання знань з однієї форми в іншу (наприклад, із декларативної в процедуральну) також обумовлює необхідність дотримання вимог коректності цього процесу, які також у даний час не обґрунтовані.

Відсутність робіт із комплексного рішення сформульованих питань визначає актуальність задачі розробки методу реалізації процедури цілепокладання з урахуванням вимог до математичного апарату планування інформаційної боротьби.

Основні припущення та обмеження:

1). Предметна область характеризується такими особливостями:

кінечністю словника понять і відношень;

ієрархічною структурою понять і відношень;

динамічністю зміни значень істинності фактів присутності понять і відношень у просторі та їх існування в часі;

наявністю відношень, виконуваних яких залежить від можливостей системи (контрольовані відношення), і відношень, виконуваних яких від них не залежить (неконтрольовані відношення);

наявністю дій, відносно яких можна апіорі сформулювати множину взаємовиключних результатів їхньої реалізації, конкретні результати можуть бути визначені тільки після реалізації цих дій;

значна частина понять і відношень має множину прагматичних характеристик, що відбивають ступінь їхньої участі в досягненні різних цілей при різноманітних умовах актуалізації.

2). Діяльність об'єктів, що моделюються, і процес вироблення інформаційного рішення мають цілеспрямований характер і можуть бути формалізовані за допомогою процедури цілепокладання, в основу реалізації якої покладений процес декомпозиції задач як найбільше адекватний структурі предметної області і стилю мислення людини.

3). Вироблення інформаційного рішення в реальному часі має логіко-алгебраїчний характер, обумовлений модельним ("інтерпретаційним") характером процесів розпізнавання і формування первинних фактів і їхньою логічною взаємопов'язаністю в єдиному цілеспрямованому процесі.

4). Обмеження і рекомендації, що характеризують можливості систем і процеси вироблення інформаційного рішення, виражаються якісно – у термінах понять і відношень, і аналітичними залежностями.

Формалізація процесу декомпозиції задач. Конкретизуємо поняття задачі таким чином, щоб інтуїтивне уявлення про задачу співпадало з формалізованим її поданням. В загальному вигляді задачу будемо представляти такими компонентами: $Z_i = \langle \Pi_{ki}, t_{ni}, d_i \rangle$, де Π_{ki} - k -а ціль вирішення задачі Z_i ; t_{ni} - n -а теорія проблемної області задачі Z_i ; d_i - вимоги до якості вирішення задачі Z_i . Розкриємо більш детально компоненти задачі.

Ціль можна представити таким чином: $\Pi = \langle F, \varphi, U \rangle$, де F - цільовий стан, який може бути описаний, наприклад, формулою мовою предикатів; φ – аналітичне вираження, що підлягає оптимізації; U - умови актуалізації цілі.

Теорія проблемної області включає: $T = \langle \Sigma, A, P, \Pi \rangle$, де Σ - сигнатура, A - множина синтаксичних правил, P - множина аксіом, Π - множина правил логічного виводу. Множина аксіом P є об'єднанням множини стверджень $\{q_i\}$, що описують аналітичні (функціональні залежності) між поняттями теорії, і множини стверджень $\{P_k\}$, що описують залежності між поняттями теорії в термінах відношень: $P = \{q_i\} \cup \{P_k\}$. Аналогічно, множина правил виводу Π є об'єднанням множини правил логічного виводу $\{\Pi_{\text{л}}\}$ і множини аналітичних (функціональних) методів вирішення часткових задач $\{v_n\}$, представлених в ЕОМ процедурно: $\Pi = \{\Pi_{\text{л}}\} \cup \{v_n\}$. Таке представлення теорії не суперечить її загальноприйнятому трактуванню як формальної системи, оскільки будь-яку функціональну залежність можна виразити мовою числення

предикатів. Разом з цим, таке представлення акцентує увагу на принциповій необхідності сумісного аналізу логічних та аналітичних обмежень при розробці методів вирішення проблемних задач.

Передбачається, що методи вирішення задач в ЕОМ представлені в процедурній формі, наприклад, відповідними програмами. Аналіз компонентів, що складають задачу, дозволяє зробити висновок про те, що компонентою, яка менш за інших підлягає змінам, є теорія проблемної області. Інші компоненти можуть змінюватися залежно від потреб користувача. Представляє інтерес та обставина, що кожній цілі можуть бути поставленими у відповідність одна або декілька теорій і різні умови актуалізації. В свою чергу одну і ту ж теорію можна залучати до аналізу на досяжність різних цілей при різних умовах актуалізації і потребах в ресурсах. Інформація про релевантність відповідних компонентів міститься в базі знань.

Кожна задача може бути представлена сукупністю підзадач, вирішення яких забезпечує вирішення вихідної задачі. Результатом декомпозиції є частково впорядкована множина задач, вирішення яких покладається на систему штучного інтелекту. Визначимо цю множину, як $Z = \langle Z, \geq_Z \rangle$, де Z – множина задач і підзадач, $\geq_Z$ – відношення порядку на множині Z . Наведена формалізація структури задач дозволяє користувачеві процес декомпозиції задач здійснювати в термінах цілей і вимог до якості вирішення проблемних задач. При цьому вимоги можуть відбивати обмеження за точністю розв'язання задач, за терміном розв'язання, за потрібними чи наявними ресурсами тощо. Це добре узгоджується з істотним процесом проектування спеціального математичного забезпечення і процедурою цілепокладання, сутність якої була розглянута раніше.

Для автоматизації формування потрібної множини задач з відношенням порядку $\geq_Z$ при реалізації процедури цілепокладання необхідно сформулювати частково впорядковану множину цілей $\Pi = \langle \Pi, \geq_\Pi \rangle$ та частково впорядковану множину вимог $D = \langle D, \geq_D \rangle$, а також відображення $\psi_1: \Pi \rightarrow B(D)$ частково впорядкованої множини цілей на сімейство підмножин частково впорядкованих множин вимог (B – символ булеану). Це відображення ставить у відповідність кожній цілі набір вимог до якості вирішення проблемних задач. Трійку $C = \langle \Pi, D, \psi_1 \rangle$ будемо називати структурою (моделлю) цілей ведення інформаційної боротьби.

Підкреслимо, що в даному разі мова йде про змістове задання структури цілей. Відзначимо також, що елементами множини $B(D)$ є підмножини таких вимог, що відображення ψ_1 кожній цілі ставить у відповідність певну підмножину вимог. Сконструйовані таким чином частково впорядковані множини цілей Π і вимог D індукують відношення часткового порядку на множині теорій $\geq_T$ шляхом відображення частково впорядкованих множин цілей і вимог на сімейство підмножин частково впорядкованих множин теорій $\psi_2: \Pi \times D \rightarrow B(T)$, що визначає структуру частково впорядкованої множини теорій $T = \langle T, \geq_T \rangle$. Це відображення ставить у відповідність вимогам до якості вирішення проблемних задач набір теорій, що забезпечують вирішення відповідних задач. Структуру $Z = \langle \Pi, D, T, \psi_1, \psi_2 \rangle$ або $Z = \langle Z, \psi_1, \psi_2 \rangle$ будемо називати структурою (моделлю) задач планування інформаційної боротьби.

Розглянута формалізація є конструктивною з точки зору реалізації процедури цілепокладання.

Вимоги до методу реалізації процедури цілепокладання полягають в наступному:

подання знань повинно відбивати ієрархічну структуру предметної області, а також семантичні і прагматичні характеристики понять і відношень і їхній взаємозв'язок у цілеспрямованих процесах;

метод має забезпечувати рішення задач планування на основі апріорних знань (довгострокове планування) і на основі сумісного аналізу даних про поточну обстановку й апріорних знань (оперативне планування);

метод має враховувати динамічність умов діяльності об'єктів, що моделюються, і процесу вироблення інформаційного рішення;

метод має забезпечувати вирішення задач прийняття інформаційного рішення (планування) при обмеженнях, виражених як поняттєвими категоріями, так і аналітичними залежностями;

метод повинен мати властивість конструктивності стосовно до рішення задач синтезу плану дій складних систем.

Найбільш повно цим вимогам відповідає мова багатосортного числення предикатів першого порядку. По-перше, це єдина логічна система, яка має розв'язальну процедуру для кінцевих областей. По-друге, у логіці предикатів існують три різноманітні інтерпретації, або семантичні сторони, і всі вони можуть бути розглянуті у взаємозв'язку з деякими умовами з тих, що наведені вище. А саме: це - семантика логічних доведень, модельна семантика і процедурна семантика. Синтаксис мови логіки предикатів задає визначення термів і предикатів, а на їхній основі визначаються логічні формули (правильно побудовані формули – ППФ). Модельна семантика будується на базі безпосереднього встановлення відповідності синтаксичних понять всередині мови з поняттями об'єктивного світу, що описується цією мовою, тобто з об'єктами (сутностями), функціями і відношеннями між об'єктами. Отже, у діапазоні описових можливостей логіки предикатів припустима трансляція, як формальне перетворення тверджень зовнішньої, зокрема природної мови до формул логіки предикатів і навпаки. В той самий час мова предикатів є мовою декларативного типу. Для цієї мови цілком визначається механізм логічного виведення і заздалегідь доводиться повнота і коректність еквівалентності модельної семантики і доказової семантики уявлень, виведених із використанням відповідного механізму виведення. Можлива також процедурна інтерпретація формул логіки предикатів.

По-третє, в логіці предикатів принципово відсутні обмеження на порядок запису. Це є важливою умовою з точки зору створення формального методу формалізації задач, при якому модель задачі подана безвідносно до обчислювальних механізмів, а її рішення здійснюється ітеративними операціями над цією моделлю з використанням зовнішньої мови.

Проте, звичайна логіка предикатів першого порядку не завжди підходить для задач опису поведінки складних систем, характерною особливістю яких є наявність каузальних відношень. У зв'язку з цим мова числення предикатів першого порядку має бути розширеною засобами опису модальних і модально-часових характеристик, призначеними для формалізації причинно-наслідкових і часових відношень між об'єктами ієрархічної проблемної області [3, 4].

Аналіз процесів опрацювання інформації і управління засобами її добування показує, що для формалізації задач планування інформаційної боротьби *всю множину використовуваних предикатів доцільно класифікувати таким чином:*

первинні предикати, що описують результати й умови виконання дій, контрольовані відношення (відношення, значення істинності яких шляхом визначених впливів можна змінити), вихідні умови функціонування об'єктів інформаційної інфраструктури. Їх зміст поданий в ЕОМ програмними модулями з одним входом і двома виходами;

предикати, зміст яких описаний програмним модулем з одним входом і одним виходом або алгоритмічно в термінах імен програмних модулів (предикати-дії), аксіоматичними моделями (предикати-задачі), аксіоматично;

предикати, введені за визначенням у вигляді правильно побудованих формул (вторинні предикати);

предикати, введені для організації логічного доведення (системні предикати);

предикати, зміст яких описаний аналітичними залежностями (функціональні предикати).

Наведена класифікація забезпечує можливість реалізації декомпозиції задач планування інформаційної боротьби шляхом розробки відповідної багаторівневої ієрархічної структури взаємозалежних аксіоматичних моделей.

Існує досить значний клас слабоструктурованих задач, для формалізації яких використання методів оптимізації традиційної математики або викликає суттєві труднощі, або взагалі неможливе. Так, моделювання поведінки складних систем в умовах апостеріорної і апіорної невизначеності об'єктивного і суб'єктивного походження, формалізація каузальних, часових, просторових відношень між елементами цих систем та їх станами, можливостей з виконання дій та інше доцільно здійснювати засобами, що відбивають семантику задачі.

Сьогодні відома велика кількість праць по конструюванню раціонального рішення на основі семантичної інформації, склався самостійний науковий напрямок – “узагальнене математичне програмування” [5]. Але цей апарат не передбачає комплексного аналізу кількісних і якісних обмежень.

В якості математичного апарату вирішення задач оптимального планування на основі обмежень, виражених як кількісними (аналітичними) обмеженнями, так і поняттєвими категоріями, пропонується “логістичне програмування” [6, 7]. Математичне формулювання задачі логістичного програмування у загальному вигляді може бути записане наступним чином: мінімізувати скалярну компоненту $\varphi(x)$ цільової функції $F(x)/\varphi(x)$ на множині:

$$x = \{x: q_i(x) \geq 0, i=1, \dots, n; P_k(x), k=1, \dots, m\},$$

де $F(x)$ – формула, що описує цільовий стан поняттєвими категоріями; $P_k(x)$ – формули, що описують обмеження змістовного характеру; $\varphi(x)$, $q_i(x)$ – скалярні функції. За допомогою поняттєвих категорій описуються закономірності функціонування об'єктів інформаційної інфраструктури, властивості і можливості окремих елементів, рекомендації по плануванню заходів з інформаційної боротьби, цілі її ведення тощо. Термін “логістичне програмування” виправданий тим, що в основі формалізації задач визначальною є розробка аксіоматичної чи логістичної системи [8].

Одним із підходів до вирішення задачі логістичного програмування як оптимізаційної є використання принципу оптимальності Беллмана. Можливість реалізації цього підходу зумовлений багатокроковим характером процесу логічного доведення. Процедура доведення “від цілі” дозволяє під час побудови дерева виводу шляхом реалізації механізму процедурального приєднання формувати оцінки досяжності з деякого стану S_i системи, що підлягає моделюванню, її цільового стану $S_{ц}$, процедура доведення “від початкових умов” – навпаки, дозволяє формувати оцінки досяжності з початкового стану $S_{п}$ системи деякого її стану S_i .

Схематично процес доведення можна представляти деревовидним графом, у якого є три типи вершин: початкова – корінь дерева (цій вершині ставиться у відповідність формула, що підлягає доведенню); кінцеві або термінальні – листя; проміжні – що складають крону дерева. Графічно дерево відображається корінням догори, причому в кожному вершину, крім коріння, зверху входить лише одна лінія, яка з'єднує її з найближчою вершиною-предком; із кожної вершини виходить одна або декілька ліній, що з'єднують її з найближчими вершинами-нащадками (АБО-вершини). Лінії, що з'єднують вершини різних рівнів, можна інтерпретувати логічною зв'язкою “імплікація”, що має спрямованість від вершини-нащадка до вершини-предка. Лінії, що з'єднують вершини одного рівня, можна трактувати як кон'юнкції зіставлених їм літералів, а самі вершини називати партнерами. Можна говорити, що кон'юнкція літералів утворює І-вершину, яка включає декілька вершин. Декілька ліній, що виходять з однієї АБО-вершини, інтерпретуються як диз'юнкція відповідних кон'юнкцій. Лінії-імплікації дозволяють знайти шлях від листя до коріння і побудувати

процес доведення у вигляді ланцюжка імплікацій, що нагадує формулу теореми дедукції.

Отже, один із підходів до розв'язання задачі логістичного програмування полягає в побудові І-АБО-дерева доведення логічного слідування формули, що описує цільовий стан системи, із сукупності стверджень, що описують можливості системи, і в пошуку оптимального з точки зору обраного кількісного показника якості варіанту доведення на І-АБО-дереві.

Таким чином, процес планування заходів з інформаційної боротьби в інтересах забезпечення вирішення певних завдань має цілеспрямований характер і може бути формалізований за допомогою процедури цілепокладання, в основу реалізації якої покладений механізм декомпозиції задач як найбільше адекватний структурі предметної області і стилю мислення людини. Процес вирішення задачі, що стоїть перед системою, зводиться по суті до декомпозиції цілей на підцілі, задач на підзадачі. Результатом процесу декомпозиції є побудова графу станів, за допомогою якого при постановці цілі та формулюванні обмежень вибирається оптимальний шлях досягнення цілі.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Рось А.О., Замаруєва І.В., Петров В.Л.* Концептуальні засади моделювання інформаційної боротьби // Наука і оборона. - 2000. - №2. - С. 46-53.
2. *Толубко В.Б., Рось А.О.* Складові інформаційної боротьби // Наука і оборона. - 2002. - №2. - С. 23-28.
3. *Смирнова Е.Д.* Логическая семантика и философские основания логики: - М.: МГУ, 1986. - 161с.
4. *Ярушек В.Е.* О формализованной модели для планирования действий управляемых объектов в динамической среде // Проблемы бионики. - 1982. - вып.29. - С. 88-95.
5. *Юдин Д.Б., Шоломов Л.А.* Обобщенное математическое программирование и функции выбора // Изв. АН СССР. Сер. Техн. Кибернетика. - 1985. - №3. - С. 3-16.
6. *Ярушек В.Е., Рось А.А.* Совершенствование технологии разработки программного обеспечения АСУ на основе концепции баз знаний // Управляющие системы и машины. - 1989. - №6. - С. 22-28.
7. *Рось А.А.* Логистическое программирование и его применение для синтеза программ // Вычислительные системы: логические методы в программировании : Сб. научных статей. - Новосибирск: Институт математики СО АН СССР, 1987. - № 120. - С. 82-96.
8. *Логический словарь-справочник / Кондаков Н.И.* - М.: Наука, 1975.

Рецензент: д.т.н., проф. **Варюхін В.А.**

АВТОМАТИЧНЕ БАЛАНСУВАННЯ КОЛІС АВТОМОБІЛЯ

В статті наведені результати експериментальних досліджень процесів вібрації автомобільних коліс. Запропоновано метод автоматичного балансування коліс та проведено дослідження його ефективності.

В статье приведены результаты экспериментальных исследований процессов вибрации автомобильных колес. Предложен метод автоматического балансирования колес и проведены исследования его эффективности.

In the article the resulted results of experimental researches of processes of vibration of motor-car wheels. The method of the automatic balancing of wheels is offered and conducted research of his efficiency.

Коливання автомобіля викликають збурюючі сили, які є різноманітними за своєю природою, характером дії і напрямком. Головними джерелами виникнення збурюючих коливань є: двигун, нерівності поверхні дороги і незрівноваженість коліс.

Ознаки дисбалансу коліс залежать від ступеня незрівноваженості і виражаються в появі стороннього шуму, переривчастого гулу (тон якого змінюється зі зміною швидкості руху), вібраціями кузова, а також їх відчуттів на рульовому колесі.

Незрівноваженість (незбалансованість) коліс - небезпечне явище, що призводить до передчасного зносу вузлів автомобіля. Прискорено зношуються не тільки шини. Динамічні навантаження, що викликаються дисбалансом, поступово виводять з ладу багато елементів ходової частини і кузова: підшипники, амортизатори, резинометалічні шарніри, елементи рульового керування. До всього вищевказаного відцентрові сили «намагаються» повернути кероване колесо відносно осі повороту. Напрямок цих прискорень і сил постійно змінюється відносно осі повороту, що викликає коливання, які передаються на рульове колесо і на кузов автомобіля. Таким чином, дисбаланс погіршує не тільки стійкість, але головним чином керованість, особливо поведінку автомобіля на повороті.

Механічні коливання, які впливають на людину (водія і пасажирів) викликають складну біологічну дію в організмі і можуть сприяти ряду змін, що негативно відображаються на їх функціональному стані, працездатності, здоров'ї.

З метою зменшення вібрацій необхідно виконувати операцію балансування [1]. Розрізняють два види балансування коліс автомобіля - статичне і динамічне. При статичному балансуванні домагаються, щоб маса рівномірно розподілилася відносно осі обертання колеса. Динамічна збалансованість передбачає рівномірне розподілення маси відносно площини обертання колеса. Із визначень слідує – наявність статичного дисбалансу говорить про те, що в колеса є місце, яке відрізняється більшою масою. При обертанні колеса важке місце періодично “ударяє” об дорогу, що породжує коливання самого колеса і вібрацію деталей підвіски. Статичне балансування виконують наступним чином. Колесо піддомкрачують, від руки розкручують до будь-якої довільної швидкості і дають йому можливість вільно обертатися на ступиці до повної зупинки. Колесо зупиняється таким чином, що його найважче місце завжди знаходиться внизу. Балансувальні вантажі повинні бути встановлені навпроти важкого місця. Вага вантажів підбирається доти, поки зрівноважене колесо після обертання буде зупинятися в будь-якому довільному положенні.

При динамічній незбалансованості маса може бути рівномірно розподілена по колу колеса, але зміщенна при цьому назовні або всередину відносно площини обертання. Тоді колесо при збільшенні швидкості починає виконувати бічні коливання, намагаючись повернутися від зовнішньої сторони до внутрішньої і навпаки. У техніці таке явище називається “ефектом шиммі”. Особливо небезпечний динамічний дисбаланс для сучасних широкопрофільних покришок: тут незрівноважені маси на

боковинах шин найбільше віддалені від площини обертання колеса. Динамічне балансування виконується на стаціонарних верстатах [2], тому для виконання операції необхідний демонтаж коліс. Колесо автомобіля встановлюється на валу станка і центрується з допомогою заднього конуса. Привід станка розкручує колесо до швидкості 70 км/год і автоматично зупиняється через 7 сек. На електронному дисплеї станка висвічуються маси вантажів і місця їх встановлення. Після зупинки верстата оператор закріплює на диску колеса балансувальні вантажі у вигляді скоб або клеїть їх (самоклеєві вантажі).

На жаль, кріплення балансувальних вантажів недосконале і загублений грузик перетворює будь-який автомобіль, яким би він комфортабельним і сучасним не був, у звичайний вібростенд, починається тряска, і різко зростають динамічні навантаження на ходову частину і кузов. Якщо дисбаланс вчасно не ліквідувати, то можна побачити, як на шині з радіально протилежного боку, з якого злетів грузик, з'явиться лиска (зона інтенсивного зносу). А це передчасний вихід із ладу шини. Якщо продовжити експлуатацію колеса з досить великим дисбалансом, то, поїздивши невеликий проміжок часу, можна суттєво пошкодити шину. Навіть, усунувши причину вібрацій, виправивши дисбаланс колеса, змінити ситуацію практично неможливо - шина уже суттєво пошкоджена, та її форма буде далека від досконалої, а це рівнозначно загубленому грузику.

Сміливо можна стверджувати, що колесо або декілька коліс, які мають великий дисбаланс, перетворюють автомобіль у буквальному значенні в некерований летючий снаряд. Дисбаланс під час руху викликає періодичну зміну тиску колеса на ґрунт, що змінюється в широких межах і залежить від його «ваги» і швидкості обертання колеса [3]. Як наслідок змінюється сила зчеплення шини з дорогою у зоні контакту. При обертанні, підлітаючи вгору, «важка» частина колеса стискає пружину підвіски - сила зчеплення з дорогою зменшується; переміщуючись вниз - надмірно навантажує шину (звідси передчасний локальний знос). Однак коли колесо, долаючи силу пружності пружини, починає періодично відриватися від дорожнього полотна, то автомобіль в мізерно малий проміжок часу зависає у повітрі. Змусити авто, в такому випадку, рухатись по заданій траєкторії неможливо. Нemoжливо також і зупинити автомобіль, оскільки немає зчеплення із дорожнім полотном. Автомобіль, обладнаний антиблокувальною системою, при гальмуванні «педалі до упору» у цій ситуації поведеться ще гірше, ніж необладнаний такою. От і наочний приклад того, як весь науково-технічний прогрес із усіма системами автоматичного мікропроцесорного керування зведений на нівець. І усе через грузик із мізерною ціною.

Причиною швидкого виникнення дисбалансу також можуть бути: деформація диска, пошкодження шини, налипання бруду, втрата болта кріплення колеса. Як уже зазначалося, виправлення дисбалансу необхідно виконати якнайшвидше. Нажаль, це не завжди можливо. На наш погляд, вирішити цю проблему можна за рахунок застосування методу автоматичного балансування (балансування безпосередньо під час руху автомобіля). Даний метод, на сьогодні, має досить широке застосування, особливо в конструкціях машин із змінним дисбалансом ротора.

Суть методу полягає у введенні в конструкцію машини системи, яка б автоматично слідувала за зміною дисбалансу і корегувала його в бік зменшення. В теперішній час відомо декілька видів конструкцій автобалансирів. Найбільш простими і дешевими є пасивні автобалансири – з вільним переміщенням корегувальних вантажів (мас) в порожнині корпусу, використання яких для автоматичного балансування коліс може відкрити нові перспективи. Оскільки автобалансир є тілом обертання в порожнині якого преміщуються корегувальні маси, то з метою раціонального використання конструкції колеса було вирішено наповнити порожнину шини рідиною (корегуючою масою).

Експериментальна перевірка методу виконувалась на автомобілі ВАЗ 2102. Оскільки найбільш небезпечним є дисбаланс передніх коліс, було вирішено дослідити

ефективність їх автобалансування. Оцінка ефективності виконувалась за зміною інтенсивності вібрацій верхнього ричага передньої підвіски колеса (рис. 1).

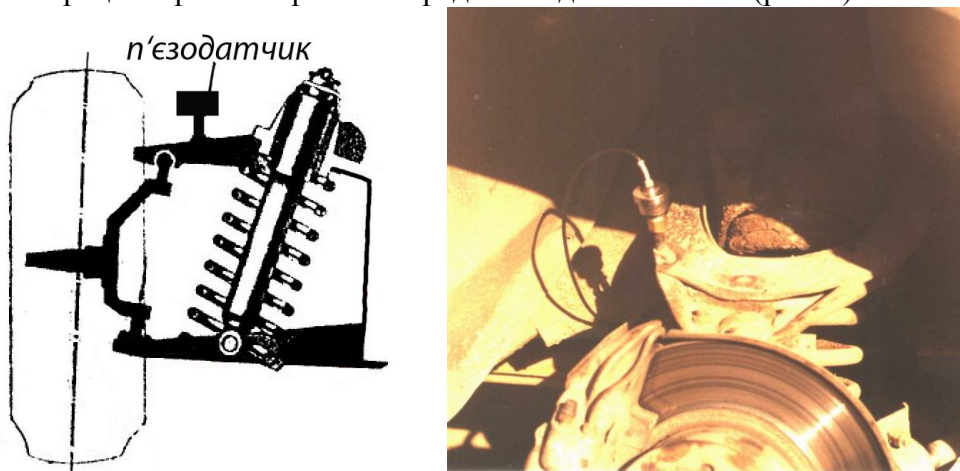


Рис. 1. Схема встановлення датчика

Вимірювання вібрацій виконували за допомогою блока вимірювальної апаратури, який складався із 2-х п'єзодатчиків, 2-х підсилювачів ПИ-19, аналого-цифрового перетворювача (АЦП) та ноутбука (рис. 2). Сигнал від пезодатчиків за допомогою кабелів подавався на блок підсилення та інтеграції сигналу ПИ-19. Вихідний сигнал із блоку підсилення оцифровувався за допомогою АЦП та передавався на ноутбук. Результат виводився на екран і одночасно записувався в пам'ять у вигляді масиву.



Рис. 2. Блок вимірювальної апаратури

Проведення досліджень виконувалось в такій послідовності. Встановивши вібрдатчики виконали запис вібрацій ричагів, під час руху автомобіля, з відбалансованими колесами. Запис проводили під час руху автомобіля напрохід – розгін, рух зі швидкістю 120 км/год, зупинка (без гальмування). Графік запису вібрацій зображено на рисунку 3. По осі X відкладено час (в секундах), по осі Y еквівалент переміщень (у вольтах) ричага.

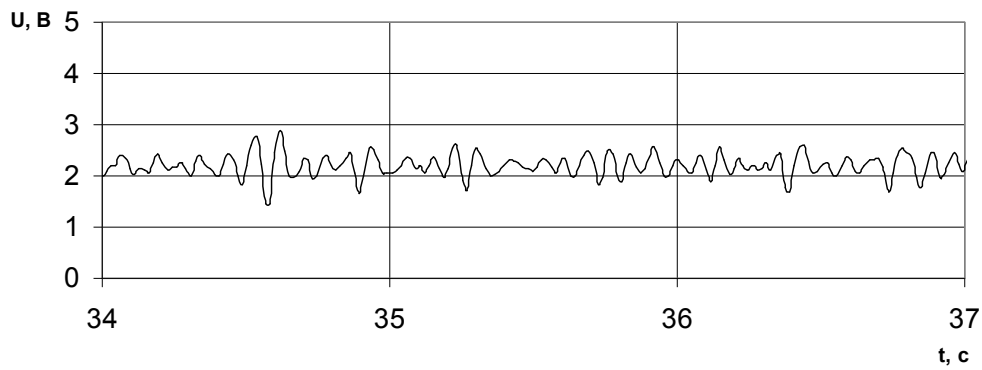


Рис. 3. Вібрація ричага правого колеса із відбалансованим колесом ($V=120$ км/год)

Після зупинки автомобіля кожне з передніх коліс розбалансували, без демонтажу, закріпивши на дисках балансувальні вантажі масою 50 г. на відстані 150 мм від осі обертання. Автомобіль знову розігнали до швидкості 120 км/год. Протягом 30 секунд автомобіль рухався із постійною швидкістю (120 км/год) потім, виключивши двигун, плавно зупинились. Результати запису вібрацій зображені на рисунку 4.

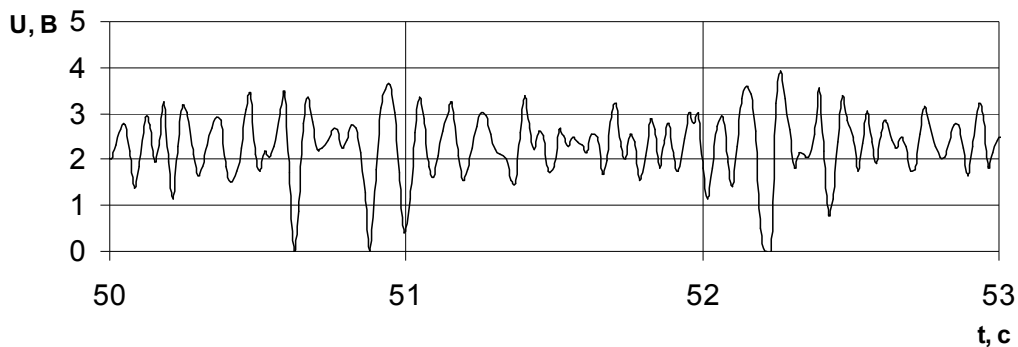


Рис. 4. Вібрація ричага правого колеса із розбалансованим колесом (маса дисбалансу 50 г. $V=120$ км/год)

Зупинившись, піддомкратили автомобіль і випустили повітря із шин передніх коліс. За допомогою крапельниці залили в кожне з коліс води об'ємом 1 літр. Довели тиск в шинах до норми (1,8 атм) і знову продовжили рух. Плавно розігнавши автомобіль до швидкості 120 км/год, протягом 40 секунд рухались з постійною швидкістю. Згодом, вимкнули двигун і плавно зупинили автомобіль. Запис вібрацій зображено на рисунку 5.

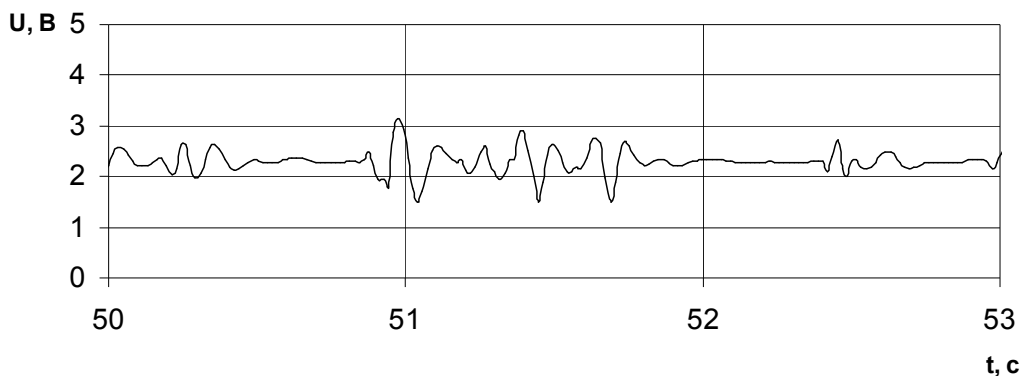


Рис. 5. Вібрація ричага підвіски правого колеса із розбалансованим колесом та водою всередині шини (маса дисбалансу 50 г. об'єм води 1 л. $V=120$ км/год)

Аналогічно перевірили ефективність автобалансування коліс із дисбалансами 100 г. за рахунок заливання рідини в шини об'ємом 0,5 та 1 л. У всіх випадках ефективність

застосування рідини була очевидною. Нажаль записати вібрацію викликану лише дисбалансом неможливо, оскільки система підвіски досить складна і на вібрацію всіх її деталей впливають як непідресорені так і підресорені маси. Зараз ведеться робота по обробці і аналізу отриманих результатів.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Щепетильников В.А.* Теория и практика балансировочной техники. - М.: Машиностроение, 1973. - С. 78-86.
2. *Гусаров А.А.* Балансировка роторов машин. - М.: Наука, 2004. – С. 163-172.
3. *Ротенберг Р.В.* Подвеска автомобиля // Колебания и плавность хода. Изд. 3-е, переработ. и доп. - М.: Машиностроение, 1972. -392 с.

Рецензент:

УДК 004.415.5

д.т.н., проф. **Сбітнєв А.І.** (ВІКНУ)

к.т.н. **Грищак О.М.** (ВІКНУ)

ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

У даній статті наводиться алгоритм розрахунку комплексної метрики надійності спеціального програмного забезпечення.

В данной статье приводится алгоритм расчета комплексной метрики надежности специального программного обеспечения.

This article presents the algorithm of special software's complex reliability metric estimate.

Поняття надійності програмного забезпечення, що розглядається у ряді робіт [1-4], визначається як властивість об'єкту виконувати задані функції, зберігаючи у часі значення установлених експлуатаційних показників в межах, які відповідають заданим режимам і умовам використання, технічного обслуговування, ремонтів, зберігання і транспортування. Це визначення сформульовано стосовно технічних засобів і тому без додаткових досліджень властивостей, що визначають надійність, некоректно трактувати його як поняття надійності спеціального програмного забезпечення (СПЗ). Різниця між уявленнями про надійність технічних засобів і СПЗ в першу чергу обумовлено різницею в матеріальному уособленні, яке у відповідності з [5] трактується як виріб. Відомо, що технічний об'єкт являє собою сукупність окремих взаємодіючих матеріальних компонент, кожна з яких має параметри, що характеризують його надійність. Отже, зміна надійності окремих компонент визначає зміну надійності об'єкту в цілому. Для технічних засобів вагомим є наявність достатньо визначеної фізичної інтерпретації, яка пояснює причини зменшення або збільшення надійності. В той же час це не є причиною неможливості використання деяких термінів і показників надійності техніки при дослідженні якості СПЗ [6].

У зв'язку з тим, що для програмного забезпечення причини зміни надійності можуть мати інтерпретацію, що принципово відрізняється відносно технічних засобів, існують достатньо різноманітні підходи як в інтерпретації параметрів, що визначають надійність програмного забезпечення, так і самого поняття при його застосуванні до СПЗ. Наприклад, в роботі [7] достатньо однозначно стверджується, що термін "надійне програмне забезпечення" сприяє помилковому розумінню природи програмного забезпечення. Тому пропонується замість уявлень про надійність використовувати уявлення про "правильне" чи "високоякісне" програмне забезпечення. Уявлення про надійність програмного забезпечення в роботі [7] істотно відрізняється від визначень, що приводились раніше. Під надійністю розуміється показник якості СПЗ, що

характеризує властивість програмного продукту проявляти в процесі експлуатації помилки, що залишились (не виявлені), при певній сукупності вихідних даних. В ISO/IEC DIS 2382-14:1994 дане таке визначення надійності: “спроможність функціональної одиниці виконувати необхідну функцію...”. У цьому документі функціональність є тільки однією з характеристик якості програмного забезпечення. Тому визначення надійності розширено до “підтримки рівня виконання” замість “...виконання необхідної функції”.

Ці визначення переводить надійність із інтегрованої характеристики певного об'єкту в більш вузьку характеристику СПЗ - одиничний показник якості і базується на висновку, що надійність є функцією помилок, що залишились у програмному продукті після його вводу до експлуатації. Під час експлуатації помилки виявляються і виправляються. Якщо в процесі виправлення помилок не додається нових помилок або додається менше, ніж виправляється, то під час експлуатації СПЗ його надійність безперервно зростає. Існує і інша залежність – чим інтенсивніше експлуатується СПЗ, тим інтенсивніше виявляються помилки та швидше зростає надійність.

Іншими авторами надійністю називається ймовірність роботи СПЗ без збоїв на протязі певного періоду часу [8]. Отже:

$$P_{WF} = F(N_F), \quad (1)$$

де - P_{WF} - надійність СПЗ;

N_F - кількість помилок, що залишились у програмному продукті після його вводу до експлуатації.

Оскільки СПЗ являє собою програмний виріб, то причини існування помилок будуть обумовлюватись, з одного боку, засобами створення, які не можуть бути ідеальним інструментом за своєю надійністю, і, з іншого боку, - передумовами для розробки СПЗ на всіх етапах виготовлення програмного продукту, еквівалентних завданню, що визначає мету виконання роботи [9]. Як відмічено в цій роботі, першою передумовою є формування завдання на розробку програмного продукту. Наступні етапи (розробка алгоритмів і текстів, налагодження, перевірка, іспити та дослідна експлуатація СПЗ) розглядаються з точки зору забезпечення максимального надійнісного критерію готового продукту у відповідності з прийнятим підходом. СПЗ відноситься до систем, що не відновлюються, так як в якості причин відмов розглядаються тільки помилки в програмі, що не можуть самоусуватися. Тому за основний критерій надійності приймається тривалість роботи до першої відмови.

Згідно з [10] надійність програмного забезпечення, як комплексний показник його якості, складається з наступних одиничних показників (підхарактеристик надійності): безвідмовність, стійкість до аномалій, відновлюваність, правильність (точність) та реактивність. Оцінка цих властивостей дозволяє скласти достатньо повне враження про ступінь надійності СПЗ. Але оскільки одиничні показники надійності СПЗ мають якісний характер, то для оцінки надійності СПЗ необхідно встановити кількісну характеристику його властивостей та розробити методики їх числового оцінювання. Дослідження метричного аналізу якості показують [11], що не існує єдиної метрики, яка б дала універсальний рейтинг якості програмного забезпечення і його надійності, зокрема. Тому специфіка спеціального програмного забезпечення вимагає розробки множини метрик, яка б відображала рівень надійності СПЗ певного типу та отримання інтегральної метрики надійності.

Безвідмовність міжнародними стандартами характеризується частотою відмов через помилки та недосконалість програмного забезпечення. Тому для її оцінки пропонується коефіцієнт безвідмовності K_{SF} , який характеризує напрацювання на відмову (кількість відмов за одиницю часу або середній час між відмовами):

$$K_{SF} = \frac{T}{N_F}, \quad (2)$$

де: T – час випробування СПЗ;

N_F – кількість відмов.

Діапазон прийнятих значень цього показника визначається експертним шляхом для кожного типу СПЗ.

Визначення часу напрацювання на відмову $T(\tau)$ можливо також із застосуванням статистичного підходу. Згідно з алгоритмом, наведеним у [12], процес виявлення помилок у програмі може бути охарактеризований функцією $f(t)/R$, де $f(t)$ – кількість виявлених і виправлених помилок за одиницю часу у програмі, що складається з R команд:

$$\frac{f(t)}{R} = \frac{d\varepsilon_n}{dt} \approx \frac{\varepsilon_n(t + \Delta t) - \varepsilon_n(t)}{\Delta t}, \quad (3)$$

де: $\varepsilon_n(t) = \frac{1}{R} \int_0^t f(t) dt$ - кількість виявлених і виправлених помилок за час t у

розрахунку на одну команду:

τ - час налагодження програми.

А напрацювання на відмову, яка ініційована помилкою у програмі, визначається, як:

$$T(\tau) = \frac{R}{\varepsilon_0 \delta} e^{-\frac{\tau}{\tau_0}}, \quad (4)$$

де: ε_0 та τ_0 - параметри $f(t)$, які визначаються при налагодженні програми;

δ - середня кількість команд, що виконуються за одиницю часу (швидкодія машини).

Крім того, аналіз зміни $T(\tau)$ може бути підґрунтям для вибору часу τ налагодження програми, тобто, налагодження закінчується, якщо величина $T(\tau)$ становиться достатньою.

Одним з найважливіших загальних показників надійності є безпомилковість функціонування СПЗ, яку можна охарактеризувати показником безпомилковості, K_{WF} . Цей показник може бути розрахований за допомогою коефіцієнта K_F , який відображає кількість помилок на 1000 команд (0.25; 0.5; ... ; 10) [13]:

$$K_{WF} = \frac{K_F N}{1000}, \quad (5)$$

де N – загальна кількість команд.

Питома вага кількості помилок на одну машинну команду, що залишилися у програмі після визначеного терміну налагодження, може бути розрахована за моделлю Шумана [14].

Стійкість до аномалій може бути оцінена за допомогою показника стійкості до аномальних діянь K_{ST} , для визначення якого у [13] пропонується провести серію експериментів, що імітують виникнення таких подій і зареєструвати відмови у роботі СПЗ:

$$K_{ST} = 1 - \frac{k}{K}, \quad k \in K, \quad K \rightarrow \infty, \quad (6)$$

де: K – кількість експериментів, в яких імітувались аномальні діяння;

k – кількість експериментів, в яких аномальні діяння викликали відмову.

Відновлюваність СПЗ пропонується оцінювати через середній час поновлення роботи після відмови:

$$\bar{\Delta T}_r = \frac{1}{I_r} \sum_{i=1}^{I_r} \Delta T_{ri}, \quad (7)$$

де: ΔT_{ri} - час між втратою та поновленням працездатності;

I_r - кількість випадків втрати та поновлення працездатності СПЗ, що були проаналізовані.

Адекватність і коректність оцінки правильності та точності СПЗ можливо забезпечити за допомогою розрахунків середнього значення похибки розрахунку, A_x :

$$A_x = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (|Xc_i - Xp_i|) \quad (8)$$

та середнього квадратичного відхилення похибки розрахунку, S_x :

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (|Xc_i - Xp_i| - A_x)^2}, \quad (9)$$

де: N – кількість обчислень величини X ;

Xc_i – істинне значення величини X ;

Xp_i – розрахункове значення величини X .

Реактивність характеризується здатністю своєчасно перетворювати вхідні дані (запити) в необхідний результат. Тому по аналогії з оцінкою відновлюваності пропонується її оцінювати за допомогою розрахунків середнього значення абсолютної реактивності, $\overline{\Delta T}_{react}$:

$$\overline{\Delta T}_{react} = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I (T_{B_i} - T_{H_i}), \quad (10)$$

де: I – кількість реалізованих запитів на обробку даних.

T_{B_i} – час видачі результатів перетворення i -го набору вхідних даних;

T_{H_i} – час надходження i -го набору вхідних даних;

Крім того, специфіка СПЗ вимагає проведення його чіткого ранжирування по важливості відповідно до моделі якості як набору характеристик і зв'язків між ними, що забезпечує базис для висунення вимог до якості і оцінки якості для гарантування якісного виконання ним завдань за функціональним призначенням.

Для цього в нашому випадку застосуємо методику, що ґрунтується на використанні *методу аналізу ієрархій Сааті (MAI)* [15]. Цей метод передбачає декомпозицію задачі (її ієрархічне зображення) на більш прості складові частини і подальшу обробку послідовності суджень експертів попарним порівнянням.

Маємо в наявності R – множину метрик спеціального програмного забезпечення, які характеризують його надійність. Під коефіцієнтом відносної важливості підхарактеристики надійності будемо розуміти пріоритет (перевагу), який вимірюється відносно однієї підхарактеристики над іншою. Коефіцієнти важливості w_n визначаються для кожної підхарактеристики надійності СПЗ, відповідно, таким чином,

що $\sum_{j=1}^n w_j = 1$.

Отже, маємо $R_1, R_2, R_3, \dots, R_5$ - множина з 5 підхарактеристик надійності СПЗ (безвідмовність, стійкість до аномалій, відновлюваність, правильність, реактивність) і $w_{1i}, w_{2i}, w_{3i}, \dots, w_{5i}$ – відповідно їх коефіцієнти важливості відносно i -го типу СПЗ.

Тоді надійність спеціального програмного забезпечення i -го типу $R_{СПЗ}^{(i)}$ можливо представити у вигляді адитивної згортки:

$$R_{СПЗ}^{(i)} = \sum_{j=1}^5 w_{ji} \hat{R}_j, \quad (11)$$

де: $\hat{R}_j$ - j -та підхарактеристика надійності СПЗ, що оцінена кількісно та прононормована;

w_{ji} - коефіцієнт відносної важливості j -ї підхарактеристики надійності СПЗ для його i -го типу.

Оскільки множина коефіцієнтів важливості $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ невідома заздалегідь, то попарні порівняння підхарактеристик надійності СПЗ здійснюються з використанням суб'єктивних оцінок експертів, що чисельно оцінюються за шкалою відносної важливості.

Висновки. Використовуючи термін "надійність програмного забезпечення" аналогічно терміну "надійність апаратури", слід пам'ятати, що відмови програмного забезпечення як результат прояву помилок, мають зовсім іншу фізичну природу, ніж відмови техніки. Однак це не є причиною неможливості використання деяких термінів і показників надійності техніки при дослідженні якості СПЗ, наприклад, час напруження на відмову.

Надійність є комплексним одиничним показником якості СПЗ, який потребує розробки множини метрик для своєї оцінки.

Наведені формульні залежності дозволяють обґрунтувати та формалізувати метрики надійності СПЗ і за рахунок цього автоматизувати процес оцінки його надійності.

Наведений алгоритм дозволяє отримати інтегральну метрику надійності СПЗ та диференційовано визначити ступінь надійності певного типу СПЗ за рахунок врахування відносної важливості одиничних показників.

ЛІТЕРАТУРА

1. Абрамов С.А. Элементы анализа программ. - М.: Наука, 1986. - 127с.
2. Головкин Б.А. Классификация методов обеспечения надежности программ // Упр. системы и машины. - 1979. - №5. - С. 3-12.
3. Карповский Е.Я., Сагач В.В., Чернецкий А.А. Надежность алгоритмов управления. - Киев:Техніка, 1983. - 113с.
4. Майерс Г. Надежность программного обеспечения. - М.: Мир, 1980. - 360с.
5. Шураков В.В. Надежность программного обеспечения систем обработки данных. - М.: Финансы и статистика, 1987. - 272с.
6. Карповский Е.Я., Чижов С.А. Надежность программной продукции.- Киев.: Техника, 1990.- 160с.
7. Кулаков А.Ф. Оценка качества программ. - Киев.: Техника, 1984, 167с.
8. Musa J., Iannino A., Okumoto K. Software Reliability: Measurement, Prediction, Application. New York: McGraw-Hill, 1987
9. Гуляев В.А., Коростиль Ю.М. Анализ и исследование методов оценки и увеличения надежности программ. - К.: 1990. - 44с.
10. ДСТУ 2850-94. Програмні засоби ЕОМ. Показники і методи оцінювання якості.
11. Характеристики качества программного обеспечения / Б. Боэм, Дж. Браун, Х. Каспар и др. Пер. с англ. Е.К. Масловского. - М.: Мир, 1981. - 206с.
12. Воробьева Н.И. и др. Надежность компьютерных систем / Н.И. Воробьева, В.И. Корнейчук, Е.В. Савчук. - К.: ЧП "Корнійчук", 2000. - С. 97-98
13. Молодцова О.П. Управління якістю програмної продукції : Навч. посібник / Київський національний економічний університет. - К.: КНЕУ, 2001. - 248с.
14. Кулаков А.Ф. Управление качеством программных средств ЭВМ. - К.: Техника, 1989. - 216с.
15. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. - М.: Радио и связь, 1993. - 320с.

Рецензент: д.т.н., проф. Пономаренко Л.В.

СПОСОБ ПЕРЕДАЧИ МНОГОИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ В СИСТЕМЕ МІМО С НАЛОЖЕНИЕМ ИХ ВО ВРЕМЕНИ И ПОСЛЕДУЮЩЕЕ ДЕКОДИРОВАНИЕ НА ПРИЕМЕ

В статье предложен новый принцип формирования импульсных сигналов в передающей антенне МІМО-системы. Он отличается от известных внесением в каждый канал определенного относительного временного сдвига сигналов, в результате которого в пространстве возникает суперпозиция перекрытых во времени импульсов. На приемной стороне после аналого-цифрового преобразования сигнальной смеси по известным временам прихода сигналов оцениваются их амплитудные составляющие, и производится демодуляция переданных сообщений.

У статті запропонований новий принцип формування імпульсних сигналів у передавальній антені МІМО-системи. Він відрізняється від відомих внесенням у кожний канал певного відносного зрушення сигналів у часі, у результаті якого в просторі виникає суперпозиція перекритих у часі імпульсів. На прийомній стороні після аналого-цифрового перетворення сигнальної суміші по відомих періодах приходу сигналів оцінюються їх амплітудні складові, і здійснюється демодуляція переданих повідомлень.

The new principle of pulse signals generating for MIMO-system transmit antenna is offered. It based on inserting of special relative time shift for signals in each channel. That results a superposition of pulses that are overlapped in time. After analog-digital conversion of signal mixture on the receiving side the amplitude components of signals are evaluated by known signal arrival times, then the demodulation of transferred messages is executed.

В последнее время большой интерес в области радиосвязи, особенно после утверждения стандартов IEEE 802.16e, 802.11g,n, представляет использование для беспроводного доступа так называемых МІМО-систем (Multiple Input – Multiple Output, система с множественным входом и множественным выходом). В настоящее время в них реализуются различные варианты ортогональной частотной дискретной модуляции (OFDM) сигналов, представляющих собой пакеты достаточно протяженных во времени ортогональных по частоте радиоколесаний. Вместе с тем, использованию импульсных сигналов в системах связи по принципу “МІМО” с применением малоканальных цифровых антенных решеток (ЦАР) уделяется незначительное внимание.

Предлагается новый подход к реализации МІМО-систем, отличающийся от известных использованием импульсных сигналов, излучаемых М парциальными антенными элементами ЦАР, с определенным относительным межканальным сдвигом их во времени (см. рис. 1). На рис. 1а показано, что сигналы в r передающих каналах формируются в разные моменты времени, но их взаимный сдвиг не превышает длительность одиночного импульса, в отличие от традиционно используемой схемы излучения (рис. 1б), где сигналы во всех r каналах излучаются в один и тот же момент времени.

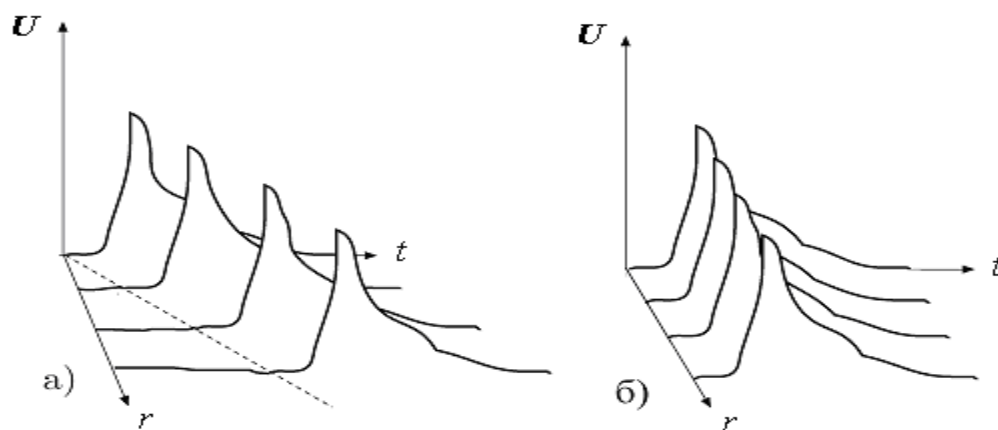


Рис. 1. а) Предлагаемый принцип излучения импульсных сигналов антенной решеткой. б) Традиционно используемая схема излучения.

Задачей исследований является разработка процедур демодуляции полученной таким образом многосигнальной смеси по выходу приемной ЦАР в случае импульсного режима работы ММО-системы.

При последующем изложении расчеты будут приведены применительно к равномерному либо неэквидистантному межканальному временному сдвигу импульсных сигналов.

Законы изменения огибающих импульсов, формируемых в разных каналах, могут быть одинаковыми или различными, но в любом случае должны быть точно известными. Амплитуды парциальных импульсов перед излучением подвергаются многоуровневой амплитудной или квадратурной амплитудной модуляциям (М-QAM). При этом, в отличие от OFDM, отсутствует необходимость в ортогональности частот несущих сигналов, в следствие чего сужается спектральная полоса линии радиосвязи. Кроме того, снижаются требования к мгновенному динамическому диапазону передающих каналов ЦАР, поскольку излучаемые импульсы накладываются во времени друг на друга не в аналоговом передающем тракте, а в пространстве.

При этих условиях в приемной ЦАР будет иметь место смесь из M перекрытых во времени сигналов (рис. 2), которую при демодуляции полученных сообщений следует обрабатывать совместно по всем антенным каналам. Для этого по отсчетам сигнальной смеси, полученным с выходов аналого-цифровых преобразователей (АЦП), синхронно тактируемых в каждом приемном канале антенной решетки, формируется отклик ЦАР, который может быть представлен в матричном виде соотношением:

$$U = P \cdot A + n, \quad (1)$$

где U - вектор комплексных отсчетов напряжений сигнальной смеси по выходам R приемных каналов линейной ЦАР,

$$\begin{aligned}
P = Q \blacksquare K &= \begin{bmatrix} Q_1(x_1) & \cdots & Q_1(x_M) \\ \vdots & & \vdots \\ Q_R(x_1) & \cdots & Q_R(x_M) \end{bmatrix} \blacksquare \begin{bmatrix} K(s_1 - z_1) & \cdots & K(s_1 - z_M) \\ \vdots & & \vdots \\ K(s_T - z_1) & \cdots & K(s_T - z_M) \end{bmatrix} = \\
&= \begin{bmatrix} Q_I(x_1) \cdot \begin{bmatrix} K(s_1 - z_I) \\ \vdots \\ K(s_T - z_I) \end{bmatrix} & \cdots & Q_I(x_M) \cdot \begin{bmatrix} K(s_1 - z_M) \\ \vdots \\ K(s_T - z_M) \end{bmatrix} \\ \vdots & & \vdots \\ Q_R(x_1) \cdot \begin{bmatrix} K(s_1 - z_I) \\ \vdots \\ K(s_T - z_I) \end{bmatrix} & \cdots & Q_R(x_M) \cdot \begin{bmatrix} K(s_1 - z_M) \\ \vdots \\ K(s_T - z_M) \end{bmatrix} \end{bmatrix}, \quad (2)
\end{aligned}$$

$\blacksquare$ – символ произведения Хатри-Рао [1],

$Q_r(x_m)$ – известная характеристика направленности r -го антенного элемента приемной ЦАР в направлении m -го излучателя с угловой координатой x_m ,

$K(s_t - z_m)$ – известное значение нормированной дискретной функции огибающей m -го импульсного сигнала в t -м отсчете времени,

s_t – порядковый номер отсчета АЦП,

z_m – смещение первого отсчета измерительной выборки относительно начала m -го импульса,

$A = [a_1 \quad \cdots \quad a_M]^T$ – вектор комплексных амплитуд сигналов, содержащий информацию о переданном сообщении,

n – вектор комплексных значений шумов измерения.

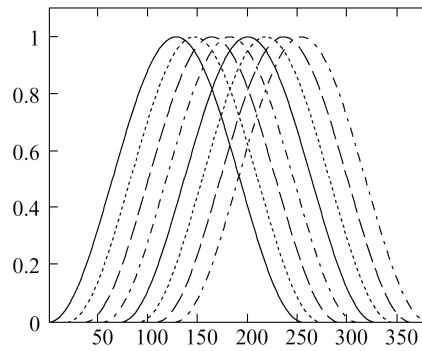


Рис. 2. Схематический вид M -импульсной сигнальной смеси на выходе частичного приемного канала антенной решетки.

Частным случаем предлагаемого подхода является излучение каждым из M каналов активной ЦАР составных пакетов из V перекрытых во времени модулированных по амплитуде импульсов. Главное, чтобы межканальный сдвиг пакетов сигналов во времени был согласован с межимпульсным интервалом.

Если в каждом передающем канале использовать наложение V сигналов с различной их расстановкой во времени, то для аналитического описания отклика приемной ЦАР следует задействовать блочное кронекеровское произведение:

$$\begin{aligned}
P &= \begin{bmatrix} Q_I(x_1) & \cdots & Q_I(x_M) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ Q_R(x_1) & \cdots & Q_R(x_M) \end{bmatrix} \left[\otimes \right] \begin{bmatrix} K_I(z_{11}) & \cdots & K_I(z_{V1}) & \cdots & K_I(z_{1M}) & \cdots & K_I(z_{VM}) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ K_T(z_{11}) & \cdots & K_T(z_{V1}) & \cdots & K_T(z_{1M}) & \cdots & K_T(z_{VM}) \end{bmatrix} \\
&= \begin{bmatrix} Q_I(x_1) \cdot \begin{bmatrix} K_I(z_{11}) & \cdots & K_I(z_{V1}) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ K_T(z_{11}) & \cdots & K_T(z_{V1}) \end{bmatrix} & \cdots & Q_I(x_M) \cdot \begin{bmatrix} K_I(z_{1M}) & \cdots & K_I(z_{VM}) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ K_T(z_{1M}) & \cdots & K_T(z_{VM}) \end{bmatrix} \\ \vdots & & \vdots \\ Q_R(x_1) \cdot \begin{bmatrix} K_I(z_{11}) & \cdots & K_I(z_{V1}) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ K_T(z_{11}) & \cdots & K_T(z_{V1}) \end{bmatrix} & \cdots & Q_R(x_M) \cdot \begin{bmatrix} K_I(z_{1M}) & \cdots & K_I(z_{VM}) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ K_T(z_{1M}) & \cdots & K_T(z_{VM}) \end{bmatrix} \end{bmatrix}. \quad (3)
\end{aligned}$$

Здесь применено более компактное обозначение дискретной огибающей $K_t(z_{vm})$, в котором индекс t означает номер отсчета АЦП, v - номер импульса в V -сигнальном пакете, излучаемом m -м передающим каналом.

При этом вектор комплексных амплитуд также принимает блочную структуру:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{V1} & \cdots & a_{1M} & \cdots & a_{VM} \end{bmatrix}^T. \quad (4)$$

В общем случае, для каждого передающего канала может быть назначена своя, не повторяющаяся в других каналах, огибающая сигналов, которая в матричном выражении (3) отклика ЦАР будет описываться функцией $K_{tm}(z_{vm})$, отличающейся наличием дополнительного индекса " m ".

При необходимости учета неидентичности АЧХ приемных каналов, следствием которой являются различные искажения в законах изменения огибающих импульсов по выходам парциальных приемников, в соотношении (3) следует ввести блочное разбиение матриц по номеру приемного канала:

$$\begin{aligned}
P &= \begin{bmatrix} Q_I(x_1) & \cdots & Q_I(x_M) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ Q_R(x_1) & \cdots & Q_R(x_M) \end{bmatrix} \left[\otimes \right] \begin{bmatrix} K_{111}(z_{11}) & \cdots & K_{111}(z_{V1}) & \cdots & K_{1M1}(z_{1M}) & \cdots & K_{1M1}(z_{VM}) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ K_{T11}(z_{11}) & \cdots & K_{T11}(z_{V1}) & \cdots & K_{TM1}(z_{1M}) & \cdots & K_{TM1}(z_{VM}) \\ \vdots & \cdots & \vdots & \cdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ K_{11R}(z_{11}) & \cdots & K_{11R}(z_{V1}) & \cdots & K_{1MR}(z_{1M}) & \cdots & K_{1MR}(z_{VM}) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ K_{T1R}(z_{11}) & \cdots & K_{T1R}(z_{V1}) & \cdots & K_{TMR}(z_{1M}) & \cdots & K_{TMR}(z_{VM}) \end{bmatrix} \\
&= \begin{bmatrix} Q_I(x_1) \cdot \begin{bmatrix} K_{111}(z_{11}) & \cdots & K_{111}(z_{V1}) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ K_{T11}(z_{11}) & \cdots & K_{T11}(z_{V1}) \end{bmatrix} & \cdots & Q_I(x_M) \cdot \begin{bmatrix} K_{1M1}(z_{1M}) & \cdots & K_{1M1}(z_{VM}) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ K_{TM1}(z_{1M}) & \cdots & K_{TM1}(z_{VM}) \end{bmatrix} \\ \vdots & & \vdots \\ Q_R(x_1) \cdot \begin{bmatrix} K_{11R}(z_{11}) & \cdots & K_{11R}(z_{V1}) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ K_{T1R}(z_{11}) & \cdots & K_{T1R}(z_{V1}) \end{bmatrix} & \cdots & Q_R(x_M) \cdot \begin{bmatrix} K_{1MR}(z_{1M}) & \cdots & K_{1MR}(z_{VM}) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ K_{TMR}(z_{1M}) & \cdots & K_{TMR}(z_{VM}) \end{bmatrix} \end{bmatrix}, \quad (5)
\end{aligned}$$

где $K_{tmr}(z_{vm})$ – дискретная огибающая v -го импульса в V -сигнальном пакете, излучаемом m -м передающим каналом, по выходу r -го приемного канала в t -й момент времени.

Сформированная любым из рассмотренных способов система уравнений (1) далее должна решаться относительно неизвестных оценок амплитудных составляющих каждого парциального импульса.

Для решения матричной системы уравнений (1) предлагается использовать метод наименьших квадратов, который позволяет получить оптимальные оценки амплитуд сигналов при условии гауссовых шумов. Соответствующие оценки записываются в известном виде:

$$A^C = Re \left\{ \left\{ P^T P \right\}^{-1} \cdot P^T \cdot \dot{U} \right\}, \quad A^S = Im \left\{ \left\{ P^T P \right\}^{-1} \cdot P^T \cdot \dot{U} \right\}, \quad (6)$$

$$\text{где } A^C = \begin{bmatrix} a_1^C & \dots & a_M^C \end{bmatrix}^T, \quad A^S = \begin{bmatrix} a_1^S & \dots & a_M^S \end{bmatrix}^T,$$

Re – действительная часть комплексного вектора, Im – мнимая часть комплексного вектора, P – сигнальная матрица (2), (3) либо (5), элементы которой представляют собой дискретные отсчеты функций огибающих импульсных сигналов с учетом их известного (с точностью до периода дискретизации) взаимного расположения во времени, U – вектор комплексных отсчетов напряжений сигнальной смеси по выходу АЦП, T – операция транспонирования матриц.

При точно известном времени прихода всех сигналов (режим синхронизированной линии связи) потенциальная точность измерения квадратурных составляющих амплитуд принятых импульсов определяется нижней границей Крамера-Рао, для которой информационная матрица Фишера имеет вид [2]

$$I = \sigma^{-2} \cdot \left[P^T \cdot P \right],$$

где σ^{-2} – дисперсия шумов в отсчете АЦП.

В условиях асинхронного приема, когда точное время прихода сигнального пакета неизвестно, а сдвиг между импульсами внутри пакета остается детерминированным, для расчета потенциальной точности измерения квадратурных составляющих амплитуд импульсных сигналов следует использовать более общее представление информационной матрицы Фишера [3]:

$$I = \frac{1}{\sigma^2} \cdot \left[\begin{array}{c|c} P^T \cdot P & (A^* \otimes P^T) \cdot \frac{\partial P}{\partial Y} \\ \hline \left(\frac{\partial P}{\partial Y} \right)^T \cdot (A \otimes P) & \left(\frac{\partial P}{\partial Y} \right)^T \cdot (A A^* \otimes 1) \cdot \frac{\partial P}{\partial Y} \end{array} \right],$$

где $\partial P / \partial Y$ – производная от сигнальной матрицы P по скаляру Y , характеризующему неизвестную оценку времени приема первого из сигналов пакета (относительный сдвиг остальных импульсов полагается известным и неизменным в приемных трактах ЦАР);

1 – единичный вектор; A – вектор амплитуд сигналов, $\otimes$ – символ кронекеровского умножения, $*$ – символ комплексно-сопряженного транспонирования.

Предложенный подход к построению системы ММО позволяет повысить стойкость каналов связи к несанкционированному доступу, увеличивает скорость передачи данных на более значительные расстояния в сравнении с несколькими сотнями метров известных вариантов реализации систем ММО на основе OFDM. Существенно, что внутрисистемное разделение ММО-каналов связи при многоимпульсном сигнале достигается также за счет учета зависимости межимпульсного временного интервала от направления на абонента.

Дальнейшие исследования будут направлены на анализ предельных возможностей временного уплотнения сигналов в многоимпульсных пакетах путем имитационного моделирования системы ММО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Слюсар В.И. Обобщенные торцевые произведения матриц в моделях цифровых антенных решеток с неидентичными каналами // Радиоэлектроника. Изв. высш. учеб. заведений. - 2003.- Т. 46. - № 10 - С. 15-26.
2. Слюсар В.И., Смоляр В.Г. Частотное уплотнение каналов связи на основе свёрхрелеевого разрешения сигналов // Радиоэлектроника. Изв. высш. учеб. заведений. - 2003.- № 7.- С. 30-39.
3. Слюсар В.И. Информационная матрица Фишера для моделей систем, базирующихся на торцевых произведениях матриц // Кибернетика и системный анализ.- 1999.- № 4.- С. 141-149.

Рецензент: д.т.н., проф. Герасимов Б.М.

Сніцаренко П.М. (ННДЦ ОТВБ України)

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧІ СТВОРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБГРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ НАВКОЛИШНЬОГО ПРОСТОРУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ І СУПРОВОДЖЕННЯ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ

Пропонується єдиний теоретичний підхід для усіх різновидностей технологій спостереження, його формалізація та загальний алгоритм вирішення проблеми формування вимог до систем дистанційного моніторингу навколишнього простору для виявлення і супроводження рухомих об'єктів на основі оцінювання якості вихідної трасової інформації. Це рішення розглядається як база для створення відповідної тематичної комп'ютерної технології.

Предлагается единый теоретический подход для всех разновидностей технологий наблюдения, его формализация и общий алгоритм решения проблемы формирования требований к системам дистанционного мониторинга окружающего пространства для выявления и сопровождения подвижных объектов на основе оценивания качества выходной трассовой информации. Это решение рассматривается как база для создания соответствующей тематической компьютерной технологии.

There is a proposition to establish integrated theoretical approach and general algorithm of solving problem of requirements development to integrated systems of distance monitoring of surrounding environment for detecting and tracking of moving objects using the principle of outgoing tracking information quality evaluation for all varieties technologies of monitoring. This decision is examined as base for creation of the certain computer technology.

Для вирішення широкого кола завдань інформаційного забезпечення діяльності як у цивільній, так і у військовій сферах, є достатньо великий перелік засобів дистанційного спостереження рухомих об'єктів (РО), функціонування яких ґрунтується переважно на принципах радіоелектронної розвідки, а також засобів автоматизації обробки отриманих даних. За цією ознакою зазначені засоби можна вважати єдиним класом, який відображає технічний базис побудови інтегрованих територіально розподілених систем дистанційного моніторингу навколишнього простору для виявлення і супроводження РО (далі – систем ДМНП РО). З точки зору підвищення якості такої інформаційної системи доцільність інтеграції різномірних джерел даних не викликає сумніву, а теоретична і практична можливість поєднання різних технологій радіоелектронної розвідки є відомим фактом [1, 2]. В той-же час дієвого механізму формування вимог до систем ДМНП РО, які б деталізували їх функціональні завдання, в тому числі, у кількісному вимірі, що забезпечує чіткість розуміння усіма суб'єктами, причетними до створення (удосконалення) або використання таких систем (замовником, розробником, експлуатантом, споживачем інформації, інвестором тощо) її вихідних характеристик (якості), на сьогодні не існує. Про це свідчать ряд робіт, присвячених темі формування вимог до складних систем різного призначення [3 – 5], в яких висвітлюються переважно загальні методологічні підходи до вирішення такого

завдання, чого явно недостатньо при розгляді конкретних ситуацій, зокрема, формування вимог до територіально розподілених систем ДМНП РО. Це спричиняє окреме актуальне проблемне питання як наукового, так і практичного характеру, котре потребує свого вирішення на методичному рівні в принципі. З іншого боку, формування вимог до систем ДМНП РО, як елемент схеми прийняття рішення замовником або експлуатантом (органом управління системою), в ряді випадків пов'язане із обмеженим ресурсом часу, що не дозволяє розробляти вимоги, зокрема, за принципами відомої технології SSADM [3, 4], а вимагає прискорення зазначеного процесу, його відповідної алгоритмізації та автоматизації (створення необхідного технологічного інструментарію), додатково підвищуючи рівень актуальності потреби вирішення зазначеної проблеми.

Метою роботи є обґрунтування теоретичного підходу для алгоритмізації діяльності органу, котрий формує вимоги до системи ДМНП РО, в якій інтегруються різні методи радіоелектронної розвідки, що закладає основи реалізації відповідної комп'ютерної інформаційної технології як інструменту підтримки прийняття рішення.

Пристаюючи до вирішення цього завдання, зауважимо, що згідно [3] вимоги до системи ДМНП РО можна поділити на функціональні, які відображають перелік функціональних завдань, котрі повинні виконуватись системою, та нефункціональні, які характеризують якість системи, тобто рівень виконання визначених функціональних завдань, виражений у кількісній формі. Очевидно, що серед вимог повинен бути і показник вартості системи.

За фізичною сутністю процесів основними функціональними завданнями для будь-якої системи ДМНП РО є нерозривне комплексне завдання виявлення і супроводження РО та завдання видачі отриманої в системі інформації споживачу (споживачам). Звідси очевидною конкретизацією функціональних завдань буде визначення замовником переліку типів РО, які повинна виявляти та супроводжувати система ДМНП РО, а також переліку споживачів (пунктів використання) інформації. *Затверджені переліки типів РО та пунктів використання інформації складуть сукупність функціональних вимог до системи ДМНП РО.*

Цілком зрозуміло, що кожного споживача цікавить якість інформації щодо виявлення і супроводження визначеного переліку РО, яка продукується системою ДМНП РО, а найважливішою є кількісна оцінка цієї властивості інформації. Це потребує встановлення відповідного переліку показників та їх кількісної міри для визначення цінності інформації на виході системи або проведення порівняльного аналізу різних варіантів системи. *Затверджений замовником перелік показників якості інформації на виході системи ДМНП РО, що створюється (удосконалюється), та їх встановлений рівень у кількісній формі характеризує нефункціональні вимоги до системи (вимоги до її якості).*

Завершує пакет вимог показник вартості системи. Звідси неважко зрозуміти, що для довільної i -ї ситуації зовнішніх умов пара

$$E_i = \{Y_i, C_i\}, \quad i = \overline{1, n}, \quad n \neq \infty, \quad (1)$$

характеризує досягнутий рівень ефективності системи ДМНП РО.

В (1) $Y_i = \langle y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{ij}, \dots, y_{im} \rangle, m > 0$ - вектор показників якості інформації на виході системи в умовах i -ї ситуації, y_{ij} - кількісна характеристика (міра) j -го показника якості інформації в умовах i -ї ситуації, C_i - вартість системи ДМНП РО, призначеної для функціонування в умовах i -ї ситуації.

Отже, якщо розглядати деяку i -ту ситуацію функціонування системи ДМНП РО (типову або прогнозовану), то завдання формування вимог до неї полягає у визначенні переліку типів РО, які система повинна у цій ситуації виявляти та супроводжувати, пунктів використання інформації від системи, а також нормативних показників її ефективності у формі (1).

При цьому вектор вимог до показників якості інформації може бути заданим у розумінні критеріальних обмежень. Наприклад, якщо показники орієнтовані на зменшення, то такий вектор $Y_i^0 = \langle y_{ij}^0 \rangle$, $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$, визначає для системи правило:

$$\forall y_{ij} \in Y_i : y_{ij} \leq y_{ij}^0 \in Y_i^0, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}. \quad (2)$$

Тут можемо зауважити, що природа функціональних вимог до системи ДМНП РО має тактичний характер, а тому, ґрунтуючись на глибокому аналізі очікуваної ситуації (ситуацій, умов), у якій буде функціонувати система, замовник розробляє ці вимоги у довільній описовій формі. Що ж стосується вимог до ефективності системи у формі (1), то з точки зору замовника тут завжди існує протиріччя, яке полягає у його природньому бажанні максимізувати вектор Y_i та мінімізувати вартість системи C_i , що реалізувати неможливо, оскільки функції якості та вартості завжди мають односторонню орієнтацію. Тому рішення щодо отримання вимог у формі (1) можна очікувати лише на основі досягнення компромісу між рівнем показників вектора Y_i та вартості системи C_i . Цей взаємозв'язок дозволяє висунути *обов'язковий принцип формування вимог до ефективності системи ДМНП РО – такі вимоги можуть бути визначені за умови попереднього знання її складу, структури та інформаційних можливостей*. Висунутий обов'язковий принцип на етапі формування вимог (коли системи ще немає) зумовлює потребу її попереднього (теоретичного) синтезу. При стратегічному намірі замовника не витратити зайвих коштів типова постановка задачі теоретичного синтезу системи ДМНП РО може бути наступною.

Замовником вводиться обмеження на вартість системи C_0 . Нехай існує певне граничне число варіантів побудови системи, що утворює фазовий простір її стану $\Omega = \bigcup_{l=1}^p \omega_l$, $p \neq \infty$, де ω_l - l -й варіант побудови системи. Вважаємо, що доступним методом можна оцінити вектор якості інформації на виході системи для умов i -ї ситуації:

$$\check{Y}_i = \langle \check{y}_{i1}, \check{y}_{i2}, \dots, \check{y}_{ij}, \dots, \check{y}_{im} \rangle, m > 0, \quad (3)$$

де $\check{y}_{ij}$ - оцінка j -го показника якості інформації в умовах i -ї ситуації.

Зрозуміло, що для замовника важливо максимізувати ефект від вкладених коштів. Тому якщо існує функція $W = f(\check{Y}_i)$, що задовольняє цільовому призначенню системи ДМНП РО, а показники вектора Y_i орієнтовані на зменшення, то задача полягає у виборі оптимального стану системи у фазовому просторі Ω для умов i -ї ситуації, тобто

$$\omega_{il}^{opt} \in \Omega \Leftrightarrow W_{opt}^i = \text{extr } f(\check{Y}_{il}), l = \overline{1, p}, p \neq \infty, \quad (4)$$

при

$$\forall \check{y}_{ijl} \in \check{Y}_{il} : \check{y}_{ijl} \leq y_{ij}^0 \in Y_i^0, j = \overline{1, m}; \quad (5)$$

$$\check{C}_{il} \leq C_0. \quad (6)$$

де $\check{C}_{il}$ - оцінка вартості системи в стані $\omega_{il} \in \Omega$.

Отримання рішення у цій постановці не є тривіальним, оскільки на етапі формування вимог до системи є невідомим, зокрема, наповнення простору Ω , тобто кількість варіантів системи, що можуть порівнюватися між собою. Тому необхідним кроком повинно бути або визначення усіх можливих $p \neq \infty$ варіантів побудови системи ДМНП РО для проведення процедури вибору, або визначення її оптимального варіанту серед невідомого числа можливих шляхом послідовного наближення до нього. При певному типажі елементів технічного базису для побудови системи ДМНП РО та деякій кількості позицій (платформ) на території, де може розгортатись система,

характер вирішення задачі у обох випадках є комбінаторним. За умови зростання розмірності задачі перший шлях її вирішення стає неперспективним, а тому пошук оптимального варіанту побудови системи необхідно здійснювати на основі застосування ітераційних методів цілочисельної оптимізації. Розглянемо більш детально цю можливість.

Нехай технічний базис побудови системи ДМНП РО утворює арсенал засобів (елементів), який описується вектором

$$Q = \langle q_1, q_2, \dots, q_s, \dots, q_r \rangle = \det, \quad r > 0, \quad (7)$$

де q_s – вкладений вектор, що характеризує технічні параметри s -го елемента та його вартість c_s .

Кожен елемент $q_s \in Q$, $s = \overline{1, r}$, може бути розміщеним на будь-якій із позицій, що попередньо визначені для розгортання системи та утворюють її географічний базис

$$\Gamma = \langle \Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_t, \dots, \Gamma_d \rangle = \det, \quad d > 0, \quad (8)$$

де Γ_t – символ координат t -ї позиції.

Розміщення елемента $q_s \in Q$, $s = \overline{1, r}$, на окремій t -й позиції можемо характеризувати індикаторною функцією бінарного типу:

$$\alpha_{st} = \begin{cases} 1, & \text{якщо елемент } s\text{-го типу буде на } t\text{-й позиції;} \\ 0, & \text{у протилежному випадку.} \end{cases}$$

Очевидно, коли розглядається варіант $\omega_l \in \Omega$, то йому у відповідність можна поставити матрицю індикації з бінарними компонентами

$$A_l = [\alpha_{st}], \quad s = \overline{1, r}, \quad t = \overline{1, d}, \quad l = \overline{1, p}, \quad p \neq \infty. \quad (9)$$

Вартість l -го варіанту розміщення елементів системи визначає формула

$$C_l^* = \sum_{t=1}^d \sum_{s=1}^r \alpha_{st} c_s. \quad (10)$$

Кожен такий варіант розміщення елементів системи передбачає певні структурні відношення між ними, які можна описати у вигляді орграфа G_l та відповідною матрицею суміжності з бінарними компонентами

$$G_l = [g_{th}], \quad t, h \in \overline{1, d}, \quad t \neq h, \quad (11)$$

де $g_{th} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } t\text{-й та } h\text{-й елемент взаємодіють;} \\ 0, & \text{у протилежному випадку.} \end{cases}$

Вартість реалізації структурних відношень в системі визначається формулою

$$C_l^{**} = \sum_{t=1}^d \sum_{h=1}^d g_{th} c_{th}. \quad (12)$$

Таким чином, пара $\{A_l, G_l\}$ визначає окрему точку у фазовому просторі станів системи, тобто

$$\{A_l, G_l\} \Leftrightarrow \omega_l \in \Omega, \quad l = \overline{1, p}, \quad p \neq \infty, \quad (13)$$

при вартості системи

$$C_l = C_l^* + C_l^{**}. \quad (14)$$

З урахуванням зазначеного, постановка задачі у формі вибору оптимального варіанту системи ДМНП РО для умов i -ї ситуації переходить у нову якісну форму – синтезу її оптимального варіанту шляхом пошуку оптимальної пари $\{A_l, G_l\}$, тобто

$$\omega_{il}^{opt} \in \Omega \Leftrightarrow \{A_l, G_l\}_{opt}^i \Leftrightarrow W_{opt}^i = \text{extr } f(\check{Y}_{il}), \quad l = \overline{1, p}, \quad p \neq \infty, \quad (15)$$

при виконанні критеріальних обмежень (5) та обмежень по вартості (6).

Кожна i -та ситуація визначається зовнішніми умовами, у першу чергу впливом, зумовленим діями РО у підконтрольному просторі, які можна характеризувати вектором виду

$$U_i = \langle u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{ik}, \dots, u_{if} \rangle, f > 0, \quad (16)$$

де u_{ik} – вкладений вектор, що характеризує k -й об'єкт зовнішнього впливу (поточні координати РО, його характеристики контрастності, рівень природних та умисних перешкод, гідрометеорологічна обстановка в регіоні тощо).

Система ДМНП РО виявляє свою якість у зіткненні із факторами зовнішніх умов. Для проведення оцінювання системи зовнішні умови фіксуються, виходячи із результатів їх прогнозування, тобто $U_i = \det$. Тому для i -ї ситуації на основі оцінювання системи справедливою є функціональна залежність

$$\check{Y}_{il} = F(A_l, G_l), U_i = \det, \quad (17)$$

яку також можна розглядати як формальну модель функціонування системи. В той-же час пряму аналітичну залежність у формі (17) встановити, як правило, неможливо. Але, завдяки існуванню пари $\{A_l, G_l\}$, ми маємо типовий випадок алгоритмічного зв'язку між процесами і показниками, що забезпечує трансформацію функціоналу (17) у форму однозначної відповідності, тобто

$$\omega_{il} \in \Omega \Leftrightarrow \{A_l, G_l\}^i \Leftrightarrow \check{Y}_{il}, U_i = \det. \quad (18)$$

Це значить, що рішення задачі (15) також матиме непрямий характер, постановку якої з урахуванням (18) запишемо у вигляді

$$\omega_{il}^{opt} \in \Omega \Leftrightarrow \{A_l, G_l\}_{opt}^i \Leftrightarrow W_{opt}^i = \text{extr } f(\check{Y}_{il}), U_i = \det. \quad (19)$$

Визначені у ході рішення цієї задачі комбінаторного типу оцінки вектора $\check{Y}_{il}$ та вартості $\check{C}_{il}$ будуть характеризувати оптимальний варіант побудови системи $\omega_{il}^{opt} \in \Omega$ (він стає відомим!) і можуть висуватись в якості вимог до її ефективності.

Успіх вирішення задачі у постановці (19) залежить передусім від вибору функції $f(\check{Y}_i)$ та методів її обчислення, що, у свою чергу, визначається кількістю та конкретикою показників вектора $\check{Y}$. Отже, щонайважливішим завданням при вирішенні задачі формування вимог до системи ДМНП РО, є конкретизація переліку показників (критеріїв) її інформаційної якості, котрі також повинні відповідати певним вимогам, основні із яких, зокрема, досить чітко виписані в роботі [6] – це повнота, мінімальна кількість, чіткий, зрозумілий зміст, кількісна вимірність, можливість агрегування або декомпозиції в конкретних ситуаціях, здатність до застосування на усіх етапах життєвого циклу системи. Виходячи із того, що типовою системою ДМНП РО є радіолокаційна система з великою кількістю елементів, яка на протязі багатьох років доказала свою практичну працездатність по висвітленню обстановки в межах значних географічних регіонів, цілком доцільним при формуванні показників вектора $\check{Y}$ слід вважати застосування підходу, характерного для оцінювання інформаційних можливостей радіолокаційних систем. Найбільш повно ці можливості характеризуються показниками якості вихідної інформації трасового супроводження РО, які до того ж відповідають наведеним у [6] вимогам. Перелік таких показників, зокрема, міститься в роботах [7, 8], де також є відомості щодо відповідних аналітичних розрахунків та можливості отримання масиву даних для їх проведення шляхом імітаційного моделювання процесу функціонування радіолокаційної системи. До таких основних показників відносяться: *просторові* (рубежі виявлення РО – R_0 та видачі трасової інформації – R_T), *точності* (середньоквадратичні помилки оцінок координат, швидкості та курсу РО – σ_{XUH} , σ_V , σ_Q), *часові* (середній час безперервного трасового супроводження РО – $t_{\text{бс}}$, середній час розривів дійсних трас РО – t_p , коефіцієнт

проводки РО за часом – $K_{\text{пр},t}$) *достовірності* (середній час супроводження хибних трас – $t_{\text{хт}}$, коефіцієнт хибних трас – $K_{\text{хт}}$), *завантаженості системи* (число проведених дійсних трас РО – $N_{\text{д}}$, число проведених хибних трас РО – $N_{\text{х}}$, максимальне число РО, що супроводжуються одночасно – M , коефіцієнт проводки дійсних трас РО за кількістю – $K_{\text{пр},N}$). Отже, конкретизований вектор показників якості трасової інформації на виході системи ДМНП РО може мати наступний формат

$$Y = \langle R_0, R_T, t_{\text{бс}}, t_p, K_{\text{пр},t}, \sigma_{\text{ХУН}}, \sigma_V, \sigma_Q, t_{\text{хт}}, K_{\text{хт},t}, N_{\text{д}}, N_{\text{х}}, M, K_{\text{пр},N} \rangle, \quad (20)$$

кожен компонент якого для оцінки варіанту $\omega_l \in \Omega \Leftrightarrow \{A_l, G_l\}$, $l=1, p$, $p \neq \infty$, побудови системи ДМНП РО, призначеної для роботи в умовах прогнозованої i -ї ситуації, що характеризується вектором зовнішнього впливу $U_i = \langle u_{ik} \rangle = \overline{\det}$, $i=1, n$, $k=1, f$, розраховується на основі даних, зокрема, імітаційного моделювання процесу функціонування системи. Це має той позитивний наслідок практичного характеру, що рішення задачі теоретичного синтезу системи ДМНП РО у постановці (19) може бути реально отриманим. При цьому вид цільової функції оптимізації $f(Y_i)$ залежить від "уподобань" замовника – маючи певну суму коштів C_0 на фінансування проекту, він або визначає пріоритетним окремий показник якості трасової інформації при одночасному виконанні усіх критеріальних обмежень, або приймає рішення щодо "рівноцінності" усього переліку показників при тих же критеріальних обмеженнях. Після встановлення однозначності з боку замовника вибір конкретного методу рішення задачі оптимізації (теоретичного синтезу) та його застосування, безумовно, вимагає певного мистецтва та інтелектуальних зусиль, але у контексті вирішення загальної проблемної задачі формування вимог до інтегрованих систем ДМНП РО це завдання є непринциповим, а тому тут не деталізується.

Вищезазначене свідчить про масштабність задачі обґрунтування вимог до систем ДМНП РО, спричинену потребою врахування великої кількості факторів, які впливають на кінцевий результат її функціонування, що викликає необхідність реалізації обов'язкових та послідовних дій органу, який їх формує. Загальна схема – алгоритм діяльності органу, що формує вимоги, може бути такою, яка зображена на рис. 1. Схема особливих коментарів не потребує, за виключенням того, що при наявності системи ДМНП РО, яка може бути застосована без змін в умовах i -ї ситуації (при позитивних результатах оцінки її інформаційних можливостей – блоки 5, 6), вектор оцінених показників при "нульових" витратах буде складати вимоги до системи, які необхідно виконувати в процесі її практичного застосування. Забезпечення високої результативності процесу, зображеного на рис.1, вимагає автоматизації шляхом застосування відповідної комп'ютерної технології, особливо у фазі формування вимог до ефективності системи, яка повинна застосовуватись в інтерактивному режимі як інструмент аналітичної підтримки прийняття рішення.

Таким чином, враховуючи доцільність та можливість технічного і тактичного поєднання різних засобів радіоелектронної розвідки в інтегровану систему ДМНП РО, розроблено та формалізовано єдиний теоретичний підхід вирішення проблеми формування вимог до таких систем в умовах фінансових обмежень. Це дозволяє алгоритмізувати діяльність органу, що їх формує, та відкриває шлях для створення і впровадження відповідної комп'ютерної інформаційної технології підтримки прийняття рішення на основі оперативних та детальних аналітичних розрахунків із використанням кількісних показників.

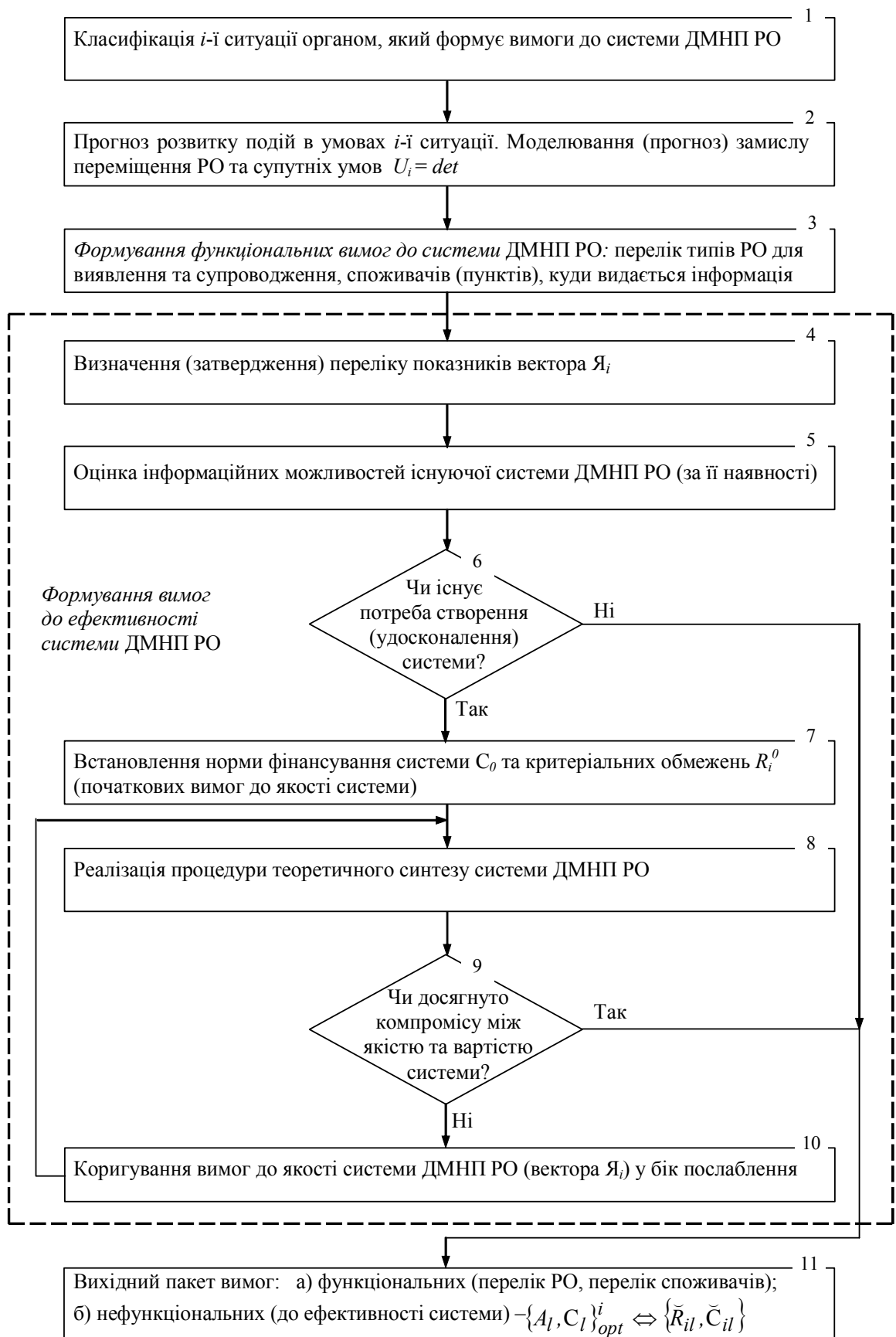


Рис. 1

ЛІТЕРАТУРА

1. Бочкарёв А.М., Юрьев А.Н., Долгов Н.М., Щербин А.В. Цифровая обработка радиолокационной информации при сопровождении целей. // Зарубежная радиоэлектроника. - 1991.- №3. - С. 3-22.
2. Афинов В. Воздушная разведка в США. Общие направления и перспективы развития. // Зарубежное военное обозрение. - 1997. - № 1. - С. 35-38.
3. Кириллов В.П., Прохоров В.П., Грачев В.М., Теплов С.А., Данылиев И.В. Пути совершенствования технологии определения требований к автоматизированным системам военного назначения. // Наука і оборона. (Збірник наукових матеріалів). -1994. - № 3. - С.51-57.
4. Петров Э.Г., Чайников С.И., Овезгельдыев А.О. Методология структурного системного анализа и проектирования крупномасштабных ИУС. Концепции и методы. Часть I. - Харьков: "Рубикон". - 1997. - 140 с.
5. Стеценко О.О., Ковтуненко О.П., Цибулько І.С. Методичні аспекти формування оперативно-стратегічних та оперативно-тактичних вимог до перспективних систем озброєння ЗС України. // Наука і оборона.. - 2001. - № 4. - С. 46-54.
6. Петров Э.Г., Дохов А.И., Грачев В.М. Цели и методологические принципы создания ГИИС. // Прикладная радиоэлектроника. - 2004. - том 3, № 4. - С.12-15.
7. Сніцаренко П.М. Методологічні основи створення і розвитку радіолокаційних систем ППО. // Наука і оборона. -1998. - № 1. - С. 39-42.
8. Комплексная имитационная модель оценки эффективности радиолокационной системы обнаружения и сопровождения подвижных объектов / Сніцаренко П.Н., Рыбыдайло А.А., Михайленко А.А. и др.. - Прикладная радиоэлектроника, 2004. - том 3, № 4. - С. 75-80.

Рецензент: д.т.н., проф. Герасимов Б.М.

д.т.н., проф. Солонніков В.Г. (НАУ)
к.т.н., доц. Вишнівський В.В. (ВІКНУ)
к.т.н. Пархомей І.Р. (НАУ)
Рукоусєв В.В. (НАУ)

АНАЛІТИЧНА ФОРМАЛІЗАЦІЯ ЯВИЩА РЕЗОНАНСУ КРИСТАЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ ДІЕЛЕКТРИЧНОЇ РЕЧОВИНИ В ПРОЦЕСІ НВЧ-ОПРОМІНЮВАННЯ

Запропонована стаття має на меті визначити аналітичну модель нестационарних процесів в кристалічних структурах діелектрика. Визначення та урахування умов збудження дозволить дослідити стійкість діелектрика до впливу зовнішніх полів.

Целью статьи есть аналитическое представление нестационарных процессов, протекающих в кристаллических структурах диэлектрика. Определение условий возбуждения позволит исследовать устойчивость диэлектрика к воздействию внешних полей.

The offered article has for an object to define the possible ways of providing of functioning with necessary exactness the unstationary systems of management the difficult systems. Determination and consideration of initial conditions in the devices by the systems of independent aiming and command aiming enables to provide firmness of the system during a definite time domain and lower probability of origin extraordinary situations in space.

На основі проведених експериментальних досліджень авторами був виявлений та запатентований ефект резонансного випромінювання електромагнітного сигналу діелектричною речовиною за умови кратності частот власних коливань кристалічної решітки речовини та опромінюючих електромагнітних коливань, а також співпадіння їх фаз.

Для теоретичного обґрунтування можливості виникнення згаданого ефекту та його детального вивчення стає необхідною формалізація фізичних процесів та умов, при яких досягається даний ефект.

Розглянемо процес радіолокаційного опромінення, коли частота випроміненого сигналу дорівнює або кратна частоті власних коливань елементарних частинок діелектричних речовин.

Процес резонансного перевипромінювання електромагнітного сигналу діелектричною речовиною характеризується тим, що механічні коливання кристалічної структури речовини, що розглядається, не мають внутрішнього опору, тобто відсутня амортизація. Електричні властивості еквівалентних коливальних контурів кристалічної решітки відповідають тому, що опір $R = 0$, що означає відсутність внутрішнього опору ланок. Взаємодію сигналу опромінення з коливальною структурою діелектричного матеріалу можна описати наступною аналітичною залежністю:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + K^2 x = A \sin \omega t, \quad (1)$$

де x – лінійне відхилення атома від позиції в кристалічній решітці;

t – час;

K – частота власних коливань кристалічної решітки;

A – амплітуда сигналу опромінення;

ω – частота сигналу опромінення.

Для результуючого значення резонансного сигналу взаємодії рішення рівняння (1), що задовольняє початковим умовам: $t = 0, x = x_0 = 0$, прийме наступний вигляд [0]:

$$x_{\text{рез}}(t) = \frac{A}{(K^2 - \omega^2)K} (-\omega \sin Kt + K \sin \omega t). \quad (2)$$

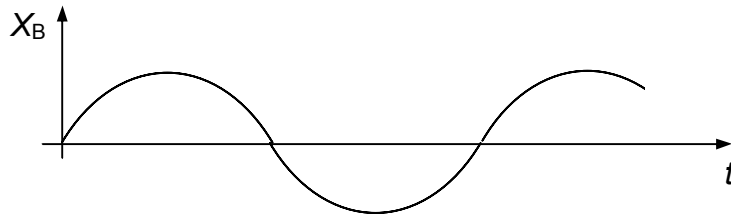
Вираз у скобках рівняння (2) представляє собою суму двох гармонійних коливань: власних, з частотою K

$$x_C(t) = -\frac{A}{K^2 - \omega^2} \frac{\omega}{K} \sin Kt$$

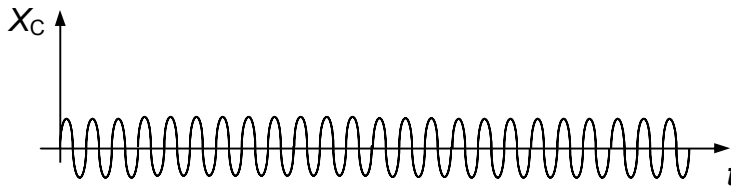
та вимушених, з частотою ω

$$x_B(t) = \frac{A}{K^2 - \omega^2} \sin \omega t.$$

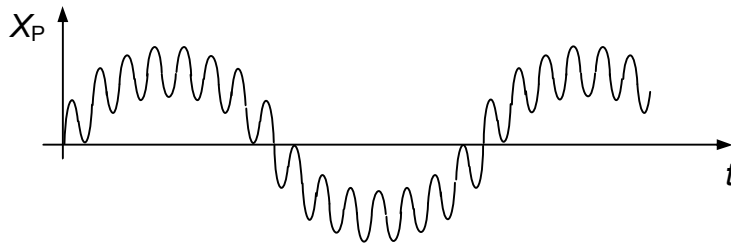
На рис. 1 схематично наведені графіки амплітудно-часових залежностей, які характеризують процес модуляції власних коливань кристалічної решітки діелектричної речовини вимушеними електромагнітними коливаннями для випадку, коли $K \gg \omega$:



а)



б)



в)

Рис. 1. Часові діаграми процесу модуляції власних коливань кристалічної решітки діелектричної речовини вимушеними електромагнітними коливаннями (а – вимушені електромагнітні коливання; б – власні коливання кристалічної решітки; в – модульовані власні коливання кристалічної решітки)

Процес короткотермінової резонансної взаємодії власних коливань атомів кристалічної решітки діелектрика з електромагнітним НВЧ-полем буде характеризуватися експоненціальною залежністю виду e^{-nt} (n – число кратності частот взаємодіючих коливань) і буде являти собою затухаючі коливання. Зазначений процес характерний для опромінення імпульсними сигналами. За умови достатньо великого часу взаємодії, наприклад, при опроміненні квазібезперервним НВЧ-сигналом, характер резонансної взаємодії можна описати наступним виразом:

$$x(t) = \frac{A}{(K^2 - \omega^2)^2 + 4n^2\omega^2} ((K^2 - \omega^2)^2 \sin \omega t - 2n\omega K \cos \omega t). \quad (3)$$

Якщо ввести позначення

$$\frac{A(K^2 - \omega^2)}{(K^2 - \omega^2)^2 + 4n^2\omega^2} = M \cos \delta, -\frac{A2n\omega}{(K^2 - \omega^2)^2 + 4n^2\omega^2} = M \sin \delta,$$

де $M = \frac{A}{\sqrt{(K^2 - \omega^2)^2 + 4n^2\omega^2}}$, то рішення рівняння (3) можна записати як

$$x(t) = \frac{A}{K^2 \sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2}{K^2}\right)^2 + 4n^2 \frac{\omega^2}{K^4}}} \sin(\omega t + \delta).$$

Для випадку резонансної взаємодії як по частоті, так і по фазі вираз (1) в операторному вигляді можна записати як

$$x(p)(p^2 + K^2) = A \frac{K}{p^2 + K^2}, \quad (4)$$

де $x(p) = \frac{AK}{(p^2 + K^2)^2}$, p – оператор Лапласа.

Зображення (4) є правильний раціональний дріб, початкова функція якої має вигляд:

$$\frac{K}{p^2 + K^2} = \int_0^{\infty} e^{-pt} \sin Kt dt. \quad (5)$$

Після проведення диференціювання обох частин рівняння (5) за K , представимо інтеграл правої частини рівняння у вигляді суми двох інтегралів дійсної змінної, кожна з яких залежить від параметра K :

$$\frac{1}{p^2 + K^2} - \frac{2K^2}{(p^2 + K^2)^2} = \int_0^{\infty} e^{-pt} t \cos Kt dt. \quad (6)$$

Використовуючи рівняння (5), вираз (6) можна записати у вигляді

$$-\frac{2K^2}{(p^2 + K^2)^2} = \int_0^{\infty} e^{-pt} (t \cos Kt - \frac{1}{K} \sin Kt) dt. \quad (7)$$

З (7) витікає, що

$$\frac{AK}{(p^2 + K^2)^2} \approx \frac{A}{2K} \left(\frac{1}{K} \sin Kt - t \cos Kt \right).$$

Виходячи з цього, сигнал резонансної взаємодії опромінюючого і власного електромагнітного коливання можна буде описати виразом

$$x_{\text{рез}}(t) = \frac{A}{2K} \left(\frac{1}{K} \sin Kt - t \cos Kt \right). \quad (8)$$

Аналізуючи вищевикладене, можна зробити наступні висновки:

ефект генерування власних електромагнітних автоколивань, який був отриманий в ході проведення експериментальних досліджень, дає можливість розробки принципово нового методу локації діелектричних об'єктів, суть якого полягає в створенні штучних умов виникнення резонансного збудження і перевипромінювання електромагнітних коливань діелектричною речовиною;

при кратності частот опромінюючого сигналу і частоти внутрішніх коливань кристалічної структури діелектричної речовини амплітуда результуючого резонансного сигналу самовипромінювання буде збільшуватися в $4A^2$ раз, а внутрішній опір діелектрика

$R \rightarrow 0$. Тобто за певних умов зондування радіолокаційним сигналом в кристалічному діелектрику наводиться вторинна ЕРС, що призводить до перевипромінювання електромагнітної енергії;

при збільшенні часу резонансного опромінення ($t \rightarrow \infty$) амплітуда результуючого резонансного сигналу самовипромінювання необмежено зростає ($A_{\text{рез}} \rightarrow \infty$) за умови не тільки частотного, але і фазового резонансу;

проведений аналіз теоретично підтверджує результати експериментальних досліджень, але потребує проведення додаткових досліджень для детального аналізу як теоретичної, так і практичної спрямованості з визначення конкретних енергетичних та технічних умов, характеристик і параметрів з метою практичної реалізації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Локационная системотехника / Под общ. ред. В.Б. Алмазова. - Харьков, изд. ВИРТА ПВО, 1993. - 618 с.
2. Пискунов И.В. Операционное исчисление и некоторые вопросы его приложения. - М., 1986г. - 850 с.

Рецензент: д.т.н., проф. Сбітнєв А.І.

к.т.н., с.н.с. Шворов С.А. (ВІКНУ)
Чепуренко В.В. (ВІКНУ)
Андрійченко С.М. (ВІКНУ)

МОДЕЛЬ ІНТЕНСИВНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ АВТОМАТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ КОНТРОЛЮ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

Обґрунтовано показники оцінки продуктивності роботи фахівців автоматизованих комплексів контролю повітряного простору та розроблена модель інтенсивної підготовки операторів, використання якої скорочує часові (фінансові) витрати навчання.

Обоснованы показатели оценки производительности работы специалистов автоматизированных комплексов контроля воздушного пространства и разработана модель интенсивной подготовки операторов, использование которой сокращает время (финансовые) затраты обучения

Determined are the indexes of estimation of prodnotive work of air traffic automated control system specialists developed is a model of intensive training of operators, the use of which reduces time (finance) allocation for training.

Як показує практика, найбільш ефективним для підготовки фахівців автоматизованих комплексів (АК) контролю повітряного простору (КПП) є тренажерно-моделюючі системи (ТМС), за допомогою яких забезпечується моделювання повітряної обстановки, діагностика знань, умінь і навичок у майбутніх фахівців з виконання навчальних завдань і управління процесом навчання [1]. Однак, на даний час у сучасній літературі, наприклад [2-5], недостатня увага приділяється розробці моделей управління інтенсивною підготовкою фахівців складних автоматизованих комплексів, застосування яких скорочує часові й фінансові витрати процесу навчання.

Метою статті є розробка моделі інтенсивної підготовки фахівців АК контролю повітряного простору за допомогою ТМС. Для досягнення поставленої мети виникає необхідність в обґрунтуванні показників оцінки продуктивності роботи операторів АК, а також у розробці математичної моделі інтенсивного навчання.

Діяльність фахівців АК має ієрархічний характер. Ієрархія полягає в послідовному виконанні людиною ряду дій різних порядків (рівнів). Дією є поведінковий акт, що має усвідомлену мету, а сукупність дій, об'єднаних єдиним мотивом, являє собою діяльність. Відносно стабільні компоненти дії називають операціями. В операції завжди є чітко виражені критерії виконання, початок і кінець. Критеріями виконання операцій є час виконання, надійність, точність [6].

Крім того, діяльність операторів АК у цілому характеризується такими показниками, як продуктивність і завантаженість.

Під продуктивністю оператора АК (μ_o) розуміється максимально можлива кількість навчальних завдань, яку він може вирішувати за одиницю часу при дотриманні наступних умов: якість вирішення завдань, що обумовлена ймовірністю їх своєчасного й безпомилкового виконання $P(\mu_o)$, - достатньо висока; режим роботи оператора, який характеризується величиною його завантаження ρ_o , - оптимальний [6].

Формально зазначені умови мають вигляд:

$$\begin{aligned} P_0 &\leq P(\mu_o) \leq 1, \\ \rho_{min} &\leq \rho_o \leq \rho_{max}. \end{aligned} \quad (1)$$

Граничні значення величин P_0 , ρ_{min} , ρ_{max} задаються з урахуванням специфіки й важливості розв'язуваних завдань, психофізіологічних особливостей діяльності фахівця АК та інше.

Таким чином, для оцінки продуктивності людини-оператора μ_o необхідно мати залежності виду $P(\mu_o)$, ρ_o .

Для аналітичної оцінки величини $P(\mu_o)$ зробимо одне істотне допущення. Припустимо, що ймовірність правильного й своєчасного рішення завдань $P(\mu)$ залежить тільки від наявності часу, тобто при досить великій кількості часу завдання буде вирішене правильно, а нерозв'язаних завдань немає.

При зробленому припущенні для розрахунку величини $P(\mu_o)$ стає очевидною доцільність вибору теорії масового обслуговування, що враховує співвідношення між наявним і необхідним для рішення завдань часом.

З метою дослідження динаміки вирішення навчальних завдань людина-оператор може бути інтерпретована одноканальною системою масового обслуговування (СМО) з наступними специфічними особливостями: вхідний потік заявок включає потоки заявок декількох типів, кожний з яких має свою інтенсивність λ_i , важливість C_i , час обслуговування τ_i й припустимий час очікування в черзі $t_{i\text{оч}}^{\text{пр}}$ (перебування в системі $t_{i\text{пр}}$); порядок обслуговування заявок пріоритетний; система масового обслуговування $B_i(\tau)$, як правило, не є експоненціальною; припустимий час очікування в черзі $t_{i\text{оч}}^{\text{пр}}$ (перебування в системі $t_{i\text{пр}}$) випадковий й визначається характером завдань розв'язуваних фахівцем АК [6].

Проведемо більш докладний аналіз вихідних даних, необхідних для дослідження діяльності оператора при його інтерпретації системою масового обслуговування.

1. Вхідний потік заявок. Експериментально доведено, що потік завдань, розв'язуваних фахівцем АК у процесі роботи, - найпростіший.

2. Пріоритет обслуговування заявок. Вибір типу пріоритетної системи масового обслуговування для дослідження діяльності оператора АК повністю визначається характером його діяльності й числовими характеристиками розв'язуваних завдань: важливістю C_i , а також величинами τ_i , $t_{i\text{оч}}^{\text{пр}}$, $t_{i\text{пр}}$, $i = \overline{1, n}$. Залежно від цих факторів

модель діяльності фахівця АК може бути інтерпретована безпріоритетною СМО або СМО з відносними, абсолютними або динамічними пріоритетами.

3. Розподіл часу обслуговування. Кожний i -ий потік заявок описується характеристиками: інтенсивністю потоку $\lambda_i (i=1, n)$; функцією розподілу тривалості обслуговування $B_i(\tau)$ із числовими характеристиками $\bar{\tau}_i$ й σ_i ; функцією розподілу припустимої тривалості очікування початку обслуговування $F_i(t)$ із середнім значенням $\bar{t}_{i\text{оч}}^{\text{пр}}$; важливістю заявки C_i . При цьому величини $\bar{\tau}_i$ й $\bar{t}_{i\text{оч}}^{\text{пр}}$ залежать від індексу i , а важливість завдань приблизно однакова. Тоді роботу фахівця АК можна розглядати як обслуговування ним сумарного потоку заявок, що, будучи утворений суперпозицією найпростіших потоків, сам є найпростішим. Обслуговування заявок сумарного потоку здійснюється в порядку їхнього надходження, а його характеристики визначаються співвідношеннями [6]:

$$\begin{aligned} \Lambda &= \sum_{i=1}^n \lambda_i; & \bar{\tau} &= \frac{1}{\Lambda} \sum_{i=1}^n \lambda_i \bar{\tau}_i; \\ \nu &= \frac{1}{\bar{t}_{\text{оч}}^{\text{пр}}}; & \bar{t}_{\text{ож}} &= \frac{1}{\Lambda} \sum_{i=1}^n \lambda_i \bar{t}_{i\text{оч}}^{\text{пр}}; \\ \rho &= \Lambda \bar{\tau}; & \alpha &= \nu \bar{\tau}. \end{aligned} \quad (2)$$

Як показують результати експериментальних досліджень, прискорене відтворення повітряної обстановки на засобах відображення АК КПП забезпечує організуючий вплив емоційних факторів. При завантаженні фахівця АК по виконанню навчальних завдань у межах $\rho_{\min} \leq \rho_i \leq \rho_{\max}$ S -напруженість позитивно впливає на роботу людини-оператора й сприяє максимальному підвищенню його продуктивності. При цьому, як показано в [7], залежність ймовірності безпомилкового виконання навчальних завдань i -го типу (P_i) від ρ_i приймає вид

$$\text{при } \rho_i \leq \rho_{\max}, \quad P_{0i} > 0,5 \quad P_i = P_{0i} + \frac{(1 - P_{0i})(\rho_i - \rho_{\min i})}{\rho_{\max i} - \rho_{\min i}}, \quad (3)$$

де ρ_i - завантаження оператора АК по виконанню навчальних завдань i -го типу;

P_{0i} - ймовірність безпомилкового виконання навчальних завдань i -го типу при нормальному завантаженні оператора $\rho_{\min i}$.

Після досягнення максимального завантаження $\rho_{\max i}$ вплив S -напруженості на фахівця АК приводить до дезорганізації його дій, зниженню його продуктивності й збільшенню числа помилок:

$$\text{при } \rho_i > \rho_{\max}, \quad P_{0i} > 0,5 \quad P_i = P_{0i} - (1 - P_{0i}). \quad (4)$$

Однак, у формулах (3) та (4) не враховується індивідуальна спроможність оператора працювати в умовах напруженості. Крім того, як показують експериментальні дослідження [6], залежність P_i від завантаження оператора ρ_i має нелінійний характер. Тому для визначення залежності P_i від ρ_i при проведенні досліджень доцільно використовувати наступну модель інтенсивного навчання

$$P_i = P_{\max i} - (P_{\max i} - P_{0i}) e^{-\frac{\rho_i}{c_{0i}}}, \quad (5)$$

де P_{maxi} та P_{0i} - значення ймовірності безпомилкового виконання операції при максимальному завантаженні оператора ρ_{maxi} та при нормальному завантаженні оператора ρ_{mini} ;

c_{0i} - коефіцієнт, що характеризує спроможність оператора працювати в напружених умовах.

Значення P_{maxi} та c_{0i} визначаються наступним чином [6, 7]. На кривій, що згладжує експериментальні дані, обирається така точка $M(\rho_{1i}, Q_i)$, для якої справедливе співвідношення

$$P_{maxi} - (P_{maxi} - P_{0i})e^{-\frac{\rho_{1i}}{c_{0i}}} = Q_i, \quad (6)$$

звідки

$$c_{0i} = \frac{\rho_{1i}}{\ln\left[\frac{P_{maxi} - P_{0i}}{P_{maxi} - Q_i}\right]}. \quad (7)$$

У загальному випадку P_{maxi} можна знайти за формулою

$$P_{maxi} = \frac{Q_i - P_{0i}e^{-\frac{\rho_{1i}}{c_{0i}}}}{1 - e^{-\frac{\rho_{1i}}{c_{0i}}}}. \quad (8)$$

Модель інтенсивної підготовки включає реалізацію наступних двох фаз інтенсифікації процесу навчання:

1 фаза: прискорена індивідуальна підготовка фахівців до необхідного рівня навчання (P_n) при мінімальних часових витратах T і $\rho_i \rightarrow \rho_{max}$.

2 фаза: після досягнення необхідного рівня підготовки забезпечується підтримка отриманих навичок (знань, умінь) та їх подальше вдосконалювання при $\rho_i \rightarrow \rho_{max}$ і $T = T_{доп}$.

Основною метою інтенсифікації навчання є підготовка фахівців до необхідного (максимально можливого - "відмінного") рівня (P_n) при мінімальних витратах часу (T).

Розглянемо наступні дві моделі навчання: варіант 1 - з прискореним відпрацюванням навчальних завдань ($\rho_i \rightarrow \rho_{max}$) та варіант 2 - з відпрацюванням завдань у звичайному режимі ($\rho < 1$). Необхідно підготувати фахівців по виконанню навчальних завдань 5 типів до максимально можливого рівня навченості за 50 годин. Після проведення тренувань по відпрацюванню кожного типу навчальних завдань результати тестування показали, що середній рівень підготовки тих, хто навчається, за всіма темами не перевищував 30% (табл. 1). На основі результатів імітаційного моделювання процесів навчання при використанні методів [8, 9] отримані дані, що характеризують результати застосування першої моделі (наведені в чисельнику) та другої моделі (в знаменнику). В процесі першої фази навчання здійснювалась прискорена підготовка фахівців до середнього 60% рівня навченості.

Таблиця 1.

	Завдання 1 типу	Завдання 2 типу	Завдання 3 типу	Завдання 4 типу	Завдання 5 типу	Середні значення
Початковий рівень $-P_0$ (%)	10%	60%	10%	70%	10%	30%
Часові витрати на першій фазі навчання	$\frac{4}{8}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{4}{8}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{4}{4}$	$\frac{3,2}{5}$
Рівень навченості після першої фази $-P_1$ (%)	$\frac{55\%}{60\%}$	$\frac{73\%}{73\%}$	$\frac{41\%}{51\%}$	$\frac{85\%}{81\%}$	$\frac{47\%}{35\%}$	$\frac{60\%}{60\%}$
Часові витрати на другій фазі навчання	$\frac{10}{6}$	$\frac{6}{2}$	$\frac{8}{6}$	$\frac{4}{2}$	$\frac{6}{8}$	$\frac{6,8}{5}$
Загальний рі- вень навчено- сті після другої фази $-P_{maxi}$ (%)	$\frac{94\%}{83\%}$	$\frac{95\%}{79\%}$	$\frac{85\%}{67\%}$	$\frac{92\%}{91\%}$	$\frac{88\%}{64\%}$	$\frac{92\%}{76,8\%}$

В результаті застосування першої моделі інтенсивної підготовки на першій фазі навчання витрати становили 16 годин, а для другого варіанта моделі – 24 години. Загальний рівень навченості (після другої фази навчання) складає при застосуванні першого варіанта моделі – 92%, другого варіанта – 76,8%. Як видно з таблиці, при застосуванні першого варіанта моделі забезпечується скорочення витрат у 1,5-2 рази, а середній рівень підготовки фахівців підвищується більше ніж на 15%.

Таким чином, за допомогою запропонованої моделі інтенсивної підготовки у вигляді двохфазового інтенсивного навчання забезпечується прискорена професійна підготовка фахівців автоматизованих комплексів контролю повітряного простору до необхідного (максимально можливого) рівня навченості при визначених часових витратах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Михайленко В.П., Михайленко О.А., Шворов С.А. Концептуальні основи побудови тренажерно-моделюючих систем підготовки фахівців автоматизованих комплексів контролю повітряного простору // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка (ювілейний випуск). - К.: Київський університет. - 2003. - С. 123-127.
2. Михайленко А.П., Сніцаренко П.Н., Михайленко О.А. Концепція створення імітаційних систем ППО // Наука і оборона. - 1999. - № 1. - С. 31-33.
3. Математичні моделі навчання / Нестеров О.Г., Приступа С.В., Чабаненко П.П. / Під ред. П.П. Чабаненко. - Севастополь: СВМІ ім. П.С. Нахімова, 2000. - 70 с.
4. Чабаненко П.П. Повышение безошибочности деятельности операторов систем вооружения и техники ВМС при специальной подготовке личного состава и совершенствовании систем :Сб. научн. тр. - Вып.1. Севастополь: СВМІ ім. П.С. Нахімова, 2002. - С. 175-183.
5. Чабаненко П.П., Халаев Ю.Н. Прогнозирование эффективности тренажа операторов по моделям обучения // Вестник Сев ГТУ. Сб. науч. тр. - Вып. 39. - Севастополь: СХТУ, 2002. - С. 54 - 57.
6. Герасимов Б.М., Егоров Б.М. Системное проектирование средств отображения информации в АСУ. - Киев: КВИРТУ ПВО, 1983. - 348 с.
7. Шибанов Г.П. Количественная оценка деятельности человека в системах человек - техника. - М.: Машиностроение, 1983. - 263 с., ил.
8. Шворов С.А. Метод обоснования требований к тренажерам диспетчеров управления воздушным движением: // Кибернетика и вычислительная техника. - 2003. № 140 - С. 23-30.
9. Шворов С.А. Метод оптимального поэтапного планирования тренувань бойових обслуг засобів ППО :Зб. наук. пр.- вип. № 4. - К.: КВІУЗ, 2001. - С. 192-196.

Рецензент: д.т.н., проф. Герасимов Б. М.

ВИЗНАЧЕННЯ ПОТОЧНОГО РІВНЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ЇХ ПРАВИЛЬНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ

Реалізація заходів адаптивної системи технічної експлуатації [1,2,3] радіотехнічних систем військового призначення (РТС ВП) передбачає визначення реального рівня їх поточного стану. З цією метою автором запропоновано показник ймовірності правильного функціонування РТС ВП, під котрим слід розуміти умовну ймовірність безвідмовної роботи об'єктів в заданому проміжку часу при умові, що на протязі цього часу значення визначальних параметрів їх технічного стану перебуватимуть у встановлених межах і за цей час не відбудеться жодної раптової відмови [4].

Дана умова істотно впливає на стохастичні залежності, якими виражаються показники надійності РТС ВП [5], наприклад, функція готовності, або стаціонарний коефіцієнт готовності та інші. У даній статті приводяться формули основних показників готовності РТС ВП, що ґрунтуються на моделі марковського процесу їх правильного функціонування. Граф станів цього процесу показаний на рис. 1.

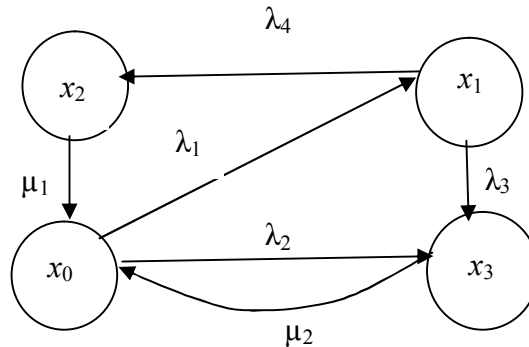


Рис. 1. Граф станів та переходів РТС ВП в процесі експлуатації

РТС ВП може перебувати у наступних станах:

x_0 - стан правильного функціонування об'єкта;

x_1 - стан неправильного функціонування об'єкта (відбувся вихід значення будь-якого визначального параметра за встановлені межі, але факт виходу не виявлений технічним персоналом);

x_2 - стан відновлення об'єкта після виявлення виходу значення будь-якого визначального параметра за встановлені межі;

x_3 - стан відновлення РТС після раптової відмови.

Відповідно до приведенного на рис. 1 графа складена система диференціальних рівнянь для визначення ймовірностей перебування відповідних об'єктів у формалізованих вище станах, що має наступний вигляд:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dp_0(t)}{dt} &= -(\lambda_1 + \lambda_2)p_0(t) + \mu_1 p_2(t) + \mu_2 p_3(t); \\ \frac{dp_1(t)}{dt} &= \lambda_1 p_0(t) - (\lambda_3 + \lambda_4)p_1(t); \\ \frac{dp_2(t)}{dt} &= \lambda_4 p_1(t) - \mu_1 p_2(t); \\ \frac{dp_3(t)}{dt} &= \lambda_2 p_0(t) + \lambda_3 p_1(t) - \mu_2 p_3(t), \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

де $p_i(t)$ - шукані ймовірності станів x_i ;

$\lambda_1, \mu_1 > 0$ - умовні щільності перехідних ймовірностей.

Лінійна диференціальна система (1) може бути вирішена загальним методом [6]. Однак, його застосування приводить до трудомістких і громіздких викладень. Коротшим і простішим на думку автора, є спосіб, при якому на підставі нормувальної умови:

$$\sum_{i=0}^3 p_i(t) = 1, \quad (2)$$

вихідна система спочатку зводиться до трьох рівнянь із шуканими ймовірностями $p_0(t)$, $p_1(t)$, $p_2(t)$, потім перетворюється в лінійне неоднорідне диференціальне рівняння 3-го порядку:

$$\frac{d^3 p_0(t)}{dt^3} + (\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \mu_1 + \mu_2) \frac{d^2 p_0(t)}{dt^2} + [(\lambda_1 \mu_1 + \lambda_1 \mu_2 + \lambda_2 \mu_1 + \mu_1 \mu_2) + (\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_1 + \mu_2)(\lambda_3 + \lambda_4)] \frac{dp_0(t)}{dt} + [(\lambda_1 + \lambda_3 + \lambda_4) \mu_1 \mu_2 + \mu_1 \lambda_1 \lambda_4 + \mu_1 (\lambda_1 \lambda_3 + \lambda_2 \lambda_3 + \lambda_2 \lambda_4)] p_0(t) = \mu_1 \mu_2 (\lambda_3 + \lambda_4), \quad (3)$$

відносно шуканої функції $p_0(t)$.

При цьому слід відмітити, що рішення рівняння (3) наочне шляхом приведення до функції:

$$p_0(t) = \text{const} = \frac{\mu_1 \mu_2 (\lambda_3 + \lambda_4)}{(\lambda_1 + \lambda_3 + \lambda_4) \mu_1 \mu_2 + \mu_2 \lambda_1 \lambda_4 + \mu_1 (\lambda_1 \lambda_3 + \lambda_2 \lambda_3 + \lambda_2 \lambda_4)}. \quad (4)$$

З виразу (4) виходить загальне рішення рівняння (3) і просто інтегрується друге і третє рівняння системи (1), а функція $p_3(t)$ виходить з рівності (2). Враховуючи викладене, приведемо остаточні формули для визначення ймовірності перебування РТС ВП у станах, що представлені на рис.1.

$$\left. \begin{aligned} p_0(t) &= c_1 e^{k_1 t} + c_2 e^{k_2 t} + c_3 e^{k_3 t} + \frac{\mu_1 \mu_2 (\lambda_3 + \lambda_4)}{\gamma}; \\ p_1(t) &= \frac{\lambda_1 c_1 e^{k_1 t}}{k_1 + \lambda_3 + \lambda_4} + \frac{\lambda_1 c_2 e^{k_2 t}}{k_2 + \lambda_3 + \lambda_4} + \frac{\lambda_1 c_3 e^{k_3 t}}{k_3 + \lambda_3 + \lambda_4} + \frac{\lambda_1 \mu_1 \mu_2}{\gamma}; \\ p_2(t) &= \frac{\lambda_1 \lambda_4 c_1 e^{k_1 t}}{(k_1 + \mu_1)(k_1 + \lambda_3 + \lambda_4)} + \frac{\lambda_1 \lambda_4 c_2 e^{k_2 t}}{(k_2 + \mu_1)(k_2 + \lambda_3 + \lambda_4)} + \frac{\lambda_1 \lambda_4 c_3 e^{k_3 t}}{(k_3 + \mu_1)(k_3 + \lambda_3 + \lambda_4)} + \frac{\lambda_1 \lambda_4 \mu_2}{\gamma}; \\ p_3(t) &= 1 - p_0(t) - p_1(t) - p_2(t), \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

де k_1, k_2, k_3 , - дійсні, різні (причому, негативні) корені характеристичного рівняння:

$$k^3 + (\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 \mu_1 + \mu_2) k^2 + [(\lambda_1 \mu_1 + \lambda_1 \mu_2 + \lambda_2 \mu_1 + \mu_1 \mu_2) + (\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_1 + \mu_2)(\lambda_3 + \lambda_4)] k + [(\lambda_1 + \lambda_3 + \lambda_4) \mu_1 \mu_2 + \mu_2 \lambda_1 \lambda_4 + \mu_1 (\lambda_1 \lambda_3 + \lambda_2 \lambda_3 + \lambda_2 \lambda_4)] = 0, \quad (6)$$

де c_1, c_2, c_3 - параметри, що визначаються по початковим умовам процесу:

$p_0(0) = 1, p_1(0) = p_2(0) = p_3(0) = 0$, із системи (5) та виражаються співвідношеннями:

$$\left. \begin{aligned} c_1 &= \frac{(\gamma - \mu_1 k_2 k_3)(k_1 + \mu_2)(k_1 + \lambda_3 + \lambda_4)}{\gamma - (k_1 - k_3)(k_1 - k_2)} \\ c_2 &= \frac{(\gamma - \mu_1 k_1 k_3)(k_2 + \mu_2)(k_2 + \lambda_3 + \lambda_4)}{\gamma - (k_2 - k_1)(k_2 - k_3)} \\ c_3 &= \frac{(\gamma - \mu_1 k_1 k_2)(k_3 + \mu_2)(k_3 + \lambda_3 + \lambda_4)}{\gamma - (k_3 - k_2)(k_3 - k_1)} \end{aligned} \right\}, \quad (7)$$

$$\text{де } r = (\lambda_1 + \lambda_3 + \lambda_4) \mu_1 \mu_2 + \mu_2 \lambda_1 \lambda_4 + \mu_1 (\lambda_1 \lambda_3 + \lambda_2 \lambda_3 + \lambda_2 \lambda_4). \quad (8)$$

Представленими формулами (5-8) цілком вирішується поставлена задача.

Функцією $p_0(t)$ визначається ймовірністю того, що в поточний момент часу t технічний пристрій знаходиться в працездатному стані й у повному обсязі і якісно виконує відведені йому функції. Ймовірність $p_0(t)$ - це нестационарний коефіцієнт готовності об'єкта в режимі правильного функціонування.

Функцією $p_1(t)$ визначається ймовірністю того, що в момент t об'єкт, хоча і знаходиться в робочому стані, але відведені йому функції виконує або не в повному обсязі, або неякісно. Якщо мова йде про електронні засоби спостереження і зв'язку, то мається на увазі перекручування інформації, що надходить, часткова втрата сигналу та інші недоліки у функціонуванні системи.

Сумою функцій $p_2(t) + p_3(t)$ виражається нестационарний коефіцієнт простою РТС, при цьому ймовірністю $p_2(t)$ - за рахунок відновлення виробу по параметричних відмовам, ймовірністю $p_3(t)$ - по раптовим.

Фінальні (стаціонарні) ймовірності можна визначити за допомогою виразу (5) граничним переходом при $t \rightarrow \infty$. Оскільки $k_i < 0$, то наочно, що:

$$\left. \begin{aligned} p_0 &= \frac{\mu_1 \mu_2 (\lambda_3 + \lambda_4)}{\gamma}, p_1 = \frac{\lambda_1 \mu_1 \mu_2}{\gamma}, \\ p_2 &= \frac{\lambda_1 \lambda_4 \mu_2}{\gamma}, p_3 = \frac{\gamma - \mu_1 \mu_2 (\lambda_1 + \lambda_3 + \lambda_4) - \lambda_1 \lambda_4 \mu_2}{\gamma} \end{aligned} \right\}, \quad (9)$$

де $p_0(t)$ - стаціонарний коефіцієнт готовності;

$p_2 + p_3$ - стаціонарний коефіцієнт простою.

Алгоритмізація задачі та її програмне забезпечення не викликають труднощів. Приведемо приклад розрахунків, (який можна використовувати для налагодження програми), стосовно до РЛС конкретного типу по наступним вихідним:

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= 0,00323 & \lambda_2 &= 0,001 & \lambda_3 &= 0,002 \\ \mu_1 &= 0,0027 & \mu_2 &= 0,028 \end{aligned}$$

Складається характеристичне рівняння (6) і знаходяться його корені. Для вибраних вихідних даних отримаємо:

$$k^3 + 0,31 k^2 + 0,021 k + 0,0004 = 0$$

$$k_1 = -0,226, \quad k_2 = -0,029, \quad k_3 = -0,056.$$

По формулах (7) обчислимо значення параметрів моделі. Одержимо

$$c_1 = -0,004, \quad c_2 = 0,03, \quad c_3 = 0,076.$$

По формулах (9) знаходимо значення фінальних ймовірностей:

$$p_0 = 0,896, \quad p_1 = 0,055, \quad p_2 = 0,012, \quad p_3 = 0,036.$$

Записуємо вираження (5) нестационарних ймовірностей станів стаціонарного марковського процесу:

$$\left. \begin{aligned} p_0(t) &= -0,0043e^{-0,231t} + 0,034e^{-0,03t} + 0,07e^{-0,05t} + 0,89 \\ p_1(t) &= -0,0001e^{-0,231t} + 0,0044e^{-0,03t} - 0,06e^{-0,05t} + 0,05 \\ p_2(t) &= -0,0042e^{-0,231t} + 0,0011e^{-0,03t} + 0,017e^{-0,05t} + 0,01 \\ p_3(t) &= -0,04e^{-0,31t} + 0,0015e^{-0,05t} + 0,06 \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Неважко переконатися, що ймовірності функції з прийнятою точністю обчислень і округлень результатів рахунка задовольняють рівняннями (1) і початкових умовам задачі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Барзилович Е.Ю., Воскобоев В.Ф. Эксплуатация авиационных систем по состоянию. - М.: Транспорт, 1981, - 196 с.
2. Смирнов Н.Н., Ицкович А.А. Обслуживание и ремонт авиационной техники по техническому состоянию. - М.:Транспорт, 1980. - 232 с.
3. Шинкарук О.Н. Методологические основы оценки и обеспечения долговечности по состоянию радиотехнических средств Пограничных войск Украины : Дис... док. тех. Наук: - Хмельницький, НАПВУ, 2001. - 336 с.
4. Шинкарук О.Н. Методические основы исследования статистико-вероятностных закономерностей правильного функционирования РТС при оценке их долговечности по состоянию. // Збірник наукових праць НАПВУ №16, частина 2. - Хмельницький: Вид. НАПВУ. - 2001. - С. 115-120.
5. Эльсгольц А.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. -М.: Наука, 1969 - 42 с.

Рецензент: д.т.н., проф. **Креденцер Б.П.**

д.т.н., проф. **Шохін Б.П.** (НДЦ ВІКНУ)
Шенгур В.А. (в/ч А-1906)
Андросенко М.О. (в/ч А-1906)

МЕТОД ОБРОБКИ ПЕРВИННОЇ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ВЕЙВЛЕТ-ПЕРЕТВОРЕННЯ

Запропоновано застосувати обробку первинної радіолокаційної інформації на основі вейвлет-перетворення відеосигналу з метою її стиснення, що зменшує вимоги до каналів зв'язку при її передачі, об'єми цифрових носіїв інформації, підвищує ефективність підготовки операторів супроводження, а також контролю технічного стану радіоелектронних пристроїв РЛС.

Предложено применить обработку первичной радиолокационной информации на основе вейвлет-преобразования видеосигнала с целью ее сжатия, что уменьшает требования к каналам связи при ее передаче, объемы цифровых носителей информации, повышает эффективность подготовки операторов сопровождения, а также контроля технического состояния радиоэлектронных приборов РЛС

Постановка задачі. Сучасні радіолокаційні станції (РЛС) спроможні видавати радіолокаційну інформацію як в аналоговому, так і в цифровому вигляді. Однак, в цифровому вигляді передається лише вторинна інформація (координати цілей), що не завжди буває достатньо для прийняття рішення в складних умовах на вищестоящому пункті управління, особливо, коли РЛС знаходиться на значній відстані.

Достатньо пригадати порушення державного кордону колишнього СРСР та проліт легкомоторного літака до столиці держави міста Москви 28 травня 1987 року. Оцінка

радіолокаційної обстановки на рівні з'єднання чи об'єднання ППО могла бути більш ефективною, якщо б була можливість оперативного отримання первинної радіолокаційної обстановки з підрозділу, що виявив порушення повітряного простору держави.

В підсистемі об'єктивного контролю комплексів засобів автоматизації на магнітну стрічку реєструється інформація у цифровому вигляді, що передається на вищестоящий командний пункт. Ця магнітна стрічка також використовується для аналізу роботи операторів супроводження та їх професійної підготовки. Запис на сучасні засоби реєстрації первинної радіолокаційної інформації в цифровому вигляді значно підвищив би ефективність підготовки операторів супроводження, особливо в умовах, коли термін перебування на військовій службі має тенденцію скорочуватися.

Аналіз накопиченої первинної радіолокаційної інформації за значний термін дозволить більш ефективно контролювати технічний стан радіолокаційних станцій.

Тому актуальною проблемою можна вважати пошук та застосування методів обробки первинної радіолокаційної інформації для її стиснення, що зменшить об'єми цифрових запам'ятовуючих пристроїв та вимоги до пропускну здатності каналів зв'язку.

Аналіз останніх досліджень. Відомо багато алгоритмів стиснення даних. Структурно їх можна розділити на дві групи – це архіватори та компресори. До архіваторів доцільно відносити ті алгоритми, що стискають дані без втрат, а до інших – ті, що стискають дані з втратами. Перші застосовуються для архівації текстової інформації, програмного коду та інших типів даних, в яких неможливі спотворення та втрати інформації.

До складу архіваторів входять такі відомі методи, як: словарні методи Зіва-Лемпела (LZ), методи контекстного моделювання Барроуза-Уїллера, кодування послідовностей повторів (RLE), переміщення стопки книг (MTF), кодування відстаней (DC), метод Хаффмана, арифметичний кодер та інші.

Компресори, що стискають дані з втратами, використовуються для стиснення сигнальної, звукової, графічної та відео інформації, де втрата деякої кількості даних не приводить до значного спотворення інформації, є за межами чутливості органів сприйняття людини.

Серед компресорів звуку найбільш відомі – це MP3 (MPEG Layer-3), G.711, G.726, G.728, G.723 та інші.

Формат MP3 розроблений компанією Fraunhofer Institute for Integrated Circuits (IIS-A) та University of Erlangen в рамках проекту цифрового аудіомовлення Digital Audio Broadcasting (DAB). Цей формат, затверджений як частина стандартів стисненого відео і аудіо MPEG1 та MPEG2 [1].

Формат MP3 довго залишався маловідомим, але кілька років назад почався швидкий зріст його популярності. В теперішній час, налагоджено виробництво апаратних варіантів реалізації MP3 для побутових та промислових цілей. Таким чином, MP3 став першим масово признаним форматом зберігання аудіо після CD-Audio.

Міжнародний стандарт кодування для передачі мови в телефонному каналі PCM був прийнятий в 1960 г. під назвою G.711. Часовий інтервал для PCM з швидкістю 64 Кбіт/с формує базовий блок для сучасних телефонних служб та обладнання.

Метод адаптивної диференційної імпульсно-кодової модуляції (adaptive differential pulse code modulation - ADPCM), прийнятий в якості стандарту в 1984 році під назвою G.726, відновлює мову майже з такою суб'єктивною оцінкою якості, як і PCM, використовуючи тільки 32 Кбіт/с. ADPCM зменшує швидкість бітового потоку вдвічі шляхом обробки різниці між двома сусідніми відліками, а не самих відліків.

При кодуванні з лінійним передбаченням (linear predictive coding - LPC) моделюються різні параметри мови людини, які передаються замість відліків або їх різниці, що потребує значно більшої пропускну здатності каналу. LPC працює з блоками відліків, а не з окремими відліками, як PCM або ADPCM. Для кожного блоку

LPC-алгоритм передає частоту основного тону, його амплітуду, флаг мовного або немовного походження сигналу та інші параметри. Буфери, що необхідні для збереження блоків даних, збільшують затримку кодування.

В [1] запропоновано адаптивний алгоритм стиснення звуку на основі вейвлетного перетворення, який переважає за середнім коефіцієнтом стиснення на 20 – 50% алгоритм MP3, який запропоновано використати для створення “вітчизняного алгоритму стиснення-відновлення сигналів”, що не поступається по ефективності формату MP3.

Застосування вейвлетного перетворення одномірного сигналу може дати більшу ефективність ніж LPC в зв'язку з тим що в ряді схем швидкого вейвлетного перетворення може застосовуватися оператор передбачення, що використовує значення відліків з обох сторін від прогнозованого.

Для двомірного сигналу, яким є графічне зображення, на сьогодні лідерами є методи, що також, використовують вейвлетне перетворення. Це, наприклад, JPEG2000, який може стискати зображення порядку від 1 до 2000 раз, в порівнянні з JPG, що був прийнятий як стандарт в 1991 році, де ступінь стиснення в межах від 1 до 100. Крім того, JPEG2000 має режим стиснення без втрат.

Дослідження в галузі вейвлетного перетворення не тільки продовжуються, а й набувають більшого темпу зростання. Пропонуються й продовжуються досліджуватися багато ефективних методів стиснення графічних зображень, які на сьогодні не є стандартами.

В комп'ютерному відео, в кодеках, що використовуються в стандарті MPEG4 для кадрової та міжкадрової обробки використовується вейвлетне перетворення.

Відомий виробник апаратних кодерів відео Analog Device випускає мікросхеми, що призначені для кодування та декодування відео в реальному масштабі часу, що використовують вейвлетне перетворення [3].

Метою статті є представлення методу обробки первинної радіолокаційної інформації з використанням вейвлет-перетворення, що підвищить ефективність існуючих методів.

Виклад основного матеріалу досліджень. Пропонується застосувати вейвлет-перетворення відеосигналу для обробки первинної радіолокаційної інформації з метою її стиснення, що зменшить вимоги до каналів зв'язку при її передачі, об'єми цифрових носіїв інформації, підвищить ефективність підготовки операторів супроводження, а також контролю технічного стану радіоелектронних пристроїв РЛС.

Це обумовлено не тільки достатнім рівнем обчислювальної потужності сучасної елементної бази та об'ємами накопичувачів цифрової інформації, а й останніми досягненнями в області дослідження сигналів та зображень, де застосування вейвлет-перетворення дає нові ефективні способи їх обробки – декомпозицію, реставрацію і ідентифікацію, видалення з них шумів, стиснення файлів та зображень тощо. Представлення функцій і сигналів у вигляді вейвлет-коефіцієнтів є ефективним для функцій з локальними особливостями, наприклад, для імпульсних і цифрових сигналів та графіки.

Відеосигнал одного зондування можна розглядати як стрічку графічного зображення, тоді відеосигнал одного періоду обороту антени РЛС буде складати повноцінне монохромне зображення, або кадр відеофільму, де можна застосувати сучасні методи стиснення графіки та відео з застосуванням вейвлет-перетворення.

Для реалізації вейвлет-перетворення пропонується використати ліфтингову схему, яка має ряд переваг перед класичною схемою вейвлет-перетворення, що особливо важливо з погляду практичного застосування. Така схема працює у часовій області, тобто незалежно від перетворення Фур'є, що потребує наявності відносно великої швидкодії обчислювальних засобів [3].

Вейвлет-перетворення за ліфтинговою схемою відбувається у три етапи: розбивка S , прогнозування P і відновлення U (рис. 1). Припустимо, що відео сигнал одного

зондування є функція $f(t)$. Позначимо його відліки через $\lambda_{0,k} = f(k)$, $k \in Z$, де Z – множина всіх дискретних значень відеосигналу одного зондування РЛС. Потрібно декорелювати цей відео сигнал, щоб знайти спосіб його представлення меншим числом відліків, що еквівалентно збільшенню інтервалу дискретизації. Ймовірно, що сигнал не буде зображено точно, відбудеться лише апроксимування його з допустимим ступенем похибки. Отже, потрібно керувати кількістю інформації, що втрачається під час апроксимації. Очевидно, що ця інформація, тобто різниця між вихідним сигналом та його апроксимацією має бути якнайменшою.

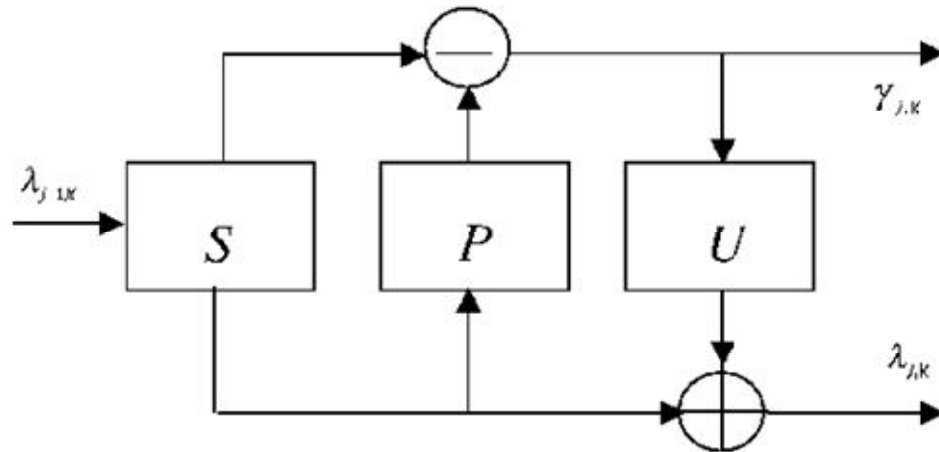


Рис.1. Ліфтингова схема: розбивка, прогнозування і відновлення

На етапі розбивки зменшується число відліків, залишаються лише парні відліки. У результаті виходить нова послідовність:

$$\lambda_{-1,k} = \lambda_{0,2k}, \quad k \in Z, \quad (1)$$

де від'ємний індекс служить для позначення послідовності меншої довжини.

Потрібно оцінити кількість втраченої інформації, яку має бути додано до послідовності $\{\lambda_{-1,k}\}$ для відновлення вхідної послідовності $\{\lambda_{0,k}\}$. Цю добавку позначають через $\{\gamma_{1,k}\}$ і називають вейвлет-коефіцієнтом. Залежно від статистики вхідного сигналу можливий вибір. Кращим є той, для якого значення вейвлет-коефіцієнтів менші. Можна припустити, що втрачена інформація просто міститься у непарних коефіцієнтах, оскільки сигнал розділили на парні і непарні відліки. Звичайно, ніякої декореляції не відбулося. Вейвлет-коефіцієнти будуть малими лише у тому разі, якщо непарні відліки малі.

На спосіб розбивки послідовності даних, і на розміри субпослідовностей не накладається ніяких обмежень. Єдиною вимогою є наявність процедури, що дозволяє відновити послідовність $\{\lambda_{0,k}\}$ за $\{\lambda_{-1,k}\}$ і $\{\gamma_{1,k}\}$. Найпростішою розбивкою може бути розподіл відрізка відеосигналу навпіл. Однак, перевагу слід віддати розподілу на парну і непарну частини, тому, що ці послідовності більш корельовані між собою. Таким чином одержуємо вейвлет Лейзі [3].

Наступний етап ліфтингової схеми-прогнозування – допомагає конструювати складніші й ефективніші вейвлети. Оскільки парні відліки безпосередньо визначають як $\lambda_{0,2k} = \lambda_{-1,k}$, то непарні можна передбачити, ґрунтуючись на кореляції вхідних даних за допомогою оператора прогнозування P :

$$\gamma_{-1,k} = P(\lambda_{-1,k}) \quad (2)$$

Вид оператора прогнозування залежить від моделі сигналу, що відображає його кореляційні зв'язки.

Як правило, неможливо точно прогнозувати $\{\gamma_{1,k}\}$ залежно від $\{\lambda_{-1,k}\}$. Однак $P(\lambda_{-1,k})$ можна максимально наблизити до $\{\lambda_{-1,k}\}$. Замінивши $\{\gamma_{-1,k}\}$ різницею між цією послідовністю і $P(\lambda_{-1,k})$, одержимо:

$$\gamma_{-1,k} = \lambda_{0,2k+1} - P(\lambda_{-1,k}). \quad (3)$$

Вейвлет-коефіцієнти тепер показують, наскільки вихідний відео сигнал не відповідає моделі, на основі якої побудовано оператор прогнозування. Якщо сигнал корельований, то вейвлет-коефіцієнти переважно будуть малими.

Зробивши відповідний вибір оператора P і замінивши вхідний сигнал меншими послідовностями $\{\lambda_{-1,k}\}$ і $\{\gamma_{-1,k}\}$, можна отримати компактне зображення сигналу.

Якщо вхідні дані мають високий ступінь кореляції, то для прогнозування непарних відліків $\lambda_{0,2k+1}$ достатньо взяти середнє значення їхніх (парних) сусідів: $\lambda_{-1,k}$ і $\lambda_{-1,k+1}$. Тоді вейвлет-коефіцієнти запишемо так:

$$\gamma_{-1,k} = \lambda_{0,2k+1} - \frac{1}{2}(\lambda_{-1,k} + \lambda_{-1,k+1}) \quad (4)$$

Використана в даному випадку модель є кусково-лінійною функцією довжиною у 2 інтервали, або нічим іншим, як поліноміальною інтерполяцією першого ступеню [6]. Якщо вихідний сигнал збігається з цією моделлю, то усі вейвлет-коефіцієнти будуть нульовими. Тобто вейвлет-коефіцієнти показують, наскільки сигнал не є лінійним. Щодо частотного наповнення вейвлет-коефіцієнти відображають височастотні складові сигналу. Послідовність $\{\lambda_{-1,k}\}$ відображає низькі частоти сигналу.

Далі виконуємо ітерацію. Послідовність $\{\lambda_{-1,k}\}$ треба розділити на $\{\lambda_{-2,k}\}$ і $\{\gamma_{-2,k}\}$, потім $\{\gamma_{-2,k}\}$ замінити різницею між $\{\gamma_{-2,k}\}$ і $P(\lambda_{-2,k})$. Після n ітерацій отримуємо розкладений у вейвлет-базис вихідний сигнал $\{\lambda_{-n,k}, \gamma_{-n,k}, \dots, \gamma_{-1,k}\}$. Вейвлет-коефіцієнти кодують відмінність сигналу від деякої вибраної моделі і це дає компактне зображення сигналу.

Прогнозування не обов'язково має бути лінійним. Як модель можна використовувати поліном будь-якого порядку. При цьому здійснюється апроксимація вихідного сигналу функцією, що визначена на всій осі дійсних чисел.

При комп'ютерному моделюванні вейвлет-перетворення на основі ліфтингової схеми за оператор прогнозування було взято інтерполяційну функцію у вигляді полінома третього ступеню, що задається локально [6]. Прогнозування непарних членів послідовності здійснюється з використанням значень чотирьох парних членів цієї послідовності, в якій два парних члени стоять ліворуч від того, що підлягає прогнозуванню, а два інших – праворуч.

Піраміда розкладання послідовності на вейвлет-коефіцієнти має вісім рівнів. Кожний рівень складається з двох вейвлет-коефіцієнтів, утворених у результаті розкладання парних членів послідовності попереднього рівня.

Таким чином, результатом вейвлет-перетворення є парні члени восьмого рівня піраміди розкладання послідовності на вейвлет-коефіцієнти, якими є кожен 256-ті члени вхідної послідовності та різниці між дійсними значеннями попереднього рівня і значеннями оператора прогнозування відповідно всіх восьми рівнів.

Сума отриманих у результаті вейвлет-перетворення членів вейвлет-коефіцієнтів становить кількість членів вхідної послідовності. Але дійсних значень зменшилося у 256 разів, інші несуть інформацію деталізуючого характеру, а саме, наскільки значення, що прогнозується, відрізняється від дійсного значення попереднього рівня піраміди розкладання. Цю особливість можна застосувати для очищення відеосигналу від шуму.

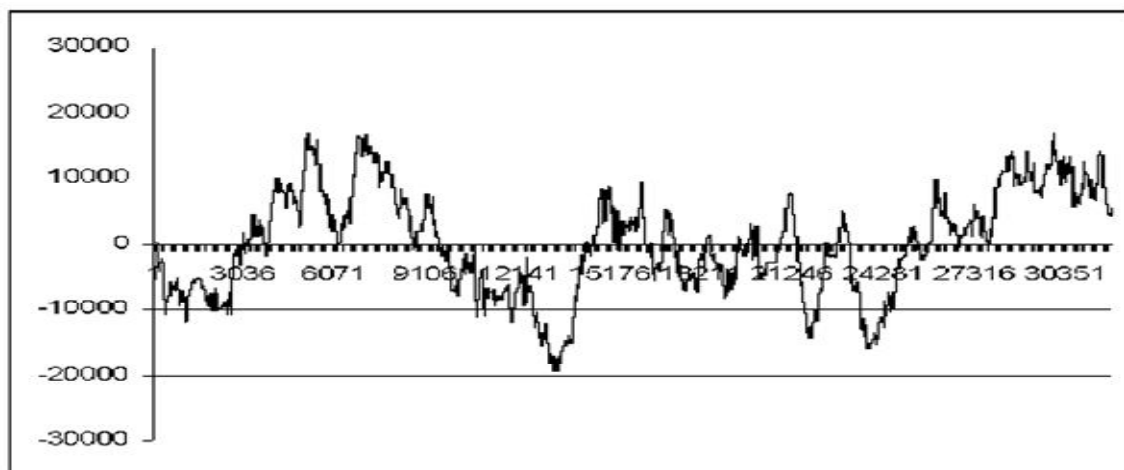
Алгоритм очищення сигналу від шуму базується на встановленні порогу за абсолютним значенням для деталізуючих коефіцієнтів. Після зворотного вейвлет-перетворення відбувається відновлення вхідного сигналу або, точніше, наближення до вхідного сигналу. В результаті маємо наближений сигнал, вільний від шумової складової. Оскільки деталізуючі вейвлет-коефіцієнти несуть в собі інформацію про близько 99 відсотків частотного діапазону сигналу, то зменшення рівня шуму відбувається у цьому частотному діапазоні. Маніпулюючи значенням порогу, можна регулювати рівень очищення сигналу від шуму. Проте, занадто великий рівень порогу призводить до погіршення якості сигналу.

На рис. 2а показано сигнал з шумом та два варіанти очищення сигналу: від шуму з порогом в -30дБ (рис. 2б) і з порогом -24дБ (рис. 2в), що демонструє ефективність і водночас простоту реалізації.

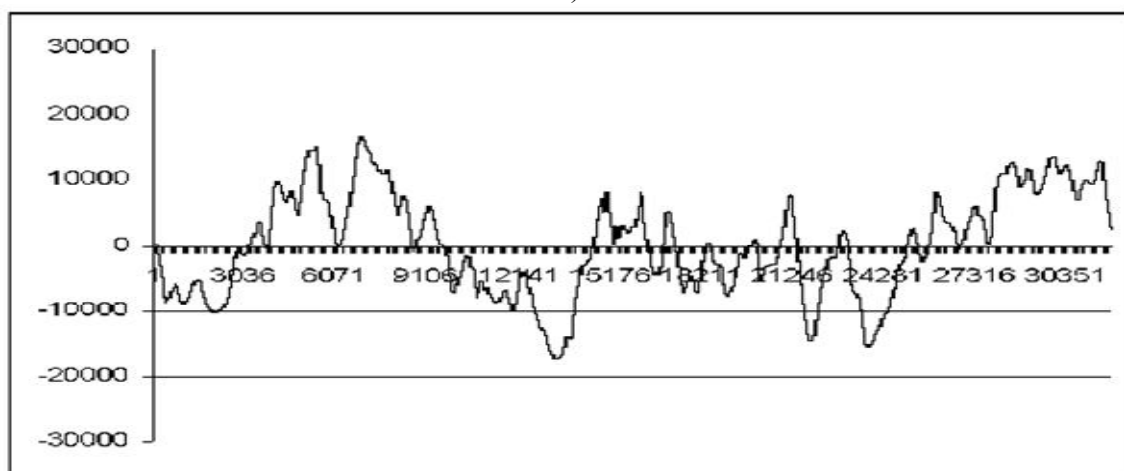
Таким чином, процес очищення сигналу від шуму зводиться до трьох послідовних операцій: пряме швидке вейвлет-перетворення на основі оператора прогнозування; встановлення порогу за абсолютним значенням для деталізуючих коефіцієнтів вейвлет-перетворення; зворотне швидке вейвлет-перетворення на основі оператора прогнозування.



Рис. 2а



б)



в)

Рис.2. Очищення сигналу від шуму методом встановлення порогу за абсолютним значенням для деталізуючих коефіцієнтів вейвлет-перетворення

Використання запропонованої методики дозволяє розділяти відеосигнал на дві складові – сигнальну і шумову в межах одного зондування. Цю дуже важливу властивість можна використати, насамперед, за прямим призначенням – для очищення відеосигналу від шумової складової, а також для побудови алгоритмів його стиснення.

Цю ж саму послідовність дій можна використати для другої мірності графічного зображення, що утворилося в результаті одного обороту антени РЛС, тобто окремо для всіх дискретних значень, що відповідають однаковій дальності. Тут також, присутня значна кореляція між значеннями відліків однакової дальності але різного азимуту, тому застосування, наприклад, ліфтингової схеми може дати ефективний результат. Таким чином, ліфтингову схему вейвлет-перетворення можна використати для стиснення графічного зображення, яким є відеосигнал одного обороту антени РЛС.

Очевидно, що після обробки поточного графічного зображення немає необхідності зберігати його на цифровому носії інформації або передавати в канал зв'язку, а оцінити лише різницю між попереднім графічним зображенням і поточним. Тут також можна використати вейвлетне перетворення, а точніше, оцінку різниці між вейвлет-коефіцієнтами попереднього та поточного графічного зображення. Вейвлет-коефіцієнти, що відповідають низькочастотним смугам відеосигналу, будуть мати незначні відмінності, оскільки діаграма направленості антени РЛС залежить від її режиму роботи і має на практиці значний період зміни, а в деяких типах РЛС використовується, як правило, лише одна. Більш значні зміни між низькочастотними вейвлет-коефіцієнтами будуть спостерігатися в тих місцях, де знаходиться відеосигнал від рухомих об'єктів. Ці відмінності й необхідно піддавати подальшій обробці, а саме підготовці до кодування і безпосередньо кодуванню.

Що стосується деталізуючих вейвлет-коефіцієнтів попереднього та поточного зображення, то вони несуть в собі інформацію, в основному, про шумові складові відеосигналу. Їх обробка та подальше збереження чи передача в канал зв'язку залежатиме від конкретного призначення засобу, де ця обробка проходить.

Якщо накопичити таким чином оброблену відео інформацію за десятки, сотні обертів антени РЛС, то можна застосувати методи її обробки, що є в сучасних відео кодексах, таких наприклад, як DivX, Xvid та інших.

Як правило, при кодуванні відео цілком кодуються так звані базові кадри, відстань між якими може досягати 300 для DivX 5.1.1. Між базовими можуть бути так звані односторонні чи двосторонні кадри. Звичайно, використання двосторонніх кадрів дає більшу ефективність, тому що для їх кодування використовується інформація не тільки про кадри, що стоять попереду, а й про ті, що стоять за ними. Причому не обов'язково це повинні бути базові кадри.

У нашому випадку, коли мова йде про кодування відеосигналу РЛС, ситуація дещо простіша. По-перше, відеосигнал РЛС має монохромний вид, а по-друге, кадри мають лише незначні зміни, що характерно для стаціонарних РЛС з постійною діаграмою направленості антени, та їх частота всього 0,1 кадра/сек.

Висновки та перспективи подальшого дослідження в даному напрямку. Застосування вейвлет-перетворення відеосигналу РЛС відкриває нові можливості для розробки нових методів видалення як пасивних, так і активних завад з первинної радіолокаційної інформації, підвищення ефективності виявлення радіолокаційних цілей.

Накопичену таким чином відеоінформацію можна застосовувати для контролю функціонування РЛС, а також для підготовки операторів супроводження, що є також, економічно вигідно, так як немає при цьому необхідності тримати включеними самі РЛС.

Подальші дослідження необхідно направити на визначення статистичних характеристик вейвлет-коефіцієнтів реального відеосигналу РЛС для вибору оптимального оператора прогнозування ліфтингової схеми вейвлет-перетворення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Давлетьянц А.А. Адаптивный алгоритм сжатия речевых сигналов // КМУЦА. Захист інформації. - 2003. - №2. - С.46-51.
2. Втолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. - <http://www.compression.ru/>. - 2003. - 324 с.
3. Воробьев В.И., Грибунин В.Г. Теория и практика вейвлет-преобразования. - С.-Пб.: ВУС, 1999. - С. 1-204.
4. Дьяконов В.П. Вейвлеты. от теории к практике. - М.: СОЛОН-Р, 2002. - 448 с.
5. Чуи К. Введение в вейвлеты: Пер. с англ. - М.: Мир, 2001.- 412 с.
6. Дьяконов В.П. Справочник по алгоритмам на языке бейсик для персональных ЭВМ.- М.: Наука, 1987.- 240 с.
7. Куликовский Л.Ф., Мотов В.В. Теоретические основы информационных процессов: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высш. шк., 1987. - 248 с.

Рецензент: д.т.н. **Б.Ю.Тука**

к.пед.н. **Балашова С.П.** (ВІКНУ)

ПЕДАГОГІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ УМІНЬ У КУРСАНТІВ-ПСИХОЛОГІВ

Розглянуті підходи до вивчення поняття “педагогічна технологія” та розкрита педагогічна технологія формування дослідницьких умінь у курсантів-психологів.

Рассмотрены подходы к изучению понятия “педагогическая технология” и раскрыта педагогическая технология формирования исследовательских умений у курсантов-психологов.

The approaches to study the notion of pedagogical technique are elaborated and the pedagogical technique of compiling the research skills for the future-psychologists.

Сучасне суспільство потребує професіоналів, творчих особистостей, яскравих індивідуальностей, котрі здатні самостійно, по-новому ставити перед собою цілі, завдання, пропонувати нестандартні рішення. У той же час суспільство має нарешті виконати свою найвищу гуманістичну місію – забезпечити простір для творчого розвитку кожного, виховуючи у людини почуття особистої відповідальності за те, щоб вона реалізувала себе та задовольняла свої духовні потреби. Тому значною мірою реформування вищої військової освіти в Україні визначається підготовкою майбутнього офіцера-психолога до творчої професійної діяльності, розвитком творчих якостей його особистості, створенням умов для його професійної дослідницької діяльності під час несення служби у ЗСУ. Сучасній армії потрібен не просто військовий професіонал, а військовий психолог-дослідник, який робить внесок як в удосконаленні практики, так і розвиток науки.

В умовах соціально-економічних перетворень дві домінуючі тенденції, які визначають розвиток і реформування освітніх систем: гуманізація і технологізація освітньої діяльності. Н.В.Борисова відмічає, що аналіз літературних джерел по проблемі „технологія” стосовно до освіти, а також узагальнення зарубіжного і вітчизняного досвіду технологізації педагогічної діяльності дозволяє вважати правомірним включення понять „освітня технологія” і „технологія освітньої діяльності” у категоріальний апарат педагогіки. Цей автор робить висновок на основі порівняльного аналізу застосування у педагогічній науці словосполучень із терміном „технологія”, що найбільшу педагогічну конструктивність має поняття „освітня технологія”. Н.В.Борисова правомірно вважає, що у контексті гуманізації освіти освітні технології повинні мати особистісно-орієнтований характер[1].

Особистісна орієнтація як поняття є педагогічною категорією, сутність якої полягає у такому підході до проектування і реалізації освітнього процесу, при якому метою і мірою його ефективності є особистісний і професійний розвиток людини (студента, курсанта, офіцера). Особистісна орієнтація є необхідною умовою і метою гуманізації освіти, а технології – засобом її здійснення у конкретному навчальному процесі. Вчена вважає, що об'єктами технологізації в освітній діяльності є цілі, зміст, організаційні форми сприйняття, переробки і уявлення інформації, взаємодії суб'єктів освітньої діяльності, процедури їх особистісно-професійної поведінки, самоуправління і творчого розвитку. Продуктами технологізації освітнього процесу є особистісні соціально і професійно значущі алгоритми, стереотипи поведінки, мірою доцільності ефективності яких слугує успішність і конкурентноздатність випускників освітньої установи.

Н.Б.Борисова дає визначення особистісно-орієнтованої технології як різновиду педагогічної діяльності: це процес і результат створення (проектування) адекватної до потреб і можливостям особистості і суспільства системи соціалізації, особистісного і професійного розвитку людини в освітній установі, яка складається зі спеціальним чином сконструйованої під задану мету методологічних, дидактичних, психологічних, інтелектуальних, інформаційних і практичних дій, операцій, прийомів, кроків учасників освітнього процесу, які гарантують досягнення поставлених освітніх цілей і свободу їх свідомого вибору.

До конкретних процедур технологізації освітнього процесу (на прикладі викладачів гуманітарних курсів), які можна розглядати у контексті загальної моделі технологізації, ми відносимо такі дії, які здійснюються як на рівні всього навчального закладу, так і на рівні конкретного викладача: уточнення і (або) конкретизація моделі майбутнього спеціаліста (прогностичного типу) і виявлення у ній компонента, який забезпечується гуманітарними дисциплінами (технологізація цілей освіти); відбір змісту в рамках конкретної дисципліни на основі державного освітнього стандарту в усіх його проявах: кваліфікаційної характеристики професіонала і результатів маркетингових потреб у конкретних регіонах і галузях економіки (технологізація взаємодії цілей і змісту освіти); „упаковка” навчальних дисциплін, тобто, структурування навчальної інформації з врахуванням специфіки майбутньої діяльності, цілей розвитку особистості і особливостей мислення і сприйняття тих, хто навчається (технологізація представлення навчальних предметів); кореляція базових понять всіх дисциплін, які вивчаються в освітній установі, з метою синтезування їх змісту і формування цілісного сприйняття і мислення у майбутніх спеціалістів (технологізація понятійного апарату); розгортання (організація) взаємодії студентів і викладачів на матеріалі змісту гуманітарних дисциплін у режимі використання особистісно-орієнтованих освітніх технологій як в умовах аудиторного, так і позааудиторного спілкування (технологізація особистісно-професійної взаємодії учасників освітнього процесу); моніторинг якостей (контроль і корекція процесу) досягнення освітніх цілей, поставлених у кваліфікаційних характеристиках професіонала, на основі використання особистісно-орієнтованих процедур (технологія одержання зворотного зв'язку).

Підсистемою освітньої технології є педагогічна технологія.

В 70-ті роки в науковій літературі визначення поняття педагогічної технології трактувалось, як комплексний, інтегрований процес, що включає людей, ідеї, засоби та способи організації діяльності для аналізу проблем планування, забезпечення, оцінювання та управління вирішенням проблем, що охоплюють всі аспекти засвоєння знань. В наш час з'являються сучасні тлумачення педагогічної технології. Ю.Б. Бондарчук дає визначення педагогічної технології як організації цілісного навчально-виховного процесу, який передбачає не тільки організацію творчої праці, а й має на увазі особливості учня та педагога, їх взаємодію, виховання високої організації на основі педагогічної співдружності. Поняття „педагогічна технологія” розглядають як комплекс дій, засобів діяльності вчителя, складовими яких є речовинно-предметні,

алгоритмічні та психологічні компоненти, що гарантують активізацію і розвиток свідомості, високу психічну та фізичну працездатність учнів. В.П.Беспалько вважає, що педагогічна технологія – це наукове структурування (опис) педагогічного процесу з допомогою аналізу, відбору, конструювання та контролю всіх його керованих компонентів у всіх її взаємозв'язках з наступним відтворенням проекту в навчальній аудиторії[3].

Д.В.Чернілевський визначає технологію навчання як комплексну інтегративну систему, яка включає впорядковану множину операцій і дій, які забезпечують педагогічне цілевизначення, змістовні, інформаційно-предметні і процесуальні аспекти, спрямовані на засвоєння знань, набуття професійних умінь і формування особистісних якостей тих, хто навчається, відповідно до заданих цілей навчання[4].

Аналізуючи різні підходи до дефініції „педагогічна технологія”, ми вважаємо, що педагогічна технологія є діяльним сценарієм організації навчально-пізнавальної діяльності курсантів з метою опанування обраною професією. У своєму конкретному вигляді педагогічна технологія є передбаченою моделлю системи дій викладача і курсантів, які необхідно виконати у процесі оптимально організованого навчально-виховного процесу з метою одержання високого рівня професіоналізму. Педагогічна технологія формування дослідницьких умінь курсантів-психологів спирається на закони навчання і розвитку особистості, динамічні процеси формування інтелектуальних, моральних, соціальних, фізичних рис і професійних якостей. Педагогічна технологія навчання у вищому військовому закладі освіти ґрунтується на чітких критеріях вихованості, діагностування, прогнозуванні, контролі й корекції досягнутих зрушень.

Педагогічна технологія формування дослідницьких умінь у курсантів-психологів в процесі вивчення навчальних дисциплін будується на принципах педагогічної творчості: діагностики (передбачає організацію навчально-виховного процесу з врахуванням результатів оцінювання рівня сформованості дослідницьких умінь курсантів); оптимальності (виражає необхідність відбору форм, методів і засобів навчання залежно від рівня розвитку дослідницьких умінь і конкретних умов педагогічної праці); креативності (виявлення можливостей змісту, форм і методів навчання для посилення його орієнтації на формування дослідницьких умінь курсантів); варіантності (виражає необхідність подолання одноманітності змісту, форм, методів навчання).

Педагогічна технологія формування дослідницьких умінь у курсантів-психологів в процесі навчання у ВВНЗ включає:

- педагогічне оцінювання рівня сформованості дослідницьких умінь курсантів;
- відбір змісту навчального матеріалу щодо формування дослідницьких умінь курсантів;
- визначення доцільних форм і методів реалізації змісту навчальних дисциплін;
- розробка системи дидактичних завдань для формування дослідницьких умінь курсантів;
- розробка видів контролю.

Нами розроблена і теоретично обґрунтована методика педагогічного оцінювання дослідницьких умінь курсантів. Педагогічне оцінювання дослідницьких умінь майбутніх офіцерів проводиться на основі розробленого та теоретично обґрунтованого змісту, структури дослідницьких умінь та критеріїв оцінювання рівня їх сформованості у курсантів. Оцінювання проводиться методом незалежних експертних оцінок. Це дало нам можливість, по-перше, проаналізувати розвиток дослідницьких умінь кожного курсанта і побудувати його дослідницький профіль; по-друге, спланувати військово-дидактичний процес; по-третє, внести корективи у форми і методи навчання, які сприяють підвищенню ефективності формування і розвитку дослідницьких умінь в процесі вивчення навчальних дисциплін.

Знання та уміння в області фундаментальних та військових дисциплін є важливим елементом професійної освіти майбутнього офіцера.

Зміст, яким оволодіває майбутній офіцер, виконує в його професійній діяльності одну із основних функцій: він виступає в якості засобу з метою впливу на формування особистості військовослужбовця. Зміст навчальних дисциплін впливає на формування дослідницьких умінь майбутнього офіцера і націлює його на ефективну взаємодію з військовослужбовцями для розвитку їх творчих здібностей у навчально-виховному процесі. Для цього курсанту необхідно орієнтуватися в історії і методології цих наук, знати їх світоглядний потенціал і варіанти виходу в практику. З іншого боку, викладання психолого-педагогічних дисциплін спрямовує курсантів на озброєння їх новітніми технологіями, які націлені на формування творчих умінь військовослужбовців, зокрема дослідницьких.

В процесі вивчення фундаментальних дисциплін у майбутніх офіцерів-психологів формуються елементи наукового світогляду, творчого мислення інтелектуальної активності, творчої фантазії, проблемного бачення, загальної культури, на базі яких він, в подальшому, буде формувати творчу особистість свого підлеглого. На противагу предметам психолого-педагогічного циклу, які ознайомлюють курсанта із закономірностями формування особистості, фундаментальні дисципліни озброюють його „будівельним матеріалом” для практичної реалізації такого формування. Крім того, вивчення цих предметів є важливим резервом збагачення професійного мислення, формування дослідницьких умінь майбутнього фахівця, його уявленню про шляхи і засоби вирішення навчально-виховних задач. в процесі засвоєння цих предметів курсанти також засвоюють зразки як педагогічної, так і професійної діяльності.

Крім того, предмети фундаментального циклу спрямовані розвивати риси творчої особистості майбутнього офіцера, а також на формування і розвиток їх дослідницьких умінь. Метою викладачів фундаментальних дисциплін є викладання свого предмету не як „чистої науки”, а викладання, яке повинно орієнтуватися на розвиток творчої особистості курсанта, актуальні задачі її розвитку. Методи викладання цих дисциплін на початковому етапі підготовки майбутнього офіцера спочатку повинні переконати курсанта, що вивчення цих дисциплін формують і розвивають їх як дослідника, а також йому необхідно знати ці предмети, щоб формувати світоглядні позиції підлеглого, готувати їх до прояву їх творчих здібностей в будь-якій галузі нашого суспільства.

Всі навчальні предмети як фундаментального так і психолого-педагогічного циклу опановуються протягом всього періоду навчання у ВВНЗ. В залежності від цього, для ефективного розвитку і формування дослідницьких умінь з навчальних предметів, ми передбачаємо: їх узгодження у часі, дотримання наступності і логіки вивчення, використання міжпредметних зв'язків.

Аналіз і виявлення можливостей змісту навчального матеріалу з кожної навчальної дисципліни, яка викладається у ВІКНУ для планомірного і цілеспрямованого розвитку у курсантів-психологів дослідницьких умінь проводиться за допомогою картки розвитку дослідницьких умінь з конкретного навчального предмету. На підставі аналізу змісту навчального матеріалу виявляються потенціальні можливості, які закладені у зміст навчальної дисципліни, як для розвитку дослідницьких умінь, так і творчої особистості майбутнього офіцера в цілому. Це дає змогу всебічно використовувати зміст навчального матеріалу навчальних предметів з метою посилення ефективності у розвитку і формуванні дослідницьких умінь курсантів-психологів. Крім того, такий підхід дає можливість після аналізу навчального матеріалу предмету підібрати такі форми і методи організації навчального процесу, які забезпечують найефективніше використання змісту певної теми для розвитку дослідницьких умінь, які будуть сприяти подальшій успішній творчій діяльності майбутнього офіцера.

Варіантами технології щодо формування дослідницьких умінь курсантів є: навчання на основі систематичних досліджень, навчання на основі ігрового моделювання, дискусії на основі сумісного визначення позицій, прийняття рішень.

Отже, на ефективне формування дослідницьких умінь у курсантів-психологів під час військово-дидактичного процесу впливає проектування навчального процесу з урахуванням основних закономірностей і етапів творчого процесу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Н.В.Борисова. Технологичность образовательного процесса как показатель его качества // Среднее специальное образование, 1998. - № 3. - С. 17-20.
2. Бондарчук Ю.Б. Нові технології навчання і НМЗ. Вип. 9. - К.: 1993. - С.13.
3. Беспалько В.П., Беспалько П.В. Педагогическая технология // Новые методы и средства обучения. Вып. 2 (6). - М.: Знание, 1989. - 53 с.
4. Технология обучения в высшей школе. Учебное издание / Чернилевский Д.В., Филатов О.К. / Под ред. Д.В. Чернилевского. - М.: „Экспедитор”, 1996. - 288 с.

Рецензент: д.пед.н., професор **Плахотнік О.В.**

д.е.н., проф. **Купалова Г.І.** (КНУ)

РЕФОРМУВАННЯ ВИЩОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ОСВІТИ В КОНТЕКСТ БОЛОНСЬКОГО ПРОЦЕСУ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАЦІОНАЛЬНИХ ІНТЕРЕСІВ І СОЦІАЛЬНИХ ПРІОРИТЕТІВ

Проведено аналіз професійної і територіальної мобільності молоді та виявлені фактори, що впливають на неї. Сформульовані пропозиції щодо упередження можливих негативних наслідків посилення мобільності студентів для вітчизняної економіки та ринку праці в зв'язку з переходом на європейські стандарти освіти.

Сделан анализ профессиональной и территориальной мобильности молодежи и определены факторы, которые влияют на нее. Сформулированы предложения по упреждению возможных отрицательных последствий усиления мобильности студентов для отечественной экономики и рынка труда в связи с переходом на европейские стандарты образования.

It was done the analysis of professional and territorial youth mobility and discovered the factors, which influence it. The proposals on prevention of possible negative consequences of enforcement of students' mobility for domestic economy as well as for labour market in connection with the transition to the European educational standards were formulated.

На нинішньому етапі глобалізації економіки, становлення соціально орієнтованого ринку праці розвитку освіти і науки відводиться велика роль у підвищенні ефективності суспільного виробництва та добробуту громадян. В розвинених зарубіжних країнах налічується більше половини, а в США – дві третини населення зайнятого розумовою працею. В Японії, де ще 30 років тому був взятий курс на загальну вищу освіту, 90% молоді здобуває 12-ти річну середню освіту. Вищу освіту мають громадяни: у віці 20–24 роки – 25%, 25–34 роки – понад 42%, 35–44 роки – 27%, 45–54 роки – більше 15% і 55–64 роки – 11%. В США 12-ти класну і більш високу освіту мають 85% дорослих громадян, і не менше половини з них – здобули вищу освіту [1, с.68; 10, с.131].

Розуміючи всю важливість та необхідність подальшого розвитку системи вітчизняної освіти і науки в цілому, а також економічної і військової зокрема, протягом останніх років відбувається їх реформування шляхом входження в європейський освітянський простір. Нині Європейський Союз є могутнім політичним і економічним утворенням. До нього ввійшли 25 країн із чисельність майже 0,5 млрд. осіб та 11 000

млрд. доларів валового внутрішнього продукту, що перевищує аналогічні показники однієї із могутніх країн світу – США.

Пріоритетними напрямками соціальної політики Європейського Союзу в останні роки (з 1999 р.) стали заходи щодо об'єднання (гармонізації) системи вищої освіти країн-членів ЄС для створення „європейського простору вищої освіти”, які найшли своє закономірне відображення у Болонській декларації – зобов'язанні 29 європейських країн. За влучним висловлюванням А.П. Чехова, яке найшло підтвердження на сучасному розвитку суспільства, освіта та наука, як і таблиця множення, інтернаціональні.

Виходячи з актуальності зазначених інтеграційних процесів, обговоренню та вивченню їх переваг і невирішених нині в умовах становлення ринкової економіки та очікуваних проблем присвячені ряд розробок і публікацій вчених, педагогів, керівників різних рівнів управління таких як: Н.Л. Грек, О.А. Грішнова, Г.І. Євтушенко, Т.А. Заяць, І. Каленюк, А.М. Колот, К. Корсак, В.І. Куценко, В.С. Лопух, М.Д. Романюк, Н. Шкиль, В.Щеколодкін та інші [1-11]. На ці та інші дослідження ми спиралися при вивченні проблем зближення національної та європейської систем освіти.

Проте, не дивлячись на отримані наукові результати, нині вивчені ще не всі питання складного процесу переходу України на європейські стандарти освіти. Зокрема, це стосується соціально-економічних аспектів професійної та територіальної мобільності студентів, особливо тих, хто здобуває військову спеціальність по лінії Міністерства оборони України, і має доступ до інформації, яка містить державну, комерційну таємницю. Як відомо, згідно положень Болонського процесу, сприяння мобільності студентів є одним із основних завдань модернізації вищої освіти.

Саме цим питанням і присвячене дане дослідження. Основна *мета* його полягала у розробці практичних рекомендацій щодо поліпшення мобільності студентів і упередження її можливих негативних наслідків для вітчизняної економіки та ринку праці.

Досягнення зазначеної мети передбачало вирішення таких *завдань*: на основі комплексного аналізу дати оцінку рівня мобільності молоді, виявити фактори, що впливають на даний процес, і розробити конкретні пропозиції щодо його активізації та зменшення очікуваних негативних наслідків.

Об'єктом дослідження виступали процеси професійної та територіальної рухливості населення України, в тому числі і студентів.

В результаті проведеного нами аналізу встановлено, що нині мобільність відіграє велику роль у формуванні світового ринку праці, розвитку освіти, науки, економіки. За розрахунками фахівців, за межами своїх країн проживають до 150 млн. осіб, або приблизно 2% населення планети, а за межами України - 5-7 млн. осіб [2, с. 26].

На нашу думку, при переході України на європейські стандарти освіти обов'язково матиме місце підвищення мобільності освіченої молоді. Цей процес не залишить осторонь і студентів, яких навчають на замовлення Міністерства оборони України. Це суттєво і неоднозначно впливатиме на формування кон'юнктури вітчизняного ринку праці, відтворення, якості та ефективності використання робочої сили, забезпечення національних інтересів і соціальних пріоритетів.

З одного боку, очікуються позитивні результати. Вони полягатимуть у розширенні діапазону знань молоді, підвищенні її конкурентноздатності завдяки опануванню нових сучасних знань, іноземних мов, у кращій мотивації освіти і праці, подоланні „інтелектуальної ізоляції” тощо. З іншого боку, підвищення мобільності молоді безсумнівно ускладнить кон'юнктуру вітчизняного ринку праці, призведе до виїзду в інші, більш багаті, розвинені зарубіжні держави, а згодом і втрати найбільш перспективної, працездатної, талановитої та освіченої молоді, конкурентоспроможної як на внутрішньому, так і зовнішньому ринку. Крім того, вимушена еміграція спричиняє сімейні проблеми – розлучення, недостатній догляд за дітьми, розрив із

сім'єю тощо. Це підтверджують і результати соціологічних обстежень вчених-економістів. Так, за дослідженнями автора та А.Б. Клиновського, проведеного у 2003 р. на матеріалах Рівненської області (опитано 677 осіб працездатного віку, з них 331 чоловік і 346 жінок, понад дві третини з яких була молодь, а саме студенти вищих навчальних закладів), встановлено основні причини міграції та еміграції, а також їх негативні наслідки. На думку респондентів, основними спонукальними мотивами до зміни місця проживання є: відсутність робочих місць (26,2% відповідей); низькі доходи (24,8%); низький рівень життя (23,3%); сімейні обставини (9,2%); відсутність перспективи професійного росту (6,8%); відсутність житла (4,4%); тощо (5,3 %). Причини, вказані респондентами, та інші негаразди стали спонукальним мотивом до еміграції. Так, якби була можливість, хотіли б змінити місце свого проживання і виїхати в іншу місцевість в Україні 60,9% респондентів, а в інші країни - 41,3% . Серед бажаних країн еміграції були названі: США, Канада (57,7% відповідей), країни Західної Європи (38,5%) і Близького Сходу (3,8%).

Міждержавна трудова міграція та еміграція має, як вже зазначалося вище, не тільки позитивні, а й негативні сторони. Серед останніх слід назвати відтік із країни перспективних, кваліфікованих, працелюбних кадрів, що збіднює загальний науковий, професійний потенціал, ускладнює сімейні стосунки і часто призводить до їх розриву. Так, на думку опитаних, основними соціально-економічними наслідками еміграції є: сімейні проблеми, розлучення – 30% загальної кількості відповідей; погіршення кадрового потенціалу, нестача кваліфікованих молодих кадрів – 25,7%; погіршення економічного стану країни – 17,9%; зниження загального наукового, освітнього та культурного рівня громадян – 15,7%. Тільки 3,6% респондентів сказали, що еміграція має позитивний вплив і 3,6% - знижує рівень безробіття (табл.1).

Відповіді респондентів на питання „Як впливає еміграція на економіку Рівненської області?“, 2003 р., % до загальної кількості відповідей*

Таблиця 1.

Відповідь	Чоловіки	Жінки	В середньому
Призводить до сімейних проблем, розлучень	23,3	35,0	30,0
Погіршує кадровий потенціал, призводить до нестачі кваліфікованих молодих кадрів	26,8	25,0	25,7
Погіршує економічний стан області та країни	18,3	17,5	17,9
Знижує загальний науковий, освітній та культурний рівень громадян	8,3	21,3	15,7
Має позитивний вплив	11,7	1,3	5,7
Знижує рівень безробіття	8,3	-	3,6
Зовсім не впливає	3,3	-	1,4
Разом	100,0	100,0	100,0

Зазначимо, що в Україні має місце достатньо високий рівень міграційної активності населення. Причому в більшості регіонів обсяг міграційного відтоку населення перевищує його природне вибуття. Низькі заробітки, відсутність вільних робочих місць, безробіття, неможливість самореалізації, у першу, чергу для молоді призвели до значних міждержавних міграційних та еміграційних переміщень. За даними Державного комітету статистики України, тільки у 1994 - 2000 рр. до країн колишнього СРСР, Ізраїлю, США, Німеччини, Канади з України емігрували 686,5 тис. чол. З них до: колишніх радянських республік – 373,7 тис. чол. (54,4% від усіх емігрантів), Ізраїлю – 141,1 тис. чол. (20,5%), США – 89,3 тис. чол. (13,0%), Німеччини – 72,9 тис. чол. (10,6%) і до Канади – 9,5 тис. чол. (1,4%). У 2003 р. з України емігрувало 786, 2 тис. осіб, а прибули 762,0 тис. осіб. Тобто, від'ємне сальдо міграції

склало 24,2 тис. осіб, у тому числі, внаслідок міграції в країни далекого зарубіжжя –16,4 тис. осіб і в країні СНД – 7,8 тис. осіб.

На нашу думку, враховуючи високий загальноосвітній і професійно-кваліфікаційний рівень підготовки емігрантів, Україна втрачає, а інші країни отримують найбільш продуктивну робочу силу при незначних державних витратах. Особливо тривожною є стійка тенденція відтоку з України інтелектуальної, високоосвіченої частини населення, „відтік мізків”. За результатами досліджень науково-дослідних організацій ООН, з виїздом одного спеціаліста країна втрачає в середньому майже 300 тис. доларів, а країна імпортер людського капіталу економить значні кошти на його формування [3, с.53]. За розрахунками ж російських фахівців, еміграція висококваліфікованого фахівця прирівнюється до вкладення в економіку обраної ним країни 1 млн. доларів. Тільки за рахунок висококваліфікованих мігрантів з Росії в економіку США, слід зазначити, інвестовано більше 1 трлн. доларів. Україна ж у 90-ті роки втратила приблизно 15-20% інтелектуального потенціалу через еміграцію кваліфікованої робочої сили. Тому, цілком підтримуємо висновок відомого вченого-економіста А.М. Колота про те, що Україна вже досягла порогу „критичної маси” інтелектуальної еміграції, за яким можливі незворотні наслідки. Подальша втрата людського капіталу унеможливить в майбутньому створення конкурентних переваг і вихід вітчизняної продукції та економіки, в цілому, на світовий рівень [4, с. 58, 59]. Не дивлячись на це, за оцінка експертів, протягом найближчих 10 років з України ще може виїхати 1-1,5 млн. висококваліфікованих фахівців та робітничих кадрів [5, с.20]. Таким чином, в найближчій перспективі еміграційні процеси не тільки не тільки не скоротяться, а й зростуть, особливо в контексті Болонського процесу.

Людський капітал відіграє провідну роль в економічному розвитку держави. За розрахунками Світового Банку, в країнах з перехідною економікою людський і соціальний капітал обумовлює зростання економіки на 64%, природний капітал - на 20% та основний капітал - лише на 16% . Тому, для захисту національних інтересів України необхідно запровадити моніторинг та різні форми державного регулювання і контролю міграційних процесів. Кінцевою метою управління міграцією є оптимізація її, тобто досягнення такого її рівня, при якому буде максимальний економічний ефект при мінімумі затрат. При цьому, як вірно зазначають учені, зокрема М.Д. Романюк, *завдання регулювання міграційних процесів полягає зовсім не в тому, щоб обмежити свободу вибору, а в тому, щоб допомогти вирішити цю проблему в кожному конкретному випадку в рамках доцільних для суспільства у даний період напрямів* [6, с. 108].

Для забезпечення належної мобільності студентів в рамках європейських вимог необхідне вирішення цілого комплексу питань, які умовно пропонується об'єднати у такі блоки:

- навчальний та науково-методичний;
- соціально-економічний;
- організаційний;
- нормативно-правовий;
- політичний.

Навчально-організаційний та науково-методичний блок включає в себе розробку і використання нових сучасних навчальних планів, методик і критеріїв оцінки знань студентів і магістрів, що відповідають європейському рівню. Саме відсутність узгоджених за змістом і складністю навчальних програм підготовки фахівців для різних спеціальностей є суттєвою перешкодою підвищення їх мобільності. Нині мобільність студентів низька. За оцінками вчених, частка мобільних студентів у загальній їх кількості складає всього 1 - 2% залежно від спеціальності [2, с. 26].

До складу соціально-економічного блоку входять: підвищення доступності освіти, та підвищення її якості за рахунок розширення професійних, практичних навичок і

територіальної рухливості молоді, поліпшення фінансового забезпечення, кредитування тощо.

Організаційний блок охоплює організаційні заходи щодо налагодження тісної співпраці між вітчизняними та зарубіжними освітніми, науковими закладами та установами по спільному навчанню, передачі досвіду, відпрацюванню схем навчання, наукових досліджень, мобільності молоді та ін.

Інформаційний блок включає міри по створенню належного матеріально-технічного забезпечення у сфері сучасних інформаційних технологій і зв'язку (комп'ютерні технології, інтернет, копіювальна техніка тощо).

У *нормативно-правовий блок* слід віднести вдосконалення та розвиток існуючого законодавства відповідно до поставлених завдань „європеїзації” вищої освіти.

Політичний блок передбачає заходи щодо формування сприятливого політичного середовища як в середині країни, так і на міжнародній арені для успішного здійснення передбачених вище заходів (підписання міжнародних угод та інших документів), щодо формування політики у сфері освіти і науки, стратегії їх розвитку відповідно до міжнародних вимог, а також міграційної політики.

Таким чином, для забезпечення соціально-економічних пріоритетів України щодо підвищення якості фахівців-випускників вузів, дотримання оптимальних обсягів їх міграції, еміграції та ефективного використання у нашій країні необхідно реалізувати комплекс заходів. Всіх їх розглянути в межах даної статті неможливо. Тому зупинимося на окремих із них.

Реформування вищої освіти передбачає розширення доступу до неї талановитої освіченої молоді, що передбачає вдосконалення механізму її фінансування та пошук альтернативних джерел кредитування. У зв'язку з цим необхідно розробити та запровадити, використовуючи передовий зарубіжний і вітчизняний досвід, ефективний механізм фінансування вищої освіти шляхом кредитування студентів. Основними формами (видами) кредитування можуть бути: *державне кредитування, надання кредитів приватними банками або самим ВНЗ.*

При цьому, види і розміри кредитів можуть бути різними: кредит, який покриває загальну вартість навчання і проживання студента чи кредит, що забезпечує оплату частини цих витрат. Відповідно і форми повернення кредитів можуть бути різні – щорічне перерахування частини кредиту на безпроцентній основі або із сплатою процентів, разове погашення тощо.

Важливою проблемою, яка потребує вирішення для організації кредитування, насамперед, приватними банками, є забезпечення предмета застави як гарантії повернення наданих коштів, що молоді складно зробити. У даній ситуації важливо було б організувати державну підтримку і відповідні гарантії [7, с. 51].

Звичайно, система студентського кредитування супроводжується значними ризиками через зубожіння значної частини населення України, низькі доходи і заробітки, нестабільність соціально-економічної та політичної ситуації тощо. Проте, напрацьований певний досвід і в нашій країні і за кордоном щодо схем повернення отриманих кредитів з урахуванням очікуваних доходів.

Справедливо зазначити, що починаючи із 2000 р., з прийняттям Закону України „Про сприяння соціальному становленню молоді та розвитку молоді в Україні”, а також „Порядку надання державою молодим громадянам пільгових довгострокових кредитів для здобуття освіти у вищих навчальних закладах за різними формами навчання незалежно від форм власності”, в нашій країні започатковано виділення для молоді освітніх пільгових кредитів. Вважаємо, що умови виплати їх досить прийнятні – плата за кредит 3% річних. При цьому, кошти надаються на термін 15 років і виплата боргу починається після одинадцяти місяців по закінченню навчання.

Зазначаючи позитивні аспекти прийнятих законів, тим часом слід зазначити і ті позиції, які, на нашу думку, а також провідних учених-економістів (Н.Л. Грек та ін.),

необхідно внести. Це стосується доповнення вищевказаних нормативних актів положеннями про врахування в умовах повернення кредиту розмір доходів, а не тільки випадки смерті чи інвалідності одержувачів кредиту - випускників вищих навчальних закладів, які мають місце дотепер [7, с. 52].

Для зменшення втрат країни від еміграції, на наш погляд, цілком виправдано було б запровадити механізм не тільки надання кредиту на навчання, а й повернення відповідних державних витрат на підготовку, освіти даного фахівця при виїзді на постійне місце проживання в іншу країну. Такої думки дотримуються й інші вчені [8, с.129].

Для стабілізації підготовлених кадрів в самій Україні доцільно приділити більше уваги їх раціональному розподілу і використанню після завершення навчання. Позитивний досвід з даного питання напрацьований Міністерством оборони України, яке забезпечує підготовку військових фахівців за державним замовленням з обов'язковим їх працевлаштуванням після закінчення навчання. Проте поза військовою сферою питання працевлаштування випускників учбових закладів не вирішене. У зв'язку з цим, автор підтримує думку окремих освітян та науковців, зокрема, ректора Національного педагогічного університету імені Драгоманова, доктора фізико-математичних наук М. Шкіля, про доцільність визначення в Законі України „Про вищу освіту” права та обов'язки випускників ВНЗ, а також про організацію розподілу державною комісією студентів, які навчалися за рахунок бюджетних коштів - на державному замовленні, а також їх обов'язкове відпрацювання не менше 3-х років у місцях направлення [9]. Хоча цей захід суто адміністративного характеру, проте він на початковому періоді інтеграції молоді у міжнародний освітянський простір та ринок праці просто необхідний. Проте, без створення належних умов праці і проживання (заробітної плати, виробничих, житлових, культурно-побутових медичних, соціальних, торговельних, відпочинку, дозвілля та інших) відпрацювання перетвориться на „кріпосне право та відбувальщину”, яких випускники вузів намагатимуться уникнути за будь-яку ціну, що в кінцевому підсумку не сприятиме підвищенню ефективності суспільного виробництва.

Активізація мобільності студентів потребує підвищення їхнього освітнього рівня. Якість вищої освіти в Україні та в країнах колишнього СРСР традиційно вважалася високою, навіть за світовими стандартами і вимогами. Підтвердженням цього є висновок колишнього директора ФБР США Е. Губера про „лякаючу ефективність” радянської системи освіти, результати якої, зокрема рівень підготовки і набутих знань молоді, були у свій час значно кращими, ніж у США [10, с.137].

На жаль, в останні роки спостерігається негативна тенденція зниження освітнього рівня молоді через нестачу бюджетних коштів, недостатній рівень розвитку матеріально-технічної бази закладів освіти, недосконалість навчальних програм, а також бідність, маргіналізацію широких верст населення. Все частіше не тільки вища, а й навіть початкова освіта стають недоступними для багатьох громадян, особливо селян, доходи яких значно поступаються доходам міських жителів. В цілому, в Україні 63,4% населення перебуває на межі бідності, тим часом як у світовій практиці прийняте критичне значення даного показника - 10%. Збільшується частка дітей і підлітків, які не відвідують загальноосвітню школу. Тільки у м. Києві було виявлено 24 тис. дітей, що не ходять до школи. На жаль, статистичні дані по даному показнику відсутні, що не дає змоги судити про істинні масштаби вищевказаного негативного явища, які, звичайно, значно більші. В цілому, в Україні можливість навчатися у вузах має лише кожна третя молода людина віком 18-23 років, що вдвічі менше порівняно із зарубіжними країнами [11, с. 121].

Для підвищення мотивації навчання, рівня та якості здобутої освіти доцільно також запровадити матеріальне і моральне стимулювання студентів, які навчаються на умовах контракту. Слід надати можливість ректорам вищих навчальних закладів права переводити студентів, які відмінно навчаються, з платної форми навчання на

безоплатну. Відповідно, переводити і тих студентів, які мають низький рівень знань, із державного замовлення на контрактну форму навчання.

Потребує зміцнення матеріально-технічна база вітчизняних вузів, насамперед, в частині комп'ютерного, програмного, інформаційного забезпечення. По цих позиціях Україна відстає від Росії та ряду європейських країн. Наприклад, у нашій країні копіювальна техніка за місцем роботи доступна тільки для 44% викладачів і 58% студентів. Для порівняння, аналогічні показники дорівнюють в Росії – 48 і 68%, Польщі – 92 і 95% та в Угорщині – 93 та 99%. Комп'ютером можуть користуватися у вузах теж лише 44% викладачів та 51% студентів. Тим часом, ці показники становили в Росії 17 і 13%, Польщі – 59 та 79% , а в Угорщині – 86 і 95% [1, с.73].

Отже, реалізація запропонованих вище заходів та пропозицій певною мірою сприятиме забезпеченню оптимальної професійної і територіальної мобільності найбільш освіченої і висококваліфікованої молоді та раціональному її використанню на вітчизняному і міжнародному ринках праці. Однак, цього недостатньо, необхідно, ретельно проаналізувавши переваги та можливі проблеми, негативні наслідки інтеграції нашої країни в європейський освітній простір, розробити комплексну Стратегію розвитку освіти і науки України на найближчі 20 років. Вона повинна відображати пріоритети соціальної політики України як з точки зору Болонського процесу, так і забезпечення національних інтересів у поповненні вітчизняної економіки кваліфікованими молодими кадрами.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Куценко В.І.* Ринок праці і проблеми розвитку вищої школи в Україні (соціально-економічні аспекти) //Зайнятість та ринок праці. - 2001. - Вип.14. - С.65-77.
2. *Каленюк І., Корсак К.* Рух Європи до суспільства знань, Болонський процес і Україна //Вища освіта України. - 2004. - №3. - С. 22-28.
3. *Грішнова О.А.* Людський капітал: формування в системі освіти і професійної підготовки. - К.: Т-во „Знання”, КОО, 2001. - 254 с.
4. *Колот А.М.* Соціально-трудова сфера як об'єкт державного регулювання в умовах глобалізації економіки //Зайнятість та ринок праці. - 2001. - Вип.14. - С.52-65.
5. *Заяць Т.А.* Адаптація робочої сили до економічних трансформацій //Зайнятість та ринок праці. - 1998. - Вип. 6. - С.19-24.
6. *Романюк М.Д.* Теоретико-методологічні основи регулювання міграційних процесів в контексті реформи соціально-економічної системи //Зайнятість та ринок праці. - 2000. - Вип.13. - С.102-113.
7. *Грек Н.Л.* Основні напрями формування нового механізму фінансового забезпечення освіти в умовах становлення ринку праці //Зайнятість та ринок праці. - 2002. - Вип.17. - С.42-53.
8. *Лопух В.С.* Імміграція громадян України до США за 1991-2000 рр. //Зайнятість та ринок праці. - 2002. - Вип.17. - С.129-135.
9. *Шкиль Н.* Педагогическая проза // Телеграф. - 2002. - 8-14 июля.
10. *Куценко В.І.* Ринок освітянських послуг: проблеми та шляхи розв'язання //Зайнятість та ринок праці. - 1998. - Вип.6. - С.130-140
11. *Куценко В.І., Євтушенко Г.І.* Освітнянський вектор соціального захисту населення //Зайнятість та ринок праці. - 2000. - Вип.12. - С.114-122.

Рецензент: д.пед.н., професор **Плахотнік О.В.**

ДО ПРОБЛЕМИ ФОРМУВАННЯ ЦІННІСНИХ ОРІЄНТАЦІЙ СУЧАСНИХ ВОЇНІВ

Обговорюються проблеми формування ціннісних орієнтацій сучасних воїнів, визначаються нарізні чинники кристалізації ціннісно-мотиваційної сфери військовослужбовця, серед яких патріотизм та духовність вважаються головними

Обсуждаются проблемы формирования ценностных ориентаций современных воинов, определяются стержневые факторы кристаллизации ценностно-мотивационной сферы военнослужащего, среди которых патриотизм и духовность считаются основными.

The problems of formation of value orientation in contemporary military men are discussed. The root factors of crystallization of value and motivation sphere of a military man (patriotism and spirituality) are determined.

Відомо, що військова освіта забезпечує відтворення інтелектуального потенціалу військової галузі, сприяє зміцненню обороноздатності нашої держави, тому стратегічні завдання реформування сучасної військової освіти пов'язані з забезпеченням державних потреб у висококваліфікованих, відданих справі захисту Батьківщини військових спеціалістах.

Численні зміни, що відбуваються в нашій країні позначились на умовах існування та функціонування українського війська, у зв'язку з чим зараз існує проблема неефективності виховної роботи в армії, що є однією з причин дифузії ціннісних орієнтацій сучасних військовослужбовців, курсантів, молоді. Згідно проведених опитувань, лише третина особового складу у випадку початку війни готові захищати свою батьківщину. Ще третина відповіла, що відразу покине лави збройних сил у такому випадку. До 60 відсотків військовослужбовців не вірять у можливість перемоги української армії у випадку війни. Слід відмітити, що це результати анонімного опитування. Подібне ставлення особового складу української армії аж ніяк не можливо вважати задовільним за умов постійного зростання у світі напруженості та поширення таких відносно нових військових стратегій, як тероризм [1].

Тому актуальною є розробка концепції формування відповідної мотивації військовослужбовців до виконання свого обов'язку, збагачення їх ціннісних орієнтацій гуманістичними, патріотичними проєкціями.

Актуальність проблеми формування ціннісних орієнтацій особистості курсанта зумовлена низкою чинників, серед яких можна виокремити важливість інституту армії у суспільстві, наявність інформаційної, психологічної боротьби, яка спрямована на маніпуляцію свідомістю сучасного воїна, "необхідність створення у Збройних Силах України сучасної системи морально-психологічного забезпечення, яка спиралася б не лише на аналітичні матеріали, але й на практику використання духовного потенціалу збройними силами країн світу (в українській армії механізмом формування та підтримання необхідного морально-психологічного стану особового складу військ (сил) під час підготовки і в ході операції (бойових дій) морально-психологічне забезпечення виконання завдань операції в будь-яких умовах, а також стійкого, надійного й адекватного функціонування свідомості та психіки військовослужбовців під час бойових дій)" [3, с. 248].

Проблема формування ціннісних орієнтацій військовослужбовців входить у контекст проблем підготовки спеціалістів у військовій педагогіці (О.В.Барабаншиков, О.П.Багас, М.М.Гречко, А.М.Григор'єв, М.І.Д'яченко, Л.Ф.Железняк, А.М.Зельницький, Л.О.Кандибович, І.С.Колодій, С.О.Кубіцький, В.С.Маслов, М.І.Нещадим, Г.М.Юхновець, І.О.Хорєв, В.В.Ягупов та ін.), психолого-педагогічних

аспектів підготовки майбутнього офіцера (М.Й. Варій, О.В. Виноград, С.М. Гречко, Л.М. Дунець, М.О. Морозов, Т.І. Олійник та ін.), проблем що орієнтовані на дослідження психологічного клімату, міжособистісних стосунків, сумісності військових колективів, а також стилю керівництва, авторитету керівника військового підрозділу тощо (С.А. Багрецов, Г. А.Броневицький, А. Д. Глотчкін, В.Ф.Давидов,С.Г. Запорожцев, Г.Д. Луков та ін.), проблем формування морально-психологічної, морально-політичної, морально-бойової, емоційно-вольової, ціннісно-мотиваційної та інших видів готовності, які підлягають діагностиці і корекції у осіб допризовного віку (А.Я. Боднар, В.М. Крайнюк, В.М. Марченко, М.І. Пірен, Г.Д. Темко, М.І. Томчук, В.В. Шевченко).

Таким чином, проблеми формування ціннісних орієнтацій курсантів є актуальними, що і зумовило завдання нашої статті, яке полягає в обговоренні шляхів формування ціннісних орієнтацій майбутніх офіцерів.

Відомо, що військова діяльність, є досить специфічним утворенням. В основу військової діяльності покладені не тільки матеріальні, але й духовні стимули і мотиви. Військова діяльність спирається на світоглядно-ціннісні орієнтири, виявляючи патріотизм, духовність, відповідальність, творчість та самоусвідомлення. Ставлення воїна до предмета своєї діяльності не має соціальної спрямованості, поки аналізуються технологічна і процедурна сторони діяльності. Проте при аналізі об'єктів військової діяльності в їх реальному зв'язку і виконуваних функціях (служіння справі миру або несправедливій війні) предметна діяльність стає носієм соціального сенсу [8, с. 41].

Крім того, ефективність бойової діяльності окремого воїна ґрунтується на активності функціонування його психіки згідно з вимогами бойових обставин і виконання задач, на позитивних, насамперед, суспільних, мотивах його поведінки, на достатньо високому рівні інтелектуального розвитку, емоційно-вольовій стійкості, механізмів вольової саморегуляції, бойовій майстерності, патріотизму [5; 7; 8], що у комплексі отримало назву морально-психологічного чинника, який відбиває стрижень ціннісних орієнтацій воїна.

Відомі різні підходи щодо визначення властивостей ціннісних орієнтацій, основою класифікації яких є: основні сфери життєдіяльності людини (матеріальні й духовні цінності та ціннісні орієнтації); форми свідомості й типи культури (суспільно-політична, моральна, естетична, екологічна, правова, податкова, духовна тощо); сфери самоствердження особистості (ціннісні орієнтації на сім'ю, трудову (військову) діяльність та її різновиди, освіту тощо); вікові особливості (орієнтації учнівської, студентської (курсантської) молоді тощо); належність до певної соціальної групи (цінності й ціннісні орієнтації селян, робітників тощо). Можна сказати, що категорія "ціннісні орієнтації" – це своєрідний фокус, в якому сходяться різні погляди на феномен людської особистості, цим терміном позначають елементи мотиваційної структури особистості, на основі якої остання здійснює вибір цілі, мотиву конкретної діяльності з урахуванням ситуації, що склалася [3, с. 250].

На наш погляд, ціннісні орієнтації віддзеркалюють не тільки мотиваційний космос особистості, але й інші сторони її актуалізації, які виявляються в конкретних умовах життєдіяльності людини.

Відомо, що військові умови – це завжди екстремальна ситуація, для виживання в якій необхідна особлива структура психіки особистості, здатна витримувати подібне навантаження. Найчастіше, це досягається за рахунок перебудови структури особистості відповідно до нових умов, формування механізмів вольового самоконтролю, збагачення ціннісних орієнтацій особистості духовними векторами. Останнє виявляється наріжним моментом в процесі формування ціннісно-світоглядної сфери майбутніх офіцерів, які в перспективі можуть бути задіяними в реальному бою, в умовах якого людина найбільш сильно переживає на глибокому особистісному рівні зіткнення зі смертю. Це ключовий момент в діяльності військовослужбовця, і тут не

настільки важливо, в якій формі відбувається це зіткнення (чи носить воно символічний характер, або ж це надзвичайно яскраві переживання на полі бою).

Тому задача підготовки військовослужбовця, багато в чому, полягає в подоланні страху перед смертю, коли в індивідуальній структурі цінностей пріоритет віддається не особистісно, але суспільно важливому. Парадоксально, але відповідно до статистики практично будь-якого конфлікту, найбільший відсоток виживання спостерігається серед тієї частини військовослужбовців, хто за умов бою виявився вільним від цього страху. І навпаки, найбільше число загиблих – ті, хто піддався паніці. У цьому випадку, як ми вважаємо, духовний чинник може допомогти людині позбавитись страху перед можливою втратою життя.

В контексті ціннісних орієнтацій можна говорити про особливості сучасного військовослужбовця: захисником Батьківщини може бути людина, серце якої відгукується на явища й події в житті країни, викликає радість і горе, здатність жертвувати своїми особистими інтересами й служити не за страх, а за совість. Почуття своєї єдності з народом, рефлексія та переживання цієї єдності на глибоко особистісному рівні, особливо в умовах реального бою, призводить до мобілізації внутрішніх резервів організму. Тим більше, що історії відомо багато випадків, коли виконати бойове завдання армії вдавалося лише за умов подібної мобілізації. Отже, можна дійти висновку, який підтверджено історичними подіями, що фізичні здатності й спеціальні військові знання не можуть бути застосовані, якщо боєць не має моральних спонукань. В традиції підготовки воїнів майже кожного народу світу, питання психологічної та духовної готовності до бойових дій розглядались як першочергові.

Відповідно, морально-патріотичні мотиви актуальні й зараз. Так, аналіз досвіду війни в Перській затоці виявив разючий факт: ефективність бойового застосування найсучасніших систем зброї виявилася не вище 15-25 відсотків. Більш повно реалізувати бойові можливості зброї перешкодили військово-психологічний стан військовослужбовців: емоційно-вольові перевантаження, хвилювання, непевність у собі, страх. І це при тім, що багато видів зброї застосовувалися поза прямим зіткненням із супротивником, а дії військ коаліції були санкціоновані світовим співтовариством, підтримані суспільною думкою, натхненні засобами масової інформації й безліччю професійних психологів, соціологів, пропагандистів тощо.

Як свідчать психологічні дослідження, людина схильна більше захищати об'єкти, що складають сферу ідеального [4; 6]. Вона, в свою чергу, включає в себе як індивідуально-суб'єктивні цінності, так і загальносуспільні. Останні поєднують людську особистість з усім соціумом, групою, до якої вона відноситься. Крім того, ці цінності у сукупності утворюють єдину комплексну структуру в системі психічного людини. Засвоєння суспільних цінностей відбувається у процесі соціалізації особистості. Відповідно, за умов відсутності в суспільстві подібних еталонних ціннісних утворень, як вже згадана вище національна ідея, неможливо утворення національно орієнтованої ціннісної системи особистості, що відбивається на розвитку почуття патріотизму.

За таких обставин, відновлення в сучасній українській армії традиційного почуття патріотизму, національної свідомості в кожного військовослужбовця є першочерговим завданням.

Отже, духовність людини є найважливішим інструментом, що здійснює суттєвий вплив на формування її моральних принципів і цінностей, орієнтує особисту поведінку відповідно до діючих у суспільстві правил та стереотипів, знаходячи вияв у таких якостях, як відданість, відповідальність, дисциплінованість, толерантність, фізична й духовна гармонія, високий моральний дух, самовіддача й самовідданість. Духовність людини формується відповідно до сучасних реалій завдяки цілеспрямованому впливу на свідомість кожної особистості, що сприяє закріпленню не тільки алгоритму необхідної поведінки, а й досягненню відповідного професіоналізму при виконанні громадських та службових завдань.

У цілому, духовність як системоформуючий чинник системи ціннісних орієнтацій воїна, виступає однією з найголовніших складових високої морально-психологічної стійкості захисників Батьківщини. Подальші експериментальні дослідження у напрямку зазначеного вище висновку допоможуть поглибити вивчення проблеми формування ціннісних орієнтацій сучасних воїнів.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Афонін Е.А.* Становлення Збройних сил України: соціальні та соціально-психологічні проблеми / НАН України. Ін-т соціології: Відп. ред. Л. В. Сохань, Л. Ф. Бурлачук. - К.: Інтерграфік, 1994. - 304 с.
2. Основы военной психологии и педагогики / *Барабаничиков А.В., Давыдов В.П., Феденко Н.Ф.* / Под ред. А.В.Барабаничикова. - М.: Просвещение, 1988. - 271 с.
3. *Жаров А.І.* Проблема формування ціннісних орієнтацій особистості воїна Збройних Сил України як складової національної безпеки // Мультиверсум. Філософський альманах: 36. наук, пр. / Гол. ред. В.В. Лях. - Вин. 36. - К.: Український центр духовної культури, 2003. - С. 248-257 с.
4. *Здравомыслов А. Г.* Потребности. Интересы. Ценности. - М.: Политиздат, 1986. - 223 с.
5. *Нещадим М.І.* Військова освіта України: історія, теорія, методологія, практика: Монографія. - К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2003. - 852 с.
6. Психологічне супроводження військовослужбовців в діяльності за екстремальних умов. - Київ, 2003. - 145 с.
7. *Староконь Є.Г.* Психологічні аспекти виховної діяльності та спілкування офіцера. - Житомир: ЖВІРЕ, 1999. - 304 с.
8. *Федоренко В.А.* Философско-социологические вопросы воинского воспитания. - Ж.: ЖВУРЭ ПВО, 1994. - 232 с.

Рецензент: к.ф.н., проф. **Слонімський В.Г.**

ІННОВАЦІЇ В ОСВІТІ ТА МЕХАНІЗМ ЇХ РОЗВИТКУ

У статті йдеться про нові перспективи і тенденції розвитку української освіти на основі положень теорії самоорганізації, яка сприяє формуванню синергетичного стилю мислення.

В статье идет речь о новых перспективах и тенденциях развития украинского образования на основании положений теории самоорганизации, которая содействует формированию синергетического стиля мышления.

Сьогодні освіта стоїть перед необхідністю глибоких змін, які відображають нову парадигму наукової картини світу і пережиту сучасним суспільством глобальну соціокультурну трансформацію до становлення постіндустріальної цивілізації.

У цій ситуації докорінно змінюється роль освіти - головного інституту відтворення інтелектуально-культурного потенціалу суспільства і його передачі від покоління до покоління. З простого фактора суспільного і державного життя освіта стає справжнім суб'єктом перетворень соціуму, який руйнується, породжує нові форми громадського життя, створюючи тим самим умови становлення життєздатного суспільства.

Нові перспективи і тенденції розвитку української освіти пропонують і нові способи роботи із самою освітою і усередині неї. Ці зміни засновані на найважливіших принципах методології сучасного наукового мислення.

В зв'язку з цим, особливого значення набувають два провідні принципи – принцип збільшення розмаїття і принцип самоорганізації [1; 2; 3; 4].

Ідея розмаїття спочатку виникла в екології як фіксація існування в природі різноманітних видів, різновидів, популяцій, біогеоценозів. Розмаїття – одна з умов життя. Розмаїття співтовариств і культур – одна з умов життя суспільства. Ідея розмаїтості і його збільшення із суто екологічної перетворилася в наші дні в один з найважливіших принципів наукового мислення і методології науки, в одну з підвалин нового світогляду, що складається на межі століть.

Принцип збільшення розмаїтості може і повинен стати, на думку багатьох дослідників, одним з фундаментальних принципів парадигми науки нового тисячоліття [1; 2; 4]. Для розвитку освіти цей принцип має регулятивне значення, визначаючи собою мету і стратегію інноваційної діяльності, освоєння педагогічних нововведень, різних за обсягом, рівнем, характером, змістом, складністю і т.д., що враховують розмаїтість економічних, соціокультурних, політичних, етнічних і інших особливостей.

Одним з найважливіших принципів сучасної науки стає принцип самоорганізації

(І. Пригожий, Г. Хакен).

Основоположник нового міждисциплінарного наукового напрямку бельгійський учений, лауреат Нобелівської премії І. Пригожий підкреслює, що „символом нашого фізичного світу не може бути стійкий і періодичний рух планет, що лежить в основі класичної механіки. Це світ нестійкостей і флуктуації, відповідальних за різке розмаїття і багатство форм і структур, які ми бачимо у довкіллі. Очевидно, для опису такої ситуації, коли еволюція і плуралізм стають ключовими словами, необхідні нові поняття і нові засоби” [3, с.7].

Такими новими поняттями і стали – самоорганізація і синергетика (термін, введений у науковий обіг німецьким фізиком-теоретиком Г. Хакеном). Насамперед І. Пригожий і Г. Хакен установили загальні закономірності синергетики – теорії самоорганізації для відкритих систем будь-якої природи. Предметом дослідження синергетики є закони самоорганізації й еволюції сильно невідновлених відкритих систем, які перебувають у стані нестійкості. Це системи будь-якої природи, що

обмінюються енергією (або речовиною, інформацією) з навколишнім середовищем. Цей обмін здійснюється через усі точки системи.

Самоорганізація – це процес мимовільного виникнення у відкритих, сильно неврівноважених системах нових структур, які мають більш високу складність і більшу енергію, ніж старі.

В основі структуроутворення полягає змагання двох протилежних початків: нарощування різнорідностей у безперервному середовищі внаслідок випадковостей, які відгукуються на якийсь вплив зовнішнього середовища (джерела енергії, речовини, інформації) – і дисипативного початку, що прагне стерти, розсіяти ці неоднорідності. Розвиток відбувається через нестійкість, біфуркацію, випадковість. Випадковість і нелінійність відіграють істотну роль в описі сильно неврівноважених систем. За виразом І. Пригожия, „неврівноваженість є те, що породжує порядок їхнього хаосу” (3; 4).

Освоєння основних положень теорії самоорганізації сприяє формуванню так званого синергетичного стилю мислення [5; 6].

Представникам різних наук слід усвідомити, що в періоди неврівноваженості в точках біфуркацій можливі різні варіанти розвитку подій. Детермінізм – зумовленість у ланцюзі причинно – наслідкових зв'язків – змінюється однозначною непередбачуваністю, багатоваріантністю, альтернативністю вибору. Випадковість і флуктуації, виявляється, можуть вирішальним чином впливати на мимовільне виникнення нового, а хаос може виконати конструктивну функцію. Усе це відбивається на стилі мислення вчених, дослідників у різних галузях знань. І коли говорять про нелінійність мислення, мають на увазі розуміння багатоваріантності сценаріїв

Синергетичний спосіб мислення, звертаючи увагу на коеволюційний характер взаємодії різних систем, формує принципово нову стратегію керування розвитком нелінійних систем (а до них належать і соціокультурні системи, у тому числі освітні).

Проектування освітніх систем, якщо воно прагне відповідати новій методології і філософії науки, повинне покласти у свою основу синергетичний спосіб мислення й орієнтуватися на розмаїття можливих освітніх інституцій, форм і методів викладання, враховувати і виходити з інноваційної активності, що спонтанно складається в українській системі освіти. Синергетичні моделі освіти не тільки створюють усі можливості для інноваційних ініціатив, але й орієнтуються на існуючі тенденції в процесах розвитку нелінійних систем, на те, щоб виявитися в резонансі з тими інноваційними процесами, що протікають у різних підсистемах суспільства. Таким чином, синергетичне управління, орієнтуючись на процеси самоорганізації і самоврядування, повинне бути співзвучним поліфонії інновацій, характерній для сучасної української освіти [5; 6].

Поняття „інновація” набуло в сучасних умовах найширшого вжитку, втрачаючи при цьому найчастіше свій первісний зміст. Інновація (пізньолатинське – *innovato*, англійське – *innovation* - нововведення) явища культури, яких не було на попередніх стадіях її розвитку, але які з'явилися на даній стадії та одержали в ній визнання («соціалізувалися»), закріпилися (зафіксовані) у знаковій формі і (або) у діяльності за допомогою зміни способів, механізмів, результатів, змістів самої діяльності. В другому випадку частіше використовують поняття «нововведення», виражаючи його сутність у термінах інноваційної діяльності й інноваційних процесів (якщо враховується процес сполучених змін у середовищі) і розкриваючи його зміст як комплексний процес створення, поширення і використання нового практичного засобу (нововведення) для задоволення людських потреб, які змінюються в ході розвитку соціокультурних систем і суб'єктів [7].

Інноваційна організація діяльності поставила світ на якісно новий, постіндустріальний ступінь розвитку - штучні механізми «оприроднилися» у суспільному організмі і склалася ціла галузь науки – інноватика.

Предмет інноватики, насамперед, створення, освоєння і поширення різного типу нововведень. Аналізуючи соціальні проблеми інноватики, І. Пригожий дійшов висновку, що подібна діяльність в різних сферах життя має загальні риси і закономірності [8, с.28]. Кожне нововведення в чомусь дуже важливому схоже на всяке інше, де б воно не здійснювалося. Нововведення як організаційний механізм, як особлива робота присутні в багатьох цілеспрямованих змінах. І. Пригожий називає нововведення свого роду "клітинкою" керованого розвитку, цілеспрямованих змін. Нововведення - це така цілеспрямована зміна, яка вносить у середовище впровадження (організацію, суспільство, групу) нові відносно стабільні елементи [8, с.29].

Вони можуть бути суто матеріальними або соціальними, але кожен з них сам по собі являє лише новизну - тобто предмет нововведення. Аналізуючи основні поняття інноватики, І. Пригожий особливо підкреслює, що "нововведення суть процес, тобто перехід певної системи з одного стану в інший, котрий включає і перехід, тобто ініційовані і контрольовані зміни" [8, с.29].

Дослідження процесів зміни - один з важливих компонентів сучасного наукового пізнання (А.М. Аверьянов, В.І. Столяров, Е.Г. Юдін, Ю.М. Мячин та ін.).

Столяров В. І вважає, що дослідження процесу зміни припускає аналіз того, що змінюється. Це означає для нас важливу позицію методологічного підходу до вивчення процесу зміни, які він визначив так: «з'ясувати сутність процесу зміни -значить установити, який предмет змінюється, що відбувається з ними в процесі зміни. Необхідно розрізнити зміст процесу зміни (сутності), причини зміни в широкому смислі, включаючи й умови і механізм протікання цієї зміни» [9, с. 132].

Особливо важливо розрізнити два типи зміни: зміна як функціонування і зміна як розвиток. В.І. Столяров розділяє їх на підставі того, що: «якщо зміна першого типу не приводить до появи якісно нового стосовно предмета, то в результаті зміни другого типу виникає щось якісно нове, що раніше не існувало стосовно цього предмета» [9, с. 132].

Інтерпретація поняття розвитку як специфічного типу процесу зміни є досить розповсюдженою точкою зору.

Розвиток характеризується насамперед своєю невідривністю від руху, зміни. Але це не окремі зміни, а безліч, комплекс, система змін у складі елементів, у структурі, тобто в рамках якості підсистем даної системи. У цьому плані ми розглядаємо розвиток як зв'язок якісних перетворень системи [8, с. 160]. Для цього зв'язку характерна насамперед незворотність, під якою розуміється виникнення якісно нових можливостей, які не існували раніше.

Для розуміння механізму розвитку системи важливо відзначити зміну акценту, який простежується в сучасній науковій літературі, з понять «стійкість», «організованість», «гомеостазис» на поняття «зміна», «нестійкість», «революція». У центрі уваги сьогодні виявляються нестійкість як фактор подальшого розвитку, і стрибок, як відносно різкий перехід системи з одного якісного стану в інший: з нестійкого до стійкого. У результаті такого стрибка система переходить на якісно новий рівень і вступає в наступний цикл розвитку. Однак, щоб забезпечити умови таких змін, а саме: нестійкість, зв'язок визначеного типу із середовищем, наявність перспективних напрямків розвитку - система, що розвивається, на думку В.С. Дудченко, повинна будуватися певним чином. Вона повинна бути відкритою, активною, інноваційно орієнтованою [10].

Під активністю системи, що розвивається, ми розуміємо визначений тип її зв'язків із середовищем.

Специфіка активності освітньої системи полягає в тому, що вона, вирішуючи свої проблеми, одночасно сприяє вирішенню проблем, які виникають у середовищі (та

інших системах) а також свого власного розвитку. Відкритість і активність освітніх систем дозволяють віднести їх до класу універсальних систем, що адаптуються. Активність освітніх систем - передумова і спосіб підвищення їхньої ефективності в умовах високої невизначеності.

Інноваційна сутність системи, що розвивається, полягає в її орієнтованості на пошук нових шляхів і засобів вирішення проблем, у постійному відновленні програм і засобів впливу на навколишні системи і власну структуру. Нагромадження таких змін, зростання числа і величини відхилень у структурі і поведінці системи підвищують її нестійкість, переводячи її в критичний режим. Основне питання, яке необхідно вирішувати в цій ситуації - як перевести систему на якісно новий рівень і не допустити другого варіанта результату - її руйнування.

Порівнюючи співвідношення змін і стабільності в системах, що розвиваються, І. Пригожий зазначає, що особливість більшості інновацій полягає в протиріччі між конкретними змінами, внесеними ними в дану систему і її стійкість, збереження як цілого [8, с. 74].

Стабільність складу, структури, цілей системи є умова їхнього функціонування. Інновації порушують рівновагу в системі. змінюючись у чомусь одному, вона повинна зберегтися в інших основних своїх якостях. Аналіз ознак системи, що розвивається, дозволяє визначити розвиток освіти як зміну освітніх систем відповідно до соціокультурної динаміки суспільства і відхід від сформованих норм функціонування різних освітніх інститутів. Воно містить у собі адаптацію інновацій, розвиток структури і внутрісистемних зв'язків, перегляд норм, що відпрацювали, і принципів, апробацію нових уявлень і цінностей [9, с.23-24].

Розвиток освіти, тобто перехід її в новий якісний стан, не може бути здійснено інакше, ніж через освоєння інновацій, через інноваційні процеси.

Інновації розглядаються сучасними дослідниками [6] як істотний елемент розвитку освіти. Вони виражаються в тенденціях нагромадження і видозміни різноманітних ініціатив і нововведень в освітньому просторі, що у сукупності приведуть до більш або менш глобальних змін у сфері освіти і трансформації її змісту та якості. Ініціативи виникають у ході власної еволюції сфери освіти, у пошуку перспективних форм і засобів педагогічної діяльності, апробації нових технологій навчання. Ініціативи закріплюються при обміні і поширенні досвіду, у формуванні масових починів і соціальних рухів педагогів, у сфері яких відбувається становлення груп ініціаторів і новаторів, що генерують нові соціально - педагогічні, психологічні, проєктивні і соціокультурні ідеї як актуальні продуктивні змісти і цінності реального (існуючого) і ідеального (уявного конструйованого та ідеалізованого) освітнього простору. Інновації - це такі актуально значимі і системні процеси, які виникають на основі розмаїтості ініціатив і нововведень, що стають перспективними для еволюції освіти і позитивно впливають на її розвиток [12, с.42-43].

Одним із ключових понять інноватики є поняття нового, новизни.

Новизна є досить складною властивістю, що має свої характеристики. Для вивчення цієї властивості корисною виявляється абстрактна теорія властивостей, у якій розглядаються багатомірні властивості новизни з характеристиками як координатні виміри їх шкал [5].

Перша координата новизни визначається тим, що існує кілька рівнів новизни:

вищим рівнем новизни є абсолютно нове. Об'єкт вважається абсолютно новим, якщо ніде і ніколи такого ще не було;

другий рівень утворює локально абсолютна новизна. Об'єкт вважається локально абсолютно новим, якщо в цій галузі такої раніше не зустрічалося(хоча в іншій - таке вже могло бути);

умовна новизна. Об'єкт вважається умовно новим, якщо він колись був відомий (може навіть використовувався в цій же галузі), але зараз це вже забуто;

нормативну новизну (або оригінальність). Об'єкт вважається нормативно новим, якщо він відрізняється від тих об'єктів, які зараз (як норма) використовуються.

Крім рівня, новизна може мати суспільну характеристику, яка утворить другу координату і показує, для якого співтовариства визначений об'єкт має рівень новизни. Так, якийсь об'єкт може бути абсолютно новим для однієї людини, нормативно новим для даного співтовариства і не новим для іншого.

Хоча інновації супроводжують суспільство із самого початку його виникнення, як педагогічна категорія вони відносно молоді й у цьому одна з причин того, що в їхньому визначенні спостерігається великий різнобій, хоча і немає істотних розбіжностей і непорозумінь. Найзначніші розбіжності у визначенні інновацій пов'язані з уживанням близьких і родинних термінів для їхньої характеристики: нововведення, зміна, відновлення, реформування, модернізація і т.п. Ця строкатість хоча і відбиває синонімічне багатство мови, у той же час вказує на необхідність їхнього уточнення і не тільки заради теорії, але, зрозуміло, заради практики.

Зупинимось на визначенні інновацій як педагогічної категорії, пов'язаної з деякими визначеннями в соціології (нововведення як соціологічна категорія).

Найдавнішим терміном вважається термін, даний Е.М. Роджерсом, покладений в основу американських та європейських досліджень в галузі інновацій. У цих дослідженнях переважають агрономія, промисловість та медицина. Інновації в педагогіці представлені відносно мало.

За Е.М. Роджерсом «Інновація -це ідея, яка є для конкретної особи новою. Не має значення, чи є ідея об'єктивно новою чи ні, ми визначаємо її в часі, який пройшов з її відкриття або першого використання» [11, с.35].

Французький учений Е. Брансуїк розрізняє три можливих види педагогічних нововведень:

- як нововведення виступають освітні ідеї і дії, цілком нові і раніше не відомі. Таких цілком нових і оригінальних ідей дуже мало;

- найбільша кількість нововведень являє собою адаптовані, розширені або переоформлені ідеї і дії, що здобувають особливу актуальність у визначеному середовищі й у визначений період часу;

- педагогічні нововведення виникають у ситуації, в якій у зв'язку з повторною постановкою цілей у змінених умовах оживають деякі раніше існуючі дії, оскільки нові умови гарантують їхній успіх і успіх визначених позитивних ідей [11 с.35].

Американські дослідники Біл та Болен визначають педагогічне нововведення як «зміну, яка містить у собі не тільки зміну матеріалу, але і комплекс змін поглядів на його застосування» [11, с.35].

. Цим визначенням дається характеристика зміни або комплексу змін.

Здійснений аналіз дає нам підстави погодитись з тим, що нововведення повинне містити в собі удосконалення, відповідно до поставленої мети, а інновації як використання нововведення повинне означати зміни, здійснювані свідомо і цілеспрямовано.

І хоч поняття «інновація» та похідні від нього (інноваційні процеси, системи, технології, методи і т.д.) зараз досить розповсюджені однак не цілком сприймаються нашою педагогічною наукою. Поява цих понять у вітчизняній науці обумовлена розширенням міжнародного співробітництва. Переклад деяких понять знайшов чимало термінологічних розбіжностей, у результаті чого були виявлені понятійні неспівпадання у педагогічній лексиці. Часто існуючі педагогічні поняття (такі як «упровадження досягнень педагогічної науки в практику», «вивчення і поширення передового педагогічного досвіду», «педагогічна майстерність») виявляються нееквівалентними реально існуючим педагогічним явищам, тому у мові педагогіки повинні були неминуче з'явитися нові поняття.

Інноваційні процеси як єдність створення і відкриття нового (ідей, фактів, концепцій, теорій), їхньої порівняльної оцінки відповідно наявній у суспільстві системі педагогічних цінностей, освоєння (прийняття в систему цінностей або

їхнього заперечення) і використання на практиці, здатні значно прискорити відновлення освіти. Вони характеризують якісно новий етап у взаємодії і розвитку науково-педагогічної і педагогічної творчості, коли нове створюється, народжується і входить у життя з ініціативи самих практиків, задовольняючи їхні професійно-особистісні потреби, інтереси, а не впроваджується централізовано «зверху», ззовні, як щось чужорідне.

Отже, у педагогічній інноватиці в цілому відбиваються у єдності процеси створення і відкриття нового (ідей, фактів, концепцій, теорій), їх порівняльної оцінки, відповідно наявній у суспільстві системі педагогічних цінностей, освоєння та використання їх на практиці. Інноваційні процеси, у силу такої єдності, здатні значно прискорити процеси відновлення системи освіти. Інновації в освіті тісно зв'язані із соціокультурними змінами в суспільстві й у сучасних умовах не лише зумовлені ними, але і самі зумовлюють соціальні трансформації.

Інновації в освіті аналізуються і досліджуються з погляду системного підходу і теорії самоорганізації, що дає можливість надати їм цілісного, прогностичного, випереджального характеру. Вони виступають основним механізмом постійного і стійкого розвитку освіти, переходу її в якісно новий стан, зумовлений особливостями сучасного етапу реформування українського суспільства.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Кохановский В.П.* Философия и методология науки. - Ростов н/Д.: Феникс, 1999.-576 с.
2. Нововведения во внутришкольном управлении / *Моисеев А.М., Капто А.Е., Лоренсов А.В., Хомерики* / - М., 1998. - 272 с.
3. *Пригожий И.* От существующего к возникающему: Время и сложность в физических науках. Пер. с англ. - М.: Наука, 1985. - 328 с.
4. *Пригожий И., Стенгерс И.* Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой. Пер. с англ. - М.: Прогресс, 1986. - 432 с.
5. *Василькова В.В.* Порядок и хаос в развитии социальных систем: синергетика и теория социальной самоорганизации. - С Пб.: Лань, 1999. - 480 с.
6. *Князева Е.Н., Курдюмов С.П.* Синергетика: начала нелинейного мышления // Общественные науки и современность. - 1993. - №2. - С. 38-51.
7. *Пригожий И.* Нововведения: стимулы и препятствия (социальные проблемы инноватики). - М.: Политиздат, 1989. - 271 с.
8. *Пригожий И., Стенгерс И.* "Время, хаос, квант: к решению парадокса времени" - М.: Прогресс, 1994. - 265с.
9. *Столяров В.И.* Процесс изменения и его познание (логико-методологические проблемы). - М.: Наука, 1966. - 140 с. .
10. *Дудченко В.С.* Основы инновационной методологии. - М., 1996.
11. *Хомерики О.Г.* Системное управление инновационными процессами в общеобразовательной школе. - М., 1996. - 273 с.
12. *Инновации//Новые ценности образования: тезаурус для учителей и школьных психологов.* - М., 1995. - С. 13-17.

Рецензент: д.п.н., доц. **Матвієнко О.В.**

ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД УПРАВЛІНСЬКОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ

У статті проаналізовано підходи до управлінської підготовки фахівців в країнах-фундаторах основних управлінських культур.

В статье проанализированы подходы к управленческой подготовке специалистов в странах-учредителях основных управленческих культур.

In the article there are analyzed approaches to management training in countries-founders of main management cultures.

Постановка проблеми. Сьогодні, коли загальний напрямок економічного розвитку держави пов'язаний з міжнародною економічною інтеграцією та кооперуванням, гостро постає проблема конкурентоспроможності українських фахівців на світовому ринку. Трансформація національної економіки вимагає від керівників і фахівців всіх галузей високого професіоналізму, перш за все, в сфері управління. Традиційна система підготовки управлінських кадрів не відповідає сучасним потребам виробництва, тому першочерговим завданням вищої школи є вирішення методологічних, теоретичних і методичних проблем у сфері підготовки управлінського персоналу.

Одним із важливих шляхів формування ефективної сучасної системи підготовки управлінців є дослідження зарубіжного досвіду організації навчання менеджерів та впровадження його позитивних аспектів у практику підготовки фахівців у системі вищої освіти України. Узагальнення досвіду розв'язання проблем управлінської підготовки майбутніх фахівців економічно розвинутих країн дозволить уникнути багатьох можливих помилок у підготовці української управлінської еліти.

Аналіз літературних джерел. У педагогічній літературі приділяється значна увага дослідженню світових здобутків підготовки управлінських кадрів. Так, О. Бойко досліджує педагогічні аспекти формування готовності офіцерів до управлінської діяльності у ВВНЗ США, Великобританії та ФРН [1], О. Романовський – теоретичні й методичні основи світового досвіду підготовки інженерів до майбутньої управлінської діяльності [5]; Г. Щокін аналізує підготовку і підвищення кваліфікації управлінців у США, Японії [7].

Проте, незважаючи на наявність праць науковців із проблем професійної підготовки управлінців у закордонних освітніх системах, практично відсутні системні й комплексні дослідження щодо світових тенденцій у підготовці фахівців сільського господарства у ВНЗ взагалі, та в управлінській підготовці майбутніх фахівців-аграрників, зокрема.

У зв'язку з цим, **метою** нашої статті є аналіз, узагальнення та систематизація зарубіжного досвіду управлінської підготовки майбутніх фахівців.

Виклад основного матеріалу. У сучасному менеджменті існують два підходи – емпіричний (адаптації і аналогії, ситуаційний) і аналітичний (системний, раціональний), які визначають зміст і форми підготовки фахівців до ефективного управління. Прибічники першого підходу акцентують увагу на формуванні навичок і вмінь розв'язання проблем на чисельних прикладах і конкретних ситуаціях управління; прибічники другого підходу наголошують на тому, що ця підготовка має сприяти розвитку у студентів аналітичних здібностей, навичок і вмінь, ухвалення обґрунтованих рішень щодо розв'язання управлінських проблем. Отже, різниця в поглядах на підготовку управлінців полягає у тому, як проходить навчання – від загального до часткового чи від часткового до загального.

В умовах стабільної економіки в сферах управління з високим ступенем емпіричності знань (міжособистісна взаємодія при управлінні, організаційна поведінка

тощо) очевидну перевагу, на думку вчених-економістів, має підхід адаптації і аналогій, навчання на прикладах, аналізуванні конкретних ситуацій, що підтверджується практикою в країнах Західної Європи. З іншого боку, в період потрясінь, коли економіка зазнає криз і необхідні неординарні підходи до рішення нетипових завдань, які не мають аналогів в минулому, цей підхід може не дати позитивних результатів. У таких умовах пріоритетного значення набуває аналітичний (раціональний) підхід.

Специфічні особливості національного управління (практична відсутність власного досвіду управління в умовах ринку, тривалий перехідний період в економіці та глобальний перехідний період взагалі в життєдіяльності країни) ускладнюють використання в управлінні першого підходу і визначають доцільність активного використання другого.

У теорії менеджменту висувуються різні концепції формування українського менеджменту; а саме – копіювання світового досвіду управління без врахування, з частковим врахуванням особливостей української ментальності. Адже, при будь-якому виборі є ризик шаблонного використання теорії, яка враховує тільки специфічні особливості та умови функціонування економіки, рівень соціально-економічного розвитку конкретної країни та ментальність її громадян, і в результаті такі теорії, які не враховують специфіку вітчизняної – української – дійсності, не зможуть дати нашій економіці те, що від їх впровадження очікують.

Загальновизнаним є те, що національний менталітет – це важливий фактор, який впливає на форми, функції і структуру управлінської діяльності фахівців. Згідно із законом відповідності менеджменту і менталітету, управління – це форма проявлення внутрішньої, глибинної соціально-психологічної програми в людині, форма вираження її ментальності [3]. У зв'язку з цим поширена в останні роки у вітчизняній вищій школі тенденція до впровадження різноманітних інновацій, які ґрунтуються на запозиченні закордонного досвіду, висуває проблему цілісного осмислення та об'єктивного оцінювання їх ефективності в результаті адаптації в систему вищої освіти України.

З огляду на те, що основними управлінськими культурами вважаються – американська, японська, європейська, логічним є зосередження нашої уваги на дослідженні підготовки фахівців до управлінської діяльності саме в цих освітніх системах.

В американських університетах основою навчального процесу є використання "кредитних" (залікових) годин. Навантаження студента за семестр становить 15 залікових годин, за рік – 30, і ступінь бакалавра він отримує за 4 роки навчання. Звичайно, що 120 кредитних годин передбачають виконання університетських і кафедральних вимог щодо основних (профілюючих) та неосновних (другорядних) навчальних дисциплін, які структурно входять до навчального плану та дозволяють змодельовати студентам власну програму вищої освіти, що відповідає їхнім професійним інтересам і планам майбутнього кар'єрного зростання.

Так, наприклад, якщо студент планує бути найманим управляючим ферми м'ясного скотарства, або господарем-власником підприємства агробізнесу, або науковим дослідником державної установи з аграрних питань, він може змодельовати відповідну навчальну програму, яка за своїм змістом та обсягом необхідна йому для особистісної та професійної підготовленості до тієї чи іншої кар'єри. Це вказує на гнучкість навчальних планів щодо індивідуальних запитів студентів. Моделювання власної освіти шляхом вибору навчальних курсів мотивує студентів розсудливо й відповідально ставитися до досягнення мети їх професійної підготовки.

Вибір навчальних курсів сприяє тому, що студенти набувають спеціальних навичок і вмінь на заняттях з обраних дисциплін у складі різних навчальних груп, а також у процесі взаємодії з різними викладачами. Надання студентам можливості вибору навчальних курсів, а отже й викладачів, стимулює останніх постійно оновлювати навчальний матеріал, практикувати різні методи навчання, у тому числі й авторські, щоб активно залучати студентів на свої заняття.

Характерною особливістю підготовки управлінських кадрів в університетах США є прикладне застосування теорії при вирішенні проблемних ситуацій [2]. Так, у педагогічній практиці США активно застосовується метод *"кейс-стаді"* – метод вивчення виробничих ситуацій: студенти отримують письмовий опис реальної чи уявної ситуації, обговорюють її в підгрупах, що дозволяє проектувати, змодельовати, продумувати й логічно аналізувати найдрібніші деталі проблемної виробничої ситуації. Навчання з використання таких ситуацій імітує реальні події, що сприяє розвитку у студентів необхідних для управлінця навичок і вмінь, допомагає виробляти у них раціональний підхід до майбутньої управлінської діяльності.

Наступний метод – метод *"лабіринту дій"* – передбачає не тільки детальний опис ситуації, а й перелік можливих дій, операцій і заходів, що допомагає проектувати варіанти вирішення запропонованої ситуації й передбачити його можливий ефект.

Проте, враховуючи необхідність оволодіння технологією і методами аналізу складних управлінських проблем і прийняття обґрунтованих раціональних рішень вітчизняними управлінцями, активне застосування *"кейс-ситуацій"* та методу *"лабіринту дій"* в навчальному процесі, на нашу думку, не є завжди виправданим, бо зміст проблем в умовах економіки, що розвивається, стрімко змінюється, а методи і технології їх аналізу залишаються. Відсутність у фахівців базової підготовки раціонального управління негативно вплине на ефективність їх роботи, тому, в першу чергу, необхідно формувати і розвивати навички, вміння та здібності конструктивного, аналітичного мислення, володіння технологією і методами системного аналізу управлінських проблем, раціонального прийняття рішення, що дозволить ефективно пристосовуватися управлінцям до швидкозмінних умов вітчизняної економіки.

Цьому сприяє *дискусійний* метод, сутність якого полягає в обміні думками між студентами з будь-якого проблемного питання з метою більш глибокого його розуміння, свідомого засвоєння та знаходження оптимального варіанту розв'язання. Для дискусії характерним є чітке обмеження теми і часу обговорення, що відрізняє її від методу *"форум"*, в процесі якого студентам дозволено виступати необмежений час, якщо при цьому вони здатні підтримувати зацікавленість та увагу аудиторії.

Характерною рисою сучасної дидактики вищої школи США щодо підготовки студентів до управлінської діяльності є перетворення студентів із об'єктів впливу для викладачів в активних суб'єктів навчальної діяльності; у зв'язку з цим значна увага приділяється активізації їх пізнавальної діяльності шляхом організації самостійної роботи. Прикладом цього є метод *"відкрита лабораторія"* – викладач пропонує студентам розробити проект їх власного експерименту для перевірки певного принципу, що вивчається.

Система підготовки кадрів в Японії має свою специфіку. По-перше, учні японської школи до переходу в 10-12 класи практично не отримують ніякої професійної підготовки. Більш того, навчання в професійних навчальних закладах далеко не завжди призводить до отримання офіційно визнаної кваліфікації, тобто більша частина японської молоді, маючи середню освіту, виходить на ринок праці, якщо не зовсім професійно не підготовленими, то в усякому разі без будь-якого свідоцтва про присвоєння кваліфікації.

По-друге, невід'ємною частиною японської системи управління кадрами є професійна підготовка у фірмах, де особливе значення набуває отримання персоналом тієї кваліфікації, яка необхідна саме цій фірмі.

По-третє, вихідним компонентом японського менеджменту є ставлення працівника до праці, його ідентифікація з місцем праці, тому зрозумілим є намагання керівництва залучати молодь до роботи у фірмі безпосередньо після закінчення школи. Відсутність будь-яких фахових навичок і вмінь вважається свого роду позитивною якістю, яка є свідоцтвом незіпсованості, відсутності стороннього впливу, готовності сприймати правила професійної поведінки, прийняті в даній фірмі.

Професійна підготовка фахівців в Японії – це складна система взаємозумовлених заходів, в якій початкова підготовка є обов'язковим компонентом внутрішньофірмового навчання, основне завдання якої – моральна підготовка до праці, тобто знайомство новачків із компанією, принципами взаємовідносин між співробітниками, традиціями, звичаями та ритуалами.

Прийом на роботу відбувається один раз на рік після довгої і складної процедури перевірки якостей претендентів, які, як правило, є представниками одного покоління з однаковим рівнем освіти і культурою мислення, оскільки підбираються вони в основному із обмеженого кола навчальних закладів. Такий підхід до набору новачків спрощує підготовку навчальних програм, і, головне, з більшою ефективністю реалізується комплекс виховних заходів, якому в японських фірмах надають особливе значення – працюючи в майбутньому в різних підрозділах фірми, представники одного набору, знаходячись у дружніх стосунках, можуть бути корисні один одному і компанії. Отже, основний смисл початкового внутрішньофірмового навчання полягає в створенні спільного мотиваційного середовища майбутніх фахівців, механізму забезпечення їх високої трудової моралі, що є обов'язковим компонентом системи професійної підготовки кадрів у будь-якій японській компанії.

Наступний етап професійної підготовки здійснюється паралельно з основною виробничою діяльністю. Лінійний керівник, спираючись на допомогу фахівців, виступає в якості інструктора, перш за все управлінців більш низького рангу. В зв'язку з великим педагогічним навантаженням у штатному розкладі фірм часто передбачено кілька зайвих одиниць для фахівців, які кілька робочих днів на тиждень виконують тільки функції інструкторів. Значимість працівника, рівень його кваліфікації визначається в першу чергу об'ємом практичних знань, навичок і вмінь, які накопичуються в процесі набуття професійного досвіду.

На цьому етапі використовуються різного роду навчальні матеріали й посібники, зміст яких завжди відображає конкретні умови виробничого процесу.

Необхідність наступного етапу професійної підготовки – курсового навчання – визначається перш за все потребами виробництва і має вибіркового характеру: кандидати на ту чи іншу посаду звичайно отримують необхідні управлінські знання лише тоді, коли можливість отримання посади є реальною. Також умовою продовження освіти є успіхи працівника в навчанні.

Японські компанії заохочують прагнення працівників до вдосконалення своїх професійних знань, навичок і вмінь, організовуючи різні факультативні курси у вільний від роботи час. Як правило, фірми запрошують до себе лекторів чи організовують навчальні програми власними силами, вважаючи, що звернення до послуг інших організації може негативно вплинути на працівників – пошкодити усвідомленню належності до "своїх" фірми та навіть бажання попрацювати в іншій.

Проблема підготовки управлінських кадрів високої кваліфікації є важливою для будь-якої країни. Японські фірми досягли в цій сфері найбільш значних успіхів.

Ротація – найбільш вибіркового спосіб підготовки управлінських кадрів, завданням якого є виявлення потенційних керівників фірми. Повний її цикл передбачає обов'язкову зміну кількох посад на протязі певного часу, аж поки управлінець не досягне максимального рівня професійної компетентності. Один раз в два роки працівник подає керівництву докладну записку з викладенням своїх уявлень про подальшу діяльність. По закінченню терміна перебування на черговій посаді його безпосередній керівник складає характеристику, де вказує позитивні якості і недоліки, успіхи і вади в роботі, потенційні можливості, а також даються рекомендації щодо оптимального використання в майбутньому. За цими документами куратор підрозділу проводить співбесіду з працівником і його керівником (окремо з кожним), звіт про яку подається в службу кадрів і професійної підготовки. А коли виникає необхідність в переміщенні людей у зв'язку зі змінами у виробництві, така інформація максимально

враховується і керівництву фірми в більшості випадків не має потреби шукати фахівців за межами компанії.

З економічної точки зору унікальною особливістю підготовки кадрів силами компанії є непропорційно мала величина їх витрат на ці цілі, тому що власне сам управлінський персонал здійснює великі витрати з метою досягнення високої кваліфікації, які більш ніж в 5 разів перевищують облікові витрати фірми [4].

Європейська управлінська культура займає проміжну позицію між американською і японською освітніми культурами, що звичайно впливає й на підготовку управлінських кадрів в європейських країнах.

Заслугує на увагу досвід роботи Спільки європейських шкіл менеджменту (Community of European Management Schools – GEMS), яка об'єднує вищі навчальні заклади 12 європейських країн – Австрії, Бельгії, Великобританії, Германії, Данії, Італії, Іспанії, Нідерландів, Норвегії, Франції, Швейцарії, Швеції (кожна країна представлена одним навчальним закладом). Система підготовки фахівців із менеджменту в межах GEMS побудована таким чином, щоб забезпечувати можливість широкомасштабного обміну студентами і викладачами на основі уніфікації навчальних програм.

Так, програма Вищої економічної школи Парижу розрахована на трьохрічне навчання. Протягом першого року студенти вивчають основи управлінських дисциплін, загальнотеоретичні економічні предмети (мікроекономіка, маркетинг), соціологію і психологію організації, і отримують диплом бакалавра. На другому році навчання поглиблюють свої знання з менеджменту, вивчаючи управлінський облік і контроль, управління виробництвом і персоналом, стратегічне управління, і отримують диплом магістра. На третьому році студенти навчаються за вибраним напрямом, наприклад, міжнародний, стратегічний менеджмент тощо, і по закінченню навчання отримують диплом, який відповідає диплому майстра ділового адміністрування (МБА).

Система навчання у Вищій економічній школі Парижу орієнтована в основному на самостійну роботу студентів. Кількість аудиторних годин з більшості дисциплін не перевищує 30. Курси читаються блоками і включають лекції і практичні заняття, які проводяться у формі ділових ігор і ситуаційних семінарів.

У Німеччині дуже престижним є звання "майстер", яке мають переважна більшість керівників (власників) підприємств. До екзамєну на звання "майстер" допускаються особи, які закінчили технікум, або помічники керівників підприємств після навчання на спеціальних однорічних курсах.

До університету приймають усіх бажаючих без вступних іспитів. При конкурсному зарахуванні до уваги беруться їх оцінки в школах і гімназіях, а також інтереси та схильності абітурієнтів, які виявляються при співбесідах.

Після зарахування студенти направляються для практичної роботи за спеціальною програмою на підприємства, список яких затверджується ВНЗ. Очолювати практику можуть тільки ті керівники (власники), які мають звання майстра сільського господарства. Тільки після завершення практичної роботи і позитивного відгуку керівника підприємства студент приступає до аудиторних занять.

Перші два роки студенти отримують базову освіту, навчаючись за єдиними навчальними планами і програмами. Після цього відбувається спеціалізація студентів. З більшості спеціальностей не передбачено виробничу практику, що дозволяє більше часу приділяти теоретичній підготовці студентів. Вважається, що виробничу підготовку вони проходять перед вступом до ВНЗ. Крім того, великі фірми мають у своїй структурі спеціальні підрозділи, які займаються навчанням протягом року прийнятих на роботу випускників.

Значну увагу в ФРН приділяють підготовці менеджерів, яка здійснюється у державних університетах і в приватних спеціалізованих навчальних центрах.

Університети Німеччини проводять підготовку менеджерів за спеціальностями "Організація виробництва", "Організація управління персоналом". Навчальні плани передбачають вивчення загальної теорії та практики внутріфірмового управління,

промислової соціології, загальної психології, господарської і соціальної політики, методики добору і розстановки кадрів, ознайомлення з психологічними проблемами взаємодії керівників і підлеглих, з принципами прийняття і реалізації управлінських рішень.

Підготовкою управлінських кадрів у Німеччині займаються також близько 40 академій адміністрування і господарювання, які належать концернам, торгово-промисловим палатам, союзам підприємців і приватним особам.

Особливістю підготовки в головному сільськогосподарському навчальному закладі Нідерландів – Вагенінгенському університеті є включення в програму матеріалів по основним видам кооперації, формам організації і управління кооперативів, а також включення представників управлінської ланки сільськогосподарських кооперативів у склад консультативних рад навчальних закладів, де вони мають змогу вносити свої пропозиції щодо змісту і розвитку навчальних програм.

Також в країні створено п'ять навчальних центрів, які здійснюють підготовку керівних кадрів для сільськогосподарських кооперативів. Навчальною програмою підготовки менеджерів цих кооперативів передбачено дворічний термін навчання. Практичний курс навчання охоплює такі проблеми, як управління трудовими ресурсами, трудові відносини, маркетинг, оцінювання фінансової інформації тощо [6].

Цікава система підготовки управлінських кадрів існує в Швеції – на підприємстві створюється за його ж законами, так зване, навчальне підприємство, в команду управління якого, набираються групи дорослих та учнів. Вони працюють за правилами підприємства і вирішують ті ж професійні проблеми. Як результат такого навчання, учні самовизначаються з приводу своєї професійної діяльності, починають розуміти закони управління, економіки, виробництва. Фахівці, які супроводжують цей процес, визначають наскільки сформовані управлінські навички та вміння в учнів, допомагають у визначенні здібностей до управлінської діяльності та корегують зміст управлінської підготовки.

На нашу думку, система підготовки менеджерів у ВНЗ країн світу заслуговує на увагу. Проте важливим є не тільки акумулювання їхніх здобутків в освітній галузі, а й врахування особливостей національної психології, традицій, духовних цінностей, культурних чинників тощо. Поєднання згаданих елементів має бути підпорядковане одній меті – навчитися розумно керувати і передусім приймати раціональні управлінські рішення та ефективно їх виконувати. Все позитивне, накопичене в підготовці управлінських кадрів країнами з розвинутою ринковою економікою має ефективно використовуватися ВНЗ з урахуванням національних особливостей, тому що формальним запозиченням сучасних зарубіжних технологій підготовки студентів не можна розв'язати проблеми вітчизняної професійної освіти, а також проблеми, що постають перед сільськогосподарськими підприємствами в сучасних умовах господарювання. Пошук нових підходів до удосконалення управлінської підготовки фахівців-аграрників має враховувати не тільки досвід світової науки, а й історію розвитку вітчизняного менеджменту. Національні традиції, ціннісні уявлення, які склалися сторіччями, змінюються дуже повільно і, як правило, стійко впливають на суспільні процеси і культуру мислення людей.

Викладена нами інформація призначена для порівняння та обговорення, особливо сьогодні, коли наша держава приєдналася до Болонського процесу, що дозволяє спільно з іншими країнами Європи формувати єдиний ринок праці вищої кваліфікації, розширити доступ молоді до європейської освіти, забезпечувати мобільність студентів і викладачів, запровадити порівняльну систему ступенів вищої освіти з видачею зрозумілих в усіх країнах Європи додатків до дипломів.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Бойко О.В.* Педагогічні аспекти формування готовності офіцерів у ВВНЗ США, Великобританії та ФРН до управлінської діяльності // Військова освіта: Зб. наук. пр. - К.: Наук.-метод. центр військової освіти Міністерства оборони України, 2003. - № 12. - С. 83-93.
2. *ДжоунсРей М.* Структура навчальних планів по підготовці студентів економічного профілю в США - основа для порівняння з ситуацією в Україні // Концептуальні основи формування нових навчальних планів для Церкви. - 2001. - С. 37-43.
3. *Картавий М.А., Нехамкин А.Н.* Методологические принципы формирования российского менеджмента // Менеджмент в России и за рубежом. - 1999. - № 3. - С. 11-28.
4. *Матрусова Т.* Внутрифирменная подготовка кадров в Японии // Проблемы теории и практики управления. - 1994. - № 5. - С. 69-73.
5. *Романовский О.Г.* Теоретические та методологические основы подготовки инженера в высшем учебном заведении к будущей управленческой деятельности: Дис... д-ра пед. наук: 13.00.04 / Ін-т пед. і псих. проф. освіти АПН України/ - К., 2000. - 490 с.
6. *Рубан Ю.Д.* Методология развития и организации высшего образования по специальности "Зооинженерия". - К.: Аграрная наука, 2000. - 219 с.
7. *Щёкин Г.В.* Практическая психология менеджмента: Как делать карьеру; Как строить организацию: Науч.-практич. пособие. - К.: Украина, 1994. - 399 с.

Рецензент: д.п.н., проф. **Лісова С.В.**

д.пед.н., проф. **Ягупов В.В.** (НМЦ військової освіти Міністерства оборони України)
к.т.н. **Кортенко В.А** (НМЦ військової освіти Міністерства оборони України)

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ПІДГОТОВКИ ВІЙСЬКОВИХ ФАХІВЦІВ У КОНТЕКСТІ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ІНТЕГРАЦІЇ СИСТЕМИ ВИЩОЇ ОСВІТИ

У статті на підставі вимог “Болонського процесу” до моделі вищої освіти в єдиному освітньому просторі Європи та офіційного погляду на інтеграцію системи вищої освіти України в Європейський освітній простір проаналізовані актуальні проблемні питання щодо модернізації системи підготовки військових фахівців у сучасних умовах.

В статье на основе требований “Болонского процесса” к модели высшего образования в едином образовательном пространстве Европы и официального взгляда на интеграцию системы высшего образования Украины в Европейское образовательное пространство проанализированы актуальные проблемные вопросы модернизации системы подготовки военных специалистов в современных условиях.

In the article there is an analysis of actual problems of military specialists' training system modernization under modern conditions. The analysis was made according to the “Bologna process” requirements to a higher education model of common educational European society and official opinion on the Ukrainian higher educational system's integration into the European educational society.

Військова освіта є однією з ключових ланок, які визначають якість стану і основу стабільного розвитку військової організації держави. Головне завдання військової освіти – готувати з громадян, які свідомо і добровільно обрали для себе військову професію, бажають присвятити життя служінню Батьківщині, кваліфікованих офіцерів відповідних профілів, професіоналів військової справи, здатних ефективно виконувати відповідні посадовому положенню офіцера повсякденні службові обов'язки в мирний час і бойові функції в особливий (воєнний) період. Вона, зберігаючи свою специфіку та автономію, пов'язану з особливими соціальними вимогами до особистості та військово-професійної, службово-бойової діяльності офіцера, є складовою частиною загальнодержавної системи вищої освіти.

Активні процеси реформування в системі підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації військових фахівців були розпочати з 90-х років ХХ ст. Реформаційні підходи до військової освіти здійснювалися шляхом організаційних, структурних і змістовних перетворень у руслі загальних тенденцій щодо трансформації вищої освіти в державі та частково у світі (забезпечення цілісності освітньої та професійної складових програм навчання, переорієнтація з комуністичної моралі на загальнолюдські цінності, фундаменталізація змісту гуманітарної і соціально-економічної, природничо-наукової, професійної і практичної видів підготовки фахівців, а також створення умов для виховання громадянина і патріота своєї країни, особистісного і професійного розвитку).

З певного часу дана система термінологічно та організаційно стала розглядатися як єдина система військової освіти, що було задекларовано постановою Кабінету Міністрів України від 15 грудня 1997 р. № 1410 та підтверджено його же розпорядженням від 17 липня 2003 р. № 436-р., де визначено, що система підготовки фахівців інтегрується на засадах загальної нормативно-правової бази в єдину систему освіти з метою забезпечення потреб військових формувань і правоохоронних органів у кваліфікованих кадрах.

Характерною рисою та позитивним явищем у розвитку системи військової освіти стало її широка участь у міжнародному співробітництві (звичайною стало підготовка іноземних військовослужбовців у наших ВВНЗ і набуття освіти за кордоном наших офіцерів, розширення контактів із навчальними закладами інших країн тощо). Проте, у її сфері позначилися й ряд негативних тенденцій. У першу чергу необхідно назвати зниження якості підготовки військових фахівців. Нинішній стан їх підготовленості не відповідає сучасним вимогам як у кількісному, так і в якісному аспектах. Відбулося також зниження рівня військово-професійної підготовленості випускників ВВНЗ, особливо в частині формування у них військово-професійної компетентності. Вони найчастіше не одержують достатніх практичних навичок і вмінь з базових і спеціальних дисциплін, не говорячи про професійну компетентність, яка вкрай необхідна у службово-бойовій діяльності. Це підтверджується результатами державної атестації випускників ВВНЗ, практикою повсякденної діяльності військ, а також відгуками на молодих офіцерів із військ.

Зниження якості їх підготовки багато в чому зумовлено зміною соціально-економічної ситуації в країні та у Збройних силах України. У результаті зниження витрат бюджету на оборону ВВНЗ отримують бюджетні кошти, що не покривають їхніх поточних потреб, практично припинилася модернізація навчальної і матеріально-технічної бази, яка у більшості ВВНЗ морально і фізично застаріла й знаходиться в незадовільному стані. Паливно-мастильними матеріалами ВВНЗ в достатній мері не забезпечуються, в наслідок чого плани практичного навчання курсантів, у тому числі плани водіння, польотів, пусків і стрільб, як правило, не виконуються.

До погіршення якості підготовки військових фахівців у ВВНЗ призводить також негативний вплив таких факторів як:

- відсутність тісних зв'язків ВВНЗ з військами, що не дозволяє вчасно і повно використовувати бойовий досвід військ і здійснювати наукові дослідження подвійного призначення, в інтересах військ і самих ВВНЗ;

- несприйнятливість системи військової освіти до нововведень та інновацій, відсутність мотивації у наукових і науково-педагогічних працівників щодо розроблення та впровадження інноваційних підходів до управління якістю вищої освіти і професійної підготовки курсантів (слухачів) ВВНЗ;

- несвоєчасність оновлення змісту військової освіти і недостатність зусиль з впровадження новітніх педагогічних та інформаційних технологій у навчально-виховний процес відповідно до потреб службово-бойової діяльності випускників і вимог військ;

– наявність суттєвих недоліків у кадровому, науково-методичному та інших видах забезпечення освітньої діяльності ВВНЗ.

Кризова ситуація в галузі військової освіти свідчить про необхідність кардинальних організаційно-структурних нововведень, оновлення змісту освіти та корегування методик і технологій навчання з метою вдосконалення якості підготовки військових фахівців відповідно до сучасних і перспективних потреб розвитку Збройних сил України. Нині, відповідно до прийнятих рішень, здійснюється їх послідовний перехід на контрактну основу комплектування. До цього часу повинні були підготовлені офіцерські кадри, здатні керувати підпорядкованими підрозділами і частинами в нових умовах. Отже, найбільш ефективний шлях до сучасних Збройних сил, які повинні бути малочисельними, компактними, але високомобільними, боєздатними, володіючими самим досконалим озброєнням і військовою технікою, а також інтелектуальною зброєю, – це створення ефективної системи військової освіти, яка задовольнятиме потреби Збройних сил та інших військових формувань України у висококваліфікованих офіцерських кадрах.

У зв'язку з цим, **головна мета модернізації військової освіти** – це сформувати адекватну широкомасштабному реформуванню Збройних сил України систему військової освіти, вивести на якісно новий рівень систему підготовки офіцерських кадрів з урахуванням змін у національній системі вищої освіти в руслі вимог Болонського процесу, привести всі її параметри у відповідність зі сучасними вимогами військово-професійної діяльності офіцерів, забезпечувати оптимальне формування і розвиток їх професіоналізму, всіх видів компетентностей, загальної та військово-професійної культури, надати процесу їх підготовки випереджального і гнучкого характеру відповідно до завдань і функцій Збройних сил України у державі та у процесі участі у миротворчих операціях.

Військова освіта завжди була сильна комплексним підходом до підготовки фахівців, розвиваючи, крім військово-професійних якостей, загальний їх наукову культуру шляхом розв'язання двоєдиного завдання: з одного боку – підвищення загальнокультурного рівня курсантів (слухачів), а з іншого боку – створення методологічної бази розвитку воєнної науки через творче засвоєння загальнонаукових методів ефективного функціонування Збройних сил. Сьогодні актуалізується завдання щодо підготовки у ВВНЗ інтелектуальної військової еліти – високопрофесійних і всебічно підготовлених офіцерів, які мають бути і патріотами, і висококласними фахівцями, і лідерами військових колективів, здатними ефективно керувати підлеглими – професіоналами-контрактниками сержантського і рядового складу, які будуть мати часом великий життєвий досвід і високий освітній рівень. Вони також мають бути готові до ефективної управлінської, економічної, виховної і технічної службової діяльності у військах на різних посадах.

Актуальність модернізації військової освіти продиктована також тим, що нині існує проблема визначення стратегічних орієнтирів її розвитку в загальному контексті змін у державній системі вищої освіти. Подальший її розвиток і реформування, як важливої складової загальнодержавної системи вищої освіти, необхідно здійснювати в контексті нового етапу модернізації національної системи вищої освіти, у тому числі й руслі вимог Болонського процесу. На черговому самміті міністрів освіти країн Європи в Бергені (Норвегія) у травні 2005 р. Україна офіційно приєдналася до європейського інтеграційного процесу в галузі вищої освіти, до “Болонського процесу”. У процесі входження України в цей простір має бути до 2010 року сформована система вищої освіти, узгоджена з європейською моделлю вищої освіти. Відповідно, Болонський процес має для освітян уже не просто освітнє значення, а висвітлює напрями їх майбутньої роботи щодо приведення системи вищої освіти в таке нормативно-методичне русло, яке встановлено для учасників цього процесу.

Кадрова політика у Збройних силах України у сфері військової освіти, яка орієнтована нині на приведення параметрів військової освіти у відповідність до реалій

військової організації держави, має бути також спрямована на адаптацію підготовки військових кадрів до “болонських” стандартів із урахуванням стратегічного курсу України на інтеграцію до ЄС та до євроатлантичних структур.

На сьогоднішній день певна робота у цих напрямках проводиться. Наприклад, з метою організаційних перетворень мережі ВВНЗ прийнята постанова Кабінету Міністрів України від 26.05.2005 р. №381 “Про заходи щодо оптимізації мережі ВВНЗ і військових навчальних підрозділів ВНЗ” і затверджений наказом Міністра оборони України від 16.06.2005 р. №399 “План заходів з оптимізації системи військової освіти”. Оптимізована мережа ВВНЗ до 1 грудня 2007 року буде включати Національну академію оборони України, Українську військово-медичну академію, 3 видові ВВНЗ (Львівський інститут Сухопутних військ Національного університету “Львівська політехніка”, Харківський університет Повітряних Сил, Севастопольський військово-морський інститут), 2 міжвидові ВВНЗ (Військовий інститут Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації Національного технічного університету України “КПІ”), 10 факультетів і 15 кафедр військової підготовки.

Нині вже є впевненість у доцільності модернізації військової освіти не тільки за складом ВВНЗ, але й за основними принципами побудови системи військової освіти. До них, в першу чергу, відносяться:

- поглиблена інтеграція системи військової освіти в національну систему вищої освіти, а разом з нею входження в європейський освітній простір шляхом гармонізації з європейською інтеграційною моделлю, зокрема використання кредитно-модульної технології організації навчального процесу у ВВНЗ;

- оптимізація переліку військово-облікових спеціальностей (ВОС) офіцерів тактичної, оперативно-тактичної та оперативно-стратегічної ланки управління і на цей підставі перегляд і скорочення Переліку спеціальностей і спеціалізацій підготовки, а також кваліфікацій військових фахівців з вищою освітою у відповідності зі специфікою рівнів військової освіти та реальних потреб Збройних сил України в офіцерських кадрах;

- уточнення структурних варіантів організації підготовки військових фахівців різних рівнів військової освіти, строків і цілей навчання фахівців відповідно до впровадження нової структури вищої освіти “бакалавр-магістр” в руслі вимог Болонського процесу;

- побудова ієрархічної системи управління якістю вищої освіти та професійної підготовки військових фахівців, посилення уваги та мотивації всіх суб’єктів військової освіти щодо надання освітніх послуг через ефективні механізми управління якістю навчально-виховного процесу у ВВНЗ;

- удосконалення системи керування ВВНЗ відповідно до вимог демократичного і відкритого суспільства, у т.ч. через розширення самостійності ВВНЗ у межах передбаченої законодавством їх автономії та посилення цивільного контролю за діяльністю;

- поетапність модернізації та переходу на нові моделі організації навчального процесу у ВВНЗ з урахуванням цілей, змісту і специфіки військово-професійної діяльності випускників;

- випереджальне нормативне і науково-методичне забезпечення модернізації військової освіти тощо.

Ці принципи вимагають чіткої та вивіреної програми модернізації вищої освіти в державі, в якій повинні бути визначені базові положення державної політики в освітній сфері, що також безпосередньо впливають на пріоритети розвитку військової освіти; це – загальні принципи формування і реалізації кадрової політики щодо підготовки військових фахівців; основні завдання щодо реформування системи вищої військової освіти та механізмів його реалізації; стандарти вищої військової освіти.

Отже, ефективне розв'язання актуальних проблем військової освіти та її виведення на якісно новий рівень об'єктивно вимагають обґрунтування і прийняття, після широкого обговорення, нової *Концепції військової освіти*, яка б системно визначила перспективні цілі, основні принципи і технології щодо її розвитку і функціонування в умовах широкомасштабного реформування Збройних сил України та їх орієнтації на стандарти НАТО. Вона має оптимально врахувати досвід розвитку системи підготовки військових фахівців у державі і провідних країнах світу, функції, завдання, функції, модель та організаційну структуру Збройних сил України, базуватися на Законах України (у першу чергу "Про вищу освіту" та "Про Збройні сили України"), зберігати наступність щодо збереження найкращих традицій підготовки офіцерських кадрів у вітчизняних ВНЗ.

Необхідність і своєчасність прийняття цієї концепції диктується також вимогою випереджального розвитку системи військової освіти стосовно реформування Збройних сил України. Відповідно, потребують ретельної уваги керівників, наукових і науково-педагогічних працівників ВВНЗ концептуальні положення щодо корегування діючого основного нормативного документу стосовно військової освіти. Також має сенс окремо розглянути ***перспективи та основні завдання з подальшої модернізації вищої освіти військових фахівців*** у контексті євроінтеграції національної системи вищої освіти в руслі вимог і принципів Болонської декларації [1].

По-перше, це *перехід до нової структури вищої освіти* (бакалавр, магістр), що передбачає значну перебудову всієї системи військової освіти. Діючими нині нормативно-правовими актами, як відомо, передбачена підготовка у ВВНЗ випускників – офіцерів тактичної ланки з освітньо-кваліфікаційним рівнем (ОКР) “спеціаліст” з терміном навчання 4 і 5 років, офіцерів оперативно-тактичної ланки з ОКР “магістр” з терміном навчання 2 роки, а також офіцерів оперативно-стратегічної ланки з ОКР “магістр” з терміном навчання 1 рік. Існуюча структура підготовки фахівців “бакалавр – спеціаліст – магістр” не відповідає ступеням “бакалавр – магістр” підготовки фахівців у європейських країнах і суттєво відрізняється за її змістом, методиками та технологіями. У зв'язку з цим, визначальним чинником забезпечення інтеграції системи вищої освіти України в єдиний європейський освітній простір є гармонізація структури ступенів вищої освіти з європейським стандартом структури підготовки фахівців із вищою освітою, де бакалаврат і магістратура мають статус самостійних ступенів освіти з властивими кожному з них цілями і завданнями. Змінами до Закону України “Про вищу освіту” передбачається перейти на таку схему підготовки фахівців з 2007 року.

Методика та технології модернізації існуючої структури ОКР фахівців остаточно не розроблені. Зокрема, необхідно внести зміни і доповнення до Закону України “Про вищу освіту”, а також ухвалити нову “Концепцію військової освіти”, передбачивши функціонування бакалаврату за спеціальностями вищої освіти військових фахівців тактичного рівня з реалізацією повної військово-професійної підготовки випускників ВВНЗ до служби у військах і магістратури для поглибленої військово-професійної підготовки офіцерів. Отже, зберігаючи специфіку системи підготовки військових фахівців, за умови впровадження структури “бакалавр – магістр” перший рівень вищої освіти “бакалавр” можливо та доцільно ототожнювати з підготовкою офіцерів тактичного рівня, а другий рівень “магістр” – з підготовкою офіцерів оперативно-тактичного рівня.

Освітні завдання бакалаврата мають складатися з формування базових основ професійної культури й основних видів компетентностей військового фахівця тактичної ланки, надання йому широкої професійної підготовки на підставі фундаментальності предметних знань з гуманітарних і соціально-економічних, природничо-наукових і професійно-орієнтованих дисциплін за певним напрямом, що забезпечуватиме випускника-бакалавра загальною інтегральною методологією військово-професійної діяльності, формування у них основних видів компетентностей, необхідних для творчої службової діяльності та постійного самовдосконалення в ній. На цьому фундаменті

будуть вивчатися дисципліни спеціального циклу та функціональної спеціалізації, а також здійснюватися функціональна підготовка за конкретно первинною посадою, у тому числі проходитиме функціонально-орієнтоване військове стажування.

Таким чином, бакалаврат як базова ланка вищої освіти передбачатиме орієнтацію військово-навчального процесу не тільки на засвоєння курсантом (студентом) певної сукупності теоретичних знань, формування практичних навичок і вмінь, але й на розвиток його особистості, творчих пізнавальних здібностей і основних видів компетентностей. Органічною складовою процесу підготовки і розвитку курсанта (студента) в бакалавраті має бути формування у нього громадянської відповідальності і правової самосвідомості, духовності і культури, ініціативності, самостійності, толерантності, здатності до успішної соціалізації у військово-соціальному середовищі та творчої адаптації до умов військово-соціального середовища. Отже, бакалавр може бути тим же спеціалістом – офіцером військового управління, але підготовленим у бакалавраті.

Магістратура ВВНЗ передбачатиме підготовку офіцерів оперативно-тактичної ланки, а також, як виняток, може готувати офіцерів для заміщення первинних посад за наукомісткими спеціальностями. Випускники магістратури отримують право вступу до ад'юнктури. ОПП підготовки магістрів військового спрямування мають базуватися на бакалаврських програмах підготовки і містити додаткові розділи з гуманітарних, соціально-економічних і природничо-наукових дисциплін, а також потужний блок військово-професійних дисциплін за спеціальністю. При цьому загальнонаукові дисципліни мають бути орієнтовані на поглиблене розуміння слухачами військово-професійних проблем, вивчення історичних і філософських аспектів військової галузі знань, формування високої інформаційно-комп'ютерної культури та вдосконалення основних видів професійних компетентностей. Військово-професійні дисципліни мають у повній мірі використовувати в процесі підготовки слухачів наукові досягнення у суто військовій галузі знань, а також дослідження з військової проблеми технічних, економічних, психолого-педагогічних та інших наук.

Використання в магістратурі ВВНЗ активних форм і методів навчання, сучасних технологій і адекватного потребам військ змісту навчання, у т.ч. розв'язання квазіпрофесійних проблем щодо управління військами, вирішення воєнно-наукових та військово-технічних завдань, аналіз конкретних ситуацій, імітаційне моделювання службово-бойових завдань і командно-штабних навчань на базі комп'ютерно-інформаційних систем дозволяє реалізувати концепцію практико-орієнтованої військової освіти.

По-друге, нагальною проблемою військової освіти є *розроблення оновленого Переліку напрямів і спеціальностей підготовки з обов'язковим їх укрупненням, Переліку кваліфікацій фахівців і відповідних стандартів вищої освіти військових фахівців*. Нині Міністерством освіти і науки України формується новий Перелік напрямів підготовки та спеціальностей, спрямований на скорочення й укрупнення чинних, а також узгодження названого Переліку з Переліком кваліфікацій. Керівникам ВНЗ рекомендовано активізувати свою участь у формуванні Переліку, внести обґрунтовані пропозиції з акцентом на обов'язкове його скорочення. Формування вказаних Переліків з урахуванням принципів, які рекомендує європейська спільнота для досягнення сумісності і порівнянності кваліфікацій фахівців з вищою освітою України і Європейського союзу, є одним із першочергових завдань. Гостроту проблеми показує, наприклад, такий факт: нині у країнах Західної Європи кількість напрямів підготовки (бакалавратів) коливається в межах 20-24 назв; у Росії прийнято 32 напрями підготовки, а в Україні підготовка бакалаврів здійснюється за 76 напрямками. Отже, без адекватних змін існуючого Переліку бакалавратів (направів) не можна забезпечувати визнання нашого диплому бакалавра з багатьох напрямів підготовки.

Система військової освіти також мусить пропонувати державі фахівців за спеціальностями нового типу, сприяти подоланню вузької професійної спрямованості

військових фахівців з вищою освітою через новий перелік напрямів і спеціальностей, з яких в сучасних соціально-економічних умовах доцільно вести підготовку офіцерів. Першим кроком у цьому напрямку мусить бути оптимізація переліку ВОС, скорочення кількості військових посад, які комплектуються молодшими офіцерами з вищою військово-спеціальною освітою, за рахунок збільшення кількості посад, що замішуються прапорщиками (мічманами) та сержантами контрактної служби із військовою освітою за програмою підготовки молодших спеціалістів.

На основі нового Переліку напрямів і спеціальностей підготовки військових фахівців необхідно привести зміст військової освіти у відповідність до державних вимог стандартів вищої освіти і освітньо-кваліфікаційних вимог до військово-професійної підготовленості випускників згідно з їх посадовим призначенням. При цьому доцільно створити і використовувати стандарти подвійного призначення, які б забезпечували високу військово-професійну підготовленість випускників і гарантували їхню соціальну захищеність при звільненні з військової служби. З метою соціального захисту випускників ВВНЗ командного профілю рішенням колегії Міністерства оборони України “Про вдосконалення організації підготовки і змісту навчання військових фахівців командного профілю” запропонована зміна напрямку підготовки 1401 “Військові науки” (за спеціальностями бойового застосування підрозділів Сухопутних військ – механізованих, танкових, аеромобільних військ, ракетних військ і артилерії, підрозділів військової розвідки; підрозділів ППО та авіації, а також інженерних військ, військ зв’язку та тилового забезпечення) на цивільні напрями підготовки фахівців. У Департаменті військової освіти та науки Міністерства оборони України та Науково-методичному центрі військової освіти Міністерства оборони України розроблені пропозиції щодо вказаної зміни на напрями підготовки цивільних фахівців, зміст нормативної частини ОПП яких максимально наближений до професійної діяльності офіцерів. При цьому спеціальності підготовки військових фахівців командного профілю пропонується визначати однаковими з відповідними спеціальностями підготовки військових фахівців інженерно-технічного профілю. Командний чи інженерно-технічний профіль випускника ВВНЗ буде визначати його спеціалізація за спеціальністю підготовки, реалізація якої починається з передвипускного курсу. Для цього пропонується розробити новий перелік напрямів, спеціальностей і спеціалізацій підготовки військових фахівців, час введення в дію якого слід синхронізувати з наданням чинності нового державного переліку напрямів і спеціальностей для фахівців із вищою освітою.

Фрагмент побудови структури напрямів, спеціальностей і спеціалізацій підготовки військових фахівців, що пропонується, наведений у таблиці 1. Запропонована зміна напрямку підготовки “Військові науки” надає можливість поєднати вищу цивільну та вищу військово-спеціальну освіту, здійснити підготовку військових фахівців командного профілю згідно із вимогами державного стандарту до цивільних фахівців з вищою освітою. Проте, збереження при цьому якісної військово-професійної підготовки курсантів – майбутніх офіцерів командного профілю об’єктивно потребує збільшення терміну їх навчання з 4-х до 5-ти років. Крім того, доцільно розробити навчальні плани за спеціальностями підготовки та програми природничо-наукових і загальнопрофесійних дисциплін з військово-прикладною спрямованістю, посилити військово-професійну спрямованість підготовки майбутніх офіцерів, зберегти кількість навчального часу на тактичні і тактико-спеціальні дисципліни, реалізувати логічну етапність підготовки військових фахівців (солдат – відділення – взвод – рота – батальйон), а також безперервно впроваджувати у військово-навчальний процес ВВНЗ досвід військ, миротворчої діяльності, норми міжнародного гуманітарного права тощо.

Таблиця 1

Структура напрямів, спеціальностей і спеціалізацій підготовки військових фахівців

<i>Напрямок підготовки</i>	<i>Спеціальність</i>	<i>Спеціалізації</i>
Інженерна механіка	Озброєння та військова техніка (за родами Сухопутних військ): 1. Озброєння танкових військ	Бойове застосування та управління діями танкових підрозділів; Експлуатація і ремонт озброєння та бронетанкової техніки;
	2. Озброєння та техніка інженерних військ	Бойове застосування та управління діями підрозділів інженерних військ; Експлуатація і ремонт озброєння та техніки інженерних військ.
	3. Озброєння та техніка ракетних військ і артилерії.	Бойове застосування та управління діями підрозділів ракетних військ і артилерії; Експлуатація і ремонт озброєння та техніки ракетних військ і артилерії.

По-третє, відповідно до рішення колегії Міністерства освіти і науки України від 24 березня 2005 р., необхідно поступово, починаючи з 2005/2006 навчального року, запроваджувати у всіх ВНЗ України, в т.ч. у системі військової освіти *кредитно-модульне навчання*. Для цього необхідно завершити розроблення навчальних планів, програм навчальних дисциплін, засобів діагностування якості навчання, звітної документації з результатами оцінювання знань студентів (курсантів) з урахуванням вимог ECTS в системі кредитно-модульного навчання. Ця система є сучасною моделлю організації навчального процесу у ВНЗ, яка передбачає структурований у кредитах навчальний план; модульну систему викладання дисциплін; рейтингову систему оцінювання за багатобальними шкалами, тобто об'єднує модульну технологію навчання і залікові кредити, як одиниці вимірювання обсягу навчального матеріалу, що засвоєно студентом (курсантом).

В основу перетворень слід покласти оптимізацію структурно-логічної схеми підготовки фахівців, інтенсифікацію викладання навчальних дисциплін, забезпечення діагностування якості підготовки військових фахівців з акцентом на особливості їх фахової підготовки та орієнтацією на ефективний контроль знань, вмінь і навичок курсантів (студентів) щодо майбутньої військово-професійної діяльності. Педагогічні технології при кредитно-модульній системі навчання передбачають перехід від пасивних методів і форм навчання до активних. При цьому в центрі навчання знаходиться курсант. Це реалізується через індивідуальний навчальний план; велику частку самостійної та індивідуальної роботи, яка контролюється; об'єктивні методи оцінювання успішності; прозору систему оцінювання тощо.

Перехід на таку систему організації навчального процесу у ВВНЗ потребує розроблення нових навчальних планів і програм навчальних дисциплін; комплексної інформатизації навчального процесу, у т.ч. створення автоматизованих навчальних комплексів як межах ВВНЗ, так між ВВНЗ; впровадження індивідуального підходу до

підготовки і всебічного розвитку випускника; зміни в організації військового стажування і практики, а також суттєвого оновлення науково-методичних і дидактичних підходів до планування і організації занять, змін у педагогічних технологіях і інформаційно-методичному забезпеченні навчальних дисциплін, посилення ролі самостійної роботи курсантів (слухачів), у т.ч. шляхом розвитку електронних курсів і елементів технології дистанційного навчання, сучасних засобів діагностування та оцінювання досягнень курсантів, широкого використання Інтернету тощо.

Четверте завдання – це *впровадження сучасних інформаційних технологій навчання і формування інформаційної культури* майбутніх офіцерів через нові форми організації навчальних занять, нарощування парку ПЕОМ та програмного забезпечення, розроблення і впровадження нового покоління підручників, навчальних посібників і засобів навчання; створення умов для індивідуалізації процесу навчання та ефективної самостійної роботи курсантів, обов'язкове створення та використання у ВНЗ телекомунікаційних мереж. Це спрямовано на ліквідацію серйозного відставання ВВНЗ у сфері інформатизації навчального процесу, приведення інформаційно-методичного забезпечення цього процесу у відповідність з показниками державної акредитації і вимогами до умов реалізації ОПП підготовки військових фахівців.

В умовах стрімкого розвитку і розширення застосування в навчальному процесі новітніх технологій та відкритих інформаційних джерел передача “готових” знань перестає бути головною метою навчального процесу. Сучасна парадигма вищої освіти орієнтує навчальний процес на розвиток пізнавальної активності курсантів (студентів, слухачів), на те, щоб вони “навчилися вчитися”, у тому числі і вибирати ту інформацію, яка необхідна їм у першу чергу. Ця парадигма за мету і результат вищої освіти має формування особистості фахівця, розвиток його інтелектуальних можливостей і здібностей. При цьому інтелектуальні можливості кожного курсанта стають засобом індивідуального освоєння програми професійної підготовки. Тільки у цьому випадку формується адекватна “Я-концепція” сучасного офіцера-професіонала, стрижнем якої виступає здатність до неперервної професійної самоактуалізації протягом усієї служби.

Динамізм сучасної військової служби такий, що офіцеру вже не вистачає один раз отриманої вищої освіти, щоб повноцінно виконувати свої функціональні обов'язки протягом всієї служби. Якщо раніше військово-професійні знання випускника ВВНЗ були актуальні протягом великої частки служби, то нині система воєнно-наукових знань радикально оновлюється за 5-7 років. Отже, сучасний офіцер знаходиться перед проблемою перманентного відновлення знань і вмінь як необхідної умови підтримання свого статусу професіонала. Не випадково наприкінці ХХ в. було висунуте гасло про безперервну освіту військових фахівців: “Військова освіта не на все життя, а через усю військову службу”.

П'яте завдання – це *підвищення якості підготовки військових фахівців* шляхом, зокрема, впровадження системи комплексного управління та моніторингу якості навчального процесу. Міністерством освіти і науки України рекомендовано ВНЗ створити систему управління якістю вищої освіти, яка б передбачала рівну участь і відповідальність учасників навчально-виховного процесу в реалізації стратегії поліпшення якості вищої освіти. Для цього необхідно підвищити відповідальність науково-педагогічних працівників за якість освітньої діяльності, а курсантів (студентів) за якість вищої освіти; запровадити ефективний механізм оцінювання кінцевих результатів та їх оприлюднення; розширити застосування експертних і тестових методів оцінювання рівня знань і компетентності курсантів (студентів); підвищувати об'єктивність оцінювання знань, навичок і вмінь курсантів (студентів) під час проведення ректорського, поточного контролю та екзаменаційних сесій.

Шосте завдання – це *психолого-дидактична адаптація більшості науково-педагогічних працівників до процесу перебудови системи вищої освіти* в контексті її гармонізації з моделлю, запропонованою в якості загальноєвропейської. Мається на

увазі підвищення їх кваліфікації з новітніх форм організації навчального процесу; здійснення одночасних змін у філософії військової освіти, тобто перехід від стратегії викладання до стратегії навчальної діяльності курсантів (слухачів), до використання педагогічних технологій, спрямованих на їх заохочення до самостійного набуття знань та участі в наукових дослідженнях.

Підвищення професіоналізму у даному напрямку можливо через створення ефективної системи підготовки, підвищення кваліфікації та атестації науково-педагогічних працівників і керівників органів управління та ВВНЗ; обов'язкові перепідготовка чи підвищення кваліфікації не рідше, ніж один раз у п'ять років; організація і проведення курсу з інформаційних технологій для управлінських і науково-педагогічних кадрів; організація науково-методичної служби органів управління освітою на принципах мережної організації і маркетингу.

Отже, *пріоритетними завданнями в сфері військової освіти на наступний період мають стати такі завдання:*

1. Розроблення нової Концепції військової освіти з метою впровадження структури вищої освіти військових фахівців: тактичний рівень – бакалавр, оперативно-тактичний рівень – магістр.

2. Розроблення нового Переліку напрямів, спеціальностей підготовки та кваліфікацій військових фахівців з вищою освітою.

3. Проведення наукових досліджень зі стандартизації вищої освіти військових фахівців відповідно до нової структури рівнів, Переліку напрямів і спеціальностей їх підготовки та змісту військової освіти, у т.ч. розроблення галузевих стандартів вищої освіти для підготовки офіцерів тактичного рівня (з терміном навчання до 5 років) та оперативно-тактичного рівня (з терміном навчання 1 рік).

4. Доповнення Інструкції про організацію освітньої діяльності у ВВНЗ з метою науково-методичного забезпечення кредитно-модульної системи організації навчального процесу тощо.

Усе це дозволить гарантувати якість підготовки військових фахівців, яка відповідатиме державному та європейському стандартам вищої освіти, і здійснювати, тим самим, вагомий внесок військової освіти у підтримання необхідного рівня професіоналізму офіцерських кадрів Збройних сил України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кортенко В.А., Тхоржевський І.В. Характерні властивості європейської інтеграційної моделі вищої освіти та питання гармонізації з нею системи підготовки військових кадрів // Військова освіта: Зб. наук. пр. - К.: НМЦ ВО МОУ, 2005. - №1(15). - С. 147-158.

Рецензент: д.п.н., проф. **Плахотнік О.В.**

АТМОСФЕРНЕ ВОЛОГОПЕРЕНОСЕННЯ У МІЖФРОНТАЛЬНОМУ ПРОСТОРІ

Пропонується та обґрунтовується модель для діагнозу внутрішньомасового перенесення вологи та оцінки можливості утворення опадів з хмарності шаруватих форм у перехідні періоди року над територією України.

Предлагается и обосновывается модель для диагноза внутримассового перенесения влаги и оценки возможности образования осадков из облачности слоистых форм в переходные периоды года над территорией Украины.

Вступ. Відомо [1], що головні надходження вологи на територію України обумовлюють процеси фронтогенезу, оскільки саме фронтальне вологоперенесення має переважне значення порівняно зі звичайною адвекцією вологи внутрішньомасовими повітряними потоками. Проте, внутрішньомасова адвекція вологи, яка істотно залежить від типу поточного синоптичного процесу та сезону року, робить певний внесок в загальне вологоперенесення. Саме тому, розглядаючи загальну картину просторового та часового розподілу атмосферної вологи, необхідно враховувати й перенесення вологи у міжфронтальному просторі.

Метою статті є розробка метода діагнозу процесів внутрішньомасового перенесення вологи та оцінки можливості утворення нефронтальних опадів над територією України.

Матеріали, методи та результати дослідження. У міжфронтальному просторі вологоперенесення у більшості випадків здійснюється без його супроводу опадами. Цей процес порушується лише в зонах підінверсійної хмарності шарувато-дощового типу. Такі зони утворюються [2] у передфронтальному просторі за рахунок відриву інверсії від фронтів та її поширення за циклонічною циркуляцією перед теплим фронтом або фронтом оклюзії. Інверсія перед холодним фронтом зазвичай «суха», оскільки теплий фронт висушує простір теплового сектора. Перед теплим фронтом інверсіям притаманна тенденція до розповсюдження вглиб блокуючого рух циклона гребеня.

Розглянемо, згідно [3], діючі у процесах без опадів два інваріанти вологоперенесення:

$$\tilde{s} = s + \delta; \quad \tilde{I} = \theta + \frac{L}{c_p} s, \quad (1)$$

де S - паровміст повітря; δ - питома водність хмари;

θ - потенціальна температура;

L, c_p - питома теплота конденсації пару та теплоємність при постійному тиску.

Ці інваріанти виконуються у міжфронтальному просторі та масивах купчастої хмарності, що існує в умовах слабкої конвекції, а також у масивах підінверсійної шаруватої хмарності. Вважаємо, що у міжфронтальних зонах зберігаються інваріанти (1), тобто рівняння:

$$\frac{d\Pi}{dt} = \frac{d\tilde{s}}{dt} = 0 \quad (2)$$

дійсні у даній області розв'язання.

На рис. 1 приведений аналіз узагальненої ситуації в період аномальних опадів у Карпатах у вересні 1999 р. Перший ряд значень відповідає сумарному перенесенню вологозапасу холодними фронтами, що проходили через територію Карпат. Додатні значення визначають напрямок вологоперенесення до центру циклонічних утворень, від'ємні—від центру. Вологозапас визначений у $\text{кг}/(\text{м}^3 \text{доб})$. Другий ряд значень визначає перенесення вологи теплим фронтом. Третій ряд значень визначає перенесення вологозапасу фронтами оклюзії, а четвертий ряд—потенціальне опадоутворення у міжфронтальному просторі за рахунок вторинних фронтів та внутрішньомасової хмарності.

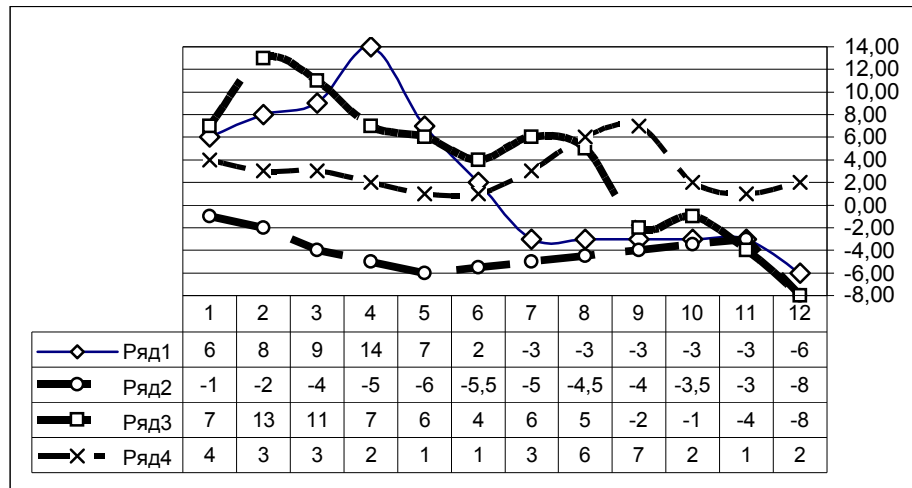


Рис. 1 - Перенесення вологозапасу ($\text{кг}/\text{м}^3 \text{доб}$) фронтами через територію Карпат у вересні 1999 р. та внутрішньомасові опади ($\text{мм}/\text{доб}$). По вісі абсцис одна градація відповідає 2 добам

Як видно з рис.1, основне вологоперенесення на територію Карпат було зумовлене активністю периферій холодних фронтів, а також фронтами оклюзії, розташованими в центрах циклонів. Активність теплих фронтів була вдвічі нижчою, оскільки вони забезпечували вологоперенесення з більш холодних районів з меншим вологовмістом. Внутрішньомасові опади на рис. 1 наведено в синхронному меридіональному напрямку паралельно узагальненій лінії холодних фронтів. Вони забезпечують додаткове опадоутворення, в основному за рахунок вторинних холодних фронтів. Таким чином, запропонований метод дозволяє оцінити можливість появи опадів та розрахувати їх інтенсивність.

Проте варто пам'ятати, що випадання опадів і вологоперенесення є різними характеристиками. Розрахунок за рис.1 виконувався на підставі формул (1), (2). Тому характеристики опадів можуть виходити заниженими, особливо у зонах діяльності атмосферних фронтів. Отже, результати, приведені на графіках, придатні лише для міжфронтального простору і, головним чином, для шаруватої підінверсійної хмарності. Відповідно, цей результат повинен бути скоректований з урахуванням процесів фронтогенезу згідно методики запропонованій у [4].

Інтенсивність вологоперенесення через межу водорозділів України можна записати у вигляді контурного інтегралу $\oint_S \vec{Q} \vec{n} dS$,

де $\vec{Q}$ - потік пароподібної вологи через межу водорозділів; S , $\vec{n}$ - нормаль до межі S .

В цілому, за певний період часу інтегральний потік вологи через всю межу S

дорівнює нулю, або відбувається різкий стік вологи у водо розділ, тобто $\int_0^{t_v} \oint_S \vec{Q} \vec{n} dS = 0$,

де t_v - період оформлення нульового балансу вологи через межі водорозділів.

Контурний інтеграл по замкнутій межі дорівнює:

$$\text{res } f(z_1) + \text{res } f(z_2) + \dots + \text{res } f(z_p) = \text{res } f(\infty),$$

де z_i - комплексні координати зон зливових опадів з фронтальної конвективної хмарності;

$\text{res } f(\infty)$ - потік вологи за межами водорозділів України.

Інтегральний потік вологи може проходити і через більші ділянки контуру межі, але, у всякому випадку, буде мати місце його максимум.

Величина $\text{res } f(\infty)$ визначає вихід повітряної маси з її вологовмістом за межі циклону. Цей вихід відбувається через теплий фронт у тому місці, де він прориває гребінь та з'єднується з холодним фронтом попереднього циклону. Холодний фронт циклону також з'єднується з теплим фронтом наступного циклону [5]. Можна з достатньою точністю вважати, що обидва потоки балансують одне одного і $\text{res } f(\infty) = 0$.

Проте, за складних перебудов баричного поля при утворенні багатоцентрових депресій величину $\text{res } f(\infty)$ можна вважати рівній величині потоку, що виходить через деформований фронтальний розділ у центр початкової депресії. Це більш складний розрахунок динаміки цикло- та фронтогенезу, що доцільний для застосування у складних ситуаціях перебудов [6].

Детальні дані про водність хмар міжфронтального простору наведено у [7]. Згідно вказаного джерела початкову функцію розподілу представимо у наступному вигляді:

$$f(Y) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{Y^2}{2}\right); \quad Y = \frac{\ln \delta^* - \ln \delta_0^*}{\sigma_{\ln \delta^*}};$$

$$\delta_0^* = \frac{\bar{\delta}^*}{\left(1 + \sigma_{\delta^*}^2 / \bar{\delta}^{*2}\right)^{\frac{1}{2}}}; \quad \sigma_{\ln \delta^*}^2 = \ln\left(1 + \sigma_{\delta^*}^2 / \bar{\delta}^{*2}\right), \quad (3)$$

де σ - середнє квадратичне відхилення величини X ; $Y = (X - \bar{X}) / \sigma$;

$\ln \delta_0^*$ - середнє арифметичне значення логарифма водності, яке розраховується за формулою середнього геометричного значення водності:

$$\delta_0^* = \left(\delta_1^*, \delta_2^*, \dots, \delta_n^*\right)^{\frac{1}{n}},$$

де $\sigma_{\ln \delta^*}$ - дисперсія логарифма водності.

В табл. 1 наведені дані про водність, запозичені з [7].

Таблиця 1

Параметри водності підінверсійної шарувато-дощової хмарності

$T^{\circ}C$	-10...-5	-5...0	0...5	5...10	10...15
$\delta_0^* \frac{г}{м^3}$	0,13	0,16	0,20	0,22	0,19
$\sigma_{ln \delta^*}$	0,76	0,77	0,71	0,72	0,76

Доповнюючи формулою (1) методику, викладену в [8], отримуємо функцію щільності ймовірності розподілу водності підінверсійної хмарності, узгоджену з конкретною картиною цикло- та фронтогенезу. На рис. 2, 3 наведені функції щільності ймовірності розподілу хмарності, перераховані на величини водності підінверсійної хмарності для різних типів міжфронтальних просторів на прикладі типового оклюдованого циклону. Модуляція функції в обох випадках співпадає з даними табл. 1. В зонах згущення ізоліній підінверсійна хмарність прилягає до фронтальної купчасто-дощової хмарності. Лінії фронтів виділяються по зонам згущення ізоліній.

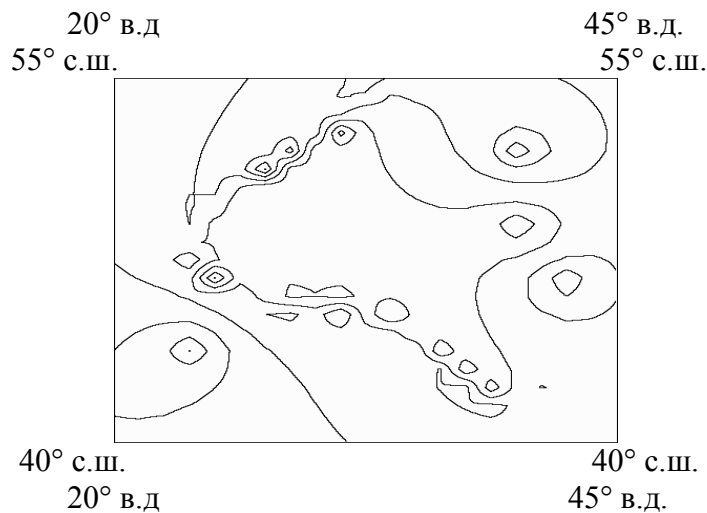


Рис. 2. Функція щільності ймовірності розподілу підінверсійної шарувато-дощової хмарності між теплим фронтом і фронтом оклюзії

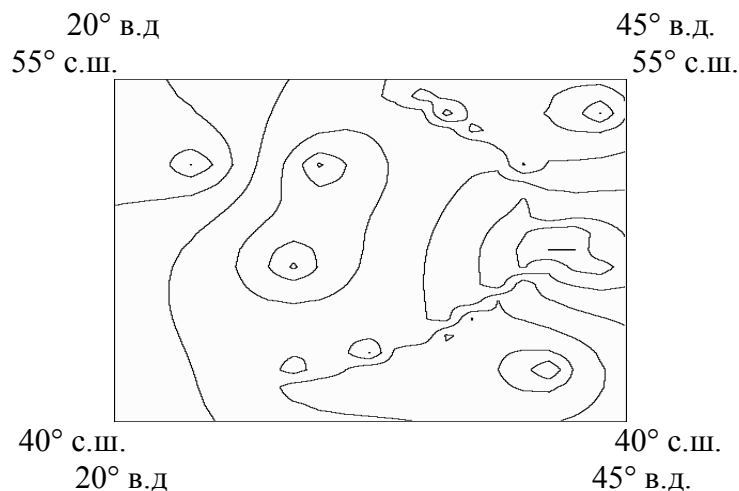


Рис. 3. Функція щільності ймовірності розподілу підінверсійної шарувато-дощової хмарності між фронтом оклюзії і холодним фронтом

Висновки. Отримані функції щільності ймовірності розподілу шарувато-дощової хмарності функції, перераховані на величини водності, дозволяють визначити області фронтальних облогових опадів та опадів міжфронтального простору з урахуванням конкретної картини цикло- і фронтогенезу. Оскільки апробація моделі виконувалася на 30 випадках проходження циклонів у перехідні сезони року, то дані на рис. 2, 3 дозволяють визначити зони облогових опадів, що виникають на третій та четвертій стадіях циклогенезу, у перехідні сезони року над територією України.

ЛІТЕРАТУРА

- 1.Ефимов В.А., Шленская Т.В. Направление переноса влаги на Украину // Метеорологія, кліматологія та гідрологія.- 2002.- Вип. 46.- С. 42-46.
- 2.Ефимов В.А., Ивус Г.П., Белодонова Л.В. Динамика подинверсионных струй в течениях Куэтта и Пуазейля // Метеорологія, кліматологія и гидрологія.- 1999.- Вип. 38.- С. 214-218.
- 3.Матвеев Л.Т. Основы общей метеорологии. Физика атмосферы. - Л.: Гидрометеиздат, 1965.- 875 с.
- 4.Ефимов В.А., Петерсон В.Б. Объективный анализ фронтогенеза на основе гидродинамической модели вихревых полей в зоне фронта // Науково-технічний збірник.- Одеса, ОІСВ, 1997.- Т.3, ч.1.- С. 103-108.
- 5.Ефимов В.А., Ивус Г.П. О физике антициклогенеза современной климатической эпохи // Труды УкрНИГМИ.- 2002.- Вип. 250.- С. 78-91.
- 6.Семенова И.Г. Динамика влажностно-энергетических характеристик ныряющих циклонов. // Метеорологія, кліматологія и гидрологія.- 1998.- Вип. 35.- С. 63-69.
- 7.Физика облаков / Боровиков А.М., Гайворонский И.И., Зак Е.Г., Костарев В.В., Мазин И.П., Минервин В.Е., Хргиан А.Х., Шметтер С.М. - Л.: Гидрометеиздат, 1961.- 459 с.
- 8.Ефимов В.А., Ивус Г.П., Грушевский О.Н. Учет влагооборота в моделях климата Адема и Блиновой Е.Н. // Культура народов Причерноморья.- 2004.- № 51.- С. 13-19.

ПРОБЛЕМИ ВИБОРУ ДЖЕРЕЛ КОСМІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В ІНТЕРЕСАХ НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ І ОБОРОНИ

В статті розглядаються проблеми вибору джерел космічної інформації в інтересах національної безпеки та оборони. Після визначення основних характеристик джерел космічної інформації запропонований їх поетапний відбір для вирішення конкретних тематичних задач з залученням математичних методів дослідження операцій та експертних методів. Наведені практичні рекомендації щодо доцільності використання існуючих космічних джерел.

В статье рассматриваются проблемы выбора источников космической информации в интересах национальной безопасности и обороны. После определения основных характеристик источников космической информации предложен их поэтапный отбор для решения конкретных тематических задач с привлечением математических методов исследования операций и экспертных методов. Приведенные практические рекомендации относительно целесообразности использования существующих космических источников.

In the article the problems of choice of space information systems are examined in behalf of national safety and defensive. After determination of basic descriptions of space information systems their stage-by-stage selection is offered for solving of concrete thematic tasks with bringing in of mathematical methods of operations and expert methods analysis. Resulted practical recommendations in relation to expedience of the use of existent spaces sources.

Вступ. Відповідно до положень Закону "Про космічну діяльність", прийнятого в листопаді 1996 року, космічна діяльність в Україні здійснюється на підставі Загальнодержавної (національної) космічної програми України, яка розробляється на п'ять років і затверджується Верховною Радою України за представленням Кабінету Міністрів України.

Зараз діє Програма, яка була затверджена Законом України №1079 "Про Загальнодержавну (Національну) космічну програму України на 2003-2007 роки" [1]. Законом встановлюється, що фінансування космічної діяльності по державному замовленню здійснюватиметься в об'ємах, визначених програмою - в середньому 316,5 млн. грн. в рік, з урахуванням можливостей щорічного державного бюджету України. Державним генеральним замовником програми є Національне космічне агентство України.

Здійснення космічної діяльності на користь національної безпеки і оборони є одним з пріоритетів України, яка визначається потребою забезпечення державних інтересів, підвищення рівня безпеки і обороноздатності країни. Метою виконання цільової програми "Космічна діяльність в інтересах національної безпеки і оборони" є підвищення рівня безпеки держави і обороноздатності шляхом використання космічних засобів або одержаної інформації для:

завчасного виявлення ознак військової, економічної, екологічної, стихійної і інших видів загрози безпеки України;

планування заходів щодо запобігання, компенсації або ліквідації наслідків виявленої загрози;

оцінки наслідків заподіяної шкоди і ефективність здійснених заходів;

контролю за виконанням міжнародних договорів і угод про обмеження військ, озброєнь, військової діяльності, екологічно небезпечних видів діяльності, а також про охорону навколишнього природного середовища;

інформування керівництва держави, командування Збройних Сил України, Служби безпеки України, інших силових міністерств і центральних органів виконавчої влади;

інформаційного забезпечення повсякденної діяльності частин і підрозділів Збройних Сил України, включаючи їх закордонні контингенти у складі миротворчих сил.

Головні завдання цільової програми визначаються відповідно до положень Військової доктрини України і Концепції національної безпеки з урахуванням регіональних і геополітичних інтересів. Формування конкретних напрямів, пріоритетів і шляхів реалізації космічної діяльності в інтересах оборони і безпеки ведеться відповідно до певних завдань на основі світового і вітчизняного досвіду, наявного науково-технічного і технологічного потенціалу з урахуванням реальних геополітичних, економічних і ресурсних обмежень.

Рішення будь-якої задачі за допомогою дистанційних методів пов'язане з вибором джерела просторових даних або знімків, які формуються космічними системами. Сьогодні існує дуже багато джерел космічної інформації, які відрізняються між собою якістю надаваної інформації, її точністю, оперативністю (доступністю), ціною [2, 3]. Можливості багатьох сучасних систем дозволяють використовувати їх в інтересах національної безпеки і оборони. Тому актуальною задачею є визначення характеристик космічних систем, що впливають на ступінь вирішення тематичних задач, розробка якісних та кількісних вимог до них та методів щодо раціонального вибору.

Ціль даної статті – дати огляд основних характеристик представлених на світовому ринку джерел космічної інформації, провести їх систематизацію і на цій основі розробити деякі рекомендації щодо раціонального вибору космічної системи для вирішення задач національної безпеки і оборони.

Основні характеристики джерел космічної інформації. Метод дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) з космосу базується на спостереженні поверхні Землі з борта космічного апарата, отриманні зображень визначених географічних районів (об'єктів) і наступному їхньому аналізу та інтерпретуванню в інтересах вирішення поставленої тематичної задачі. Зрозуміло, що різні об'єкти ДЗЗ мають неоднакові спектрально-енергетичні відбивальні та випромінювальні характеристики, відрізняються своїми просторовими розмірами та геометричною формою, характером поведінки у часі-просторі. Безумовно, всі ті особливості об'єктів ДЗЗ повинні бути враховані при виборі космічної видової (іконічної) інформації для вирішення тематичних задач. При цьому, у першу чергу, враховуються такі характеристики [4, 5]:

спектральний діапазон, у якому можуть бути ефективно зареєстровані (завдяки створюваному або відбитому випромінюванню) об'єкти, явища або процеси, що спостерігаються та вивчаються дистанційним методом;

ступінь просторової детальності спостереження і реєстрації геометрії (геометричної форми) об'єктів і просторових взаємовідношень між ними;

радіометрична розрізненність;

площа (геометричні розміри) сцени – визначеного району земної поверхні, який буде спостерігатися;

час знімання,

термін часу, необхідний на отримання користувачем замовленої космічної інформації, та періодичність її оновлення;

ціна, або вартість космічної інформації.

Більшість тематичних задач ДЗЗ вирішується на місцевому та регіональному рівнях, а необхідна періодичність огляду об'єктів частіше всього складає години та доби, іноді місяці.

Майже для кожного напрямку тематичних задач ДЗЗ актуальними є видимий та інфрачервоний спектральні діапазони, для багатьох задач – також мікрохвильовий та радіочастотний діапазони. Досвід показує, що на космічних зображеннях, отриманих у видимій та ближній інфрачервоній зонах електромагнітного спектру, краще за будь-які інші можна побачити зовнішній вигляд (геометричну форму) природних та

антропогенних об'єктів, визначити їх типи, кількість і отримати ще багато додаткової інформації.

Сьогодні багато країн світу має власні супутники, що отримують видову космічну інформацію, яка успішно використовується при вирішенні багатьох актуальних задач ДЗЗ.

Для сучасних бортових сенсорів ДЗЗ характерні підвищена просторова розрізненість, висока радіометрична якість зображень, наявність значної кількості робочих спектральних каналів (багатоканальність).

Сьогодні на кращих зразках космічних оптико-електронних сенсорів досягнута величина просторової розрізненості, що порівнюється з дифракційними обмеженнями оптики.

Вдосконалення технологій вирощування кристалів фотоприймачів та оптичних технологій позитивно впливає на чутливість сенсорів, розширюється динамічний діапазон відеосигналу, а це дозволяє підвищувати радіометричну розрізненість.

На супутниках універсального призначення, поруч з панхроматичними та багатоспектральними сенсорами, все частіше встановлюються гіперспектральні сенсори з кількістю робочих каналів в десятки-сотні. Діапазони спектральної чутливості окремих робочих каналів у таких сенсорів можуть бути дуже вузькими, а загальна смуга спектральної чутливості охоплювати декілька інтервалів, від ультрафіолетового до дальнього інфрачервоного. За енергетичними обмеженнями при цьому не вдається забезпечити високі просторову розрізненість та радіометричну якість зображень, але досвід інтерпретування космічної інформації показує, що зображення, отримані у вузьких спектральних зонах, несуть додаткову унікальну інформацію про властивості об'єктів зондування. Гіперспектральна космічна зйомка дозволяє суттєво підвищити можливості дослідження об'єктів ДЗЗ, особливо лісів, сільськогосподарських культур, водних ресурсів, урбанізованих територій та зон надзвичайних ситуацій [4].

На сьогодні найбільш досконалим є гіперспектральний сенсор Hyperion, який встановлено на американському супутнику EO-1 (Earth Orbiter), виведеному 21 листопада 2000 року практично на ту ж орбіту, де знаходиться супутник Landsat-7. Сенсор має 220 спектральних каналів, ширина кожного каналу складає 0,01 мкм.

На супутнику EO-1 розміщений також оптико-електронний сенсор ALI (Advanced Land Imager), який має 10 робочих спектральних каналів, 6 з яких співпадають з робочими каналами радіометра ETM+, встановленого на Landsat-7. Загальна смуга спектральної чутливості обох сенсорів співпадає і охоплює діапазон 0,4–2,5 мкм. Особливістю супутника EO-1 є те, що вперше в світовій практиці на його платформі встановлений, крім сенсорів, спеціальний блок AC (Atmospheric Corrector), в функцію якого входить поточне оцінювання оптичних параметрів шару атмосфери між супутником та землею поверхнею, які потім безпосередньо на борту використовуються для усунення цифровими методами негативного впливу атмосфери на якість зображень, що формуються сенсорами [2]. Вважається, що проект EO-1 є прообразом майбутніх космічних систем ДЗЗ, зокрема, прийде на заміну системі Landsat, дані якої він доповнює своїми даними на сучасному етапі використання.

При вирішенні практично будь-якої тематичної задачі за допомогою ДЗЗ з космосу головними статтями витрат є витрати на придбання необхідних космічних знімків і витрати на їхнє оброблення та інтерпретування.

Для користувача ціна отримання космічної інформації має дві основні складові: вартість знімків та вартість їх доставки. Про вартість космічних знімків можна судити по даним табл. 1, де наведені ціни (в американських доларах або євро) за станом на травень 2005 року [2, 3]. Звернемо увагу, що для космічних систем надвисокої просторової розрізненості QuickBird-2 та Eros-A дається вартість зйомки одного квадратного км місцевості, а для інших систем приводиться ціна повного знімка. Вартість доставки замовлених космічних знімків до користувача складає звичайно декілька десятків американських доларів, а якщо замовник – в іншій країні і потрібне

розмитнення знімків, то загалом ціна доставки може досягати 35-40% вихідної вартості знімка.

Таблиця 1

Вартість видової космічної інформації

Космічна система (апаратура ДЗЗ)	Вартість	Примітки
QuickBird-2	\$16/км ²	панхромний знімок
	\$20/км ²	панхром + спектрозональні знімки
Landsat-4 & 5	€200	
Landsat-7	€470• - 750	• комплект спектрозональних знімків з архіву
SPOT-4	€1900• - 2700	• комплект спектрозональних знімків з архіву
SPOT-5	€5400• - 6200	• комплект спектрозональних знімків з архіву
ERS-1/2	€150• - 400••	• середня просторова розрізненність; •• висока просторова розрізненність
EnviSat	€150• - 400••	• середня просторова розрізненність; •• висока просторова розрізненність
Radarsat-1	\$3000	
Terra (ASTER)	€75• - 300	• архівні знімки
IRS-1C/D	€2500	
JERS-1	€950	
NOAA-16	€100	
Eros-A	(\$5•- 12)/км ²	• архівні знімки
Комета (КВР-1000)	\$3500	

Сьогодні оброблення та інтерпретування видової космічної інформації здійснюються на могутніх комп'ютерах за допомогою спеціальних прикладних програм (ERDAS Imagine, ENVI та ін.), тому загальні витрати на оброблення та інтерпретування можуть перевищувати вартість вихідних знімків.

Необхідно відмітити, що ціни на видову космічну інформацію на світовому ринку є, у певній мірі, гнучкими, залежними від обсягу замовленої інформації, району знімання, статусу покупця (наприклад, для навчальних закладів існують знижки) і т. д.

Існують принаймні дві причини достатньо великої ціни космічної інформації. Перша причина – це високий технологічний рівень космічної галузі, де просто немає місця дешевим рішенням. Друга причина – космічні дані є надзвичайно ємними та інформаційне насиченими, завдяки чому їх використання у багатьох випадках надає можливість суттєво підвищувати ефективність вирішення різноманітних актуальних задач на Землі. Тому затребуваність у видовій космічній інформації у світі постійно зростає, що відображається на її ціні.

Визначення джерел космічної інформації для вирішення тематичних задач. Аналіз можливостей космічних засобів при вирішенні конкретних тематичних задач інтересах національної безпеки і оборони доцільно проводити поетапно. На першому етапі з'ясовується принципова можливість отримання космічної інформації (знімків) на визначений район земної поверхні даної площі. На другому етапі виділяються ті космічні системи, що задовольняють вимогам за робочими спектральними характеристиками, просторовою розрізненністю та захопленням на місцевості, а також

необхідною періодичністю спостереження. На третьому етапі космічні системи, які були виділені у попередньому, аналізуються з точки зору оцінювання таких їх характеристик та можливостей, як фотограмметрична якість, радіометрична розрізненість, форма представлення інформації, вартість знімків.

Такий аналіз може проводитися з залученням математичних методів дослідження операцій та експертних методів. В результаті приймається рішення стосовно вибору космічного засобу, який за названими характеристиками найбільш задовольняє умовам та обмеженням задачі.

Висновки. Як показує дослідження, найбільш універсальними є системи середньої та високої розрізненості, обов'язково багатозональні, з відносно широкою смугою огляду, такі як Landsat-7, IRS-1D, Cosmo-SkyMed, Алмаз-1Б. Слід відзначити, що в цьому ж напрямку спрямовано розвиток українських космічних систем ДЗЗ серії “Січ”.

Навпаки, окремі тематичні задачі краще вирішують спеціалізовані космічні системи, причому з більш високим ступенем придатності. Звертає на себе увагу той факт, що більшість задач дешифрування техногенних об'єктів може бути вирішена за допомогою знімків, які отримуються не тільки супутниками спеціального призначення, але й недержавними, комерційними системами ДЗЗ. При деяких обставинах такі можливості комерційних супутників можуть бути використані певними силами для нанесення шкоди, наприклад, планування та здійснення терористичних акцій.

Саме тому, щоб уникнути подібного ризику, США, починаючи з 1992 року, проводять політику контролю (Shutter Control Policy) розповсюдження космічної інформації високої розрізненості, у тому числі тої, що отримується комерційними супутниками. Росія також традиційно “закриває” свою космічну інформацію високої просторової розрізненості.

Тому для вирішення певних тематичних задач може бути використано інформацію, що отримується українськими супутниками серії Січ, але обмежено. Звідси випливає висновок про необхідність прискорення робіт щодо створення та запуску власних супутників високої просторової розрізненості, а також відповідної інфраструктури для надійного приймання та обробки видової космічної інформації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про Загальнодержавну (Національну) космічну програму України на 2003-2007 роки // Закон України № 203-IV від 24.10.02 р.
2. Попов М.О. Шляхи отримання космічної інформації в інтересах національної безпеки і оборони // Наука і оборона. - 2003. - №2. - С. 38-50.
3. Михайленко О.П., Попов М.О., Порхун О.А. Геопросторові технології в інформаційному забезпеченні Збройних Сил України // Наука і оборона. - 2000. - №2. - С. 39-45.
4. Гершензон В.Е. Место технологий Центра “СканЭкс” в общем процессе развития ДЗЗ из космоса // Материалы 1-й Международной конференции “Земля из космоса - наиболее эффективные решения”, 25-28 ноября 2003 г. – Москва: ИТЦ “СканЭкс”. - С. 21-22.
5. Гарбук С.В., Гершензон В.Е. Космические системы дистанционного зондирования Земли. - М.: Издательство А и Б, 1997. - 296 с.

Рецензент: к.т.н., доц. **Міхно О.Г.**

МЕТОДИКА СТВОРЕННЯ КАРТИ СПІЛЬНИХ ДІЙ (JOINT OPERATIONS GRAPHIC) З КАРТОГРАФІЧНИХ ПРОДУКТІВ ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА

В результаті порівняльного аналізу карти спільних дій (JOG) масштабу 1:250000 (серії 1501 сухопутний варіант) та вітчизняної топографічної карти масштабу 1:200000 розроблена методика створення карти масштабу 1:250000 в стандартах НАТО.

В результате сравнительного анализа карты совместных действий (JOG) масштаба 1:250000 (серии 1501 сухопутный вариант) и отечественной топографической карты масштаба 1:200000 разработана методика создания карты масштаба 1:250000 в стандартах НАТО.

As the result of comparative analysis of Joint Operations Graphic of scale 1:250000 (series 1501 land variant) and domestic topographical map of scale 1:200000 the method of creation of map of scale 1:250000 in the standards of NATO is developed.

Процес реформування Збройних Сил України на сучасному етапі відповідає плану підготовки держави до членства в Євroatлантичному Альянсі. Відповідно до цього одним з основних завдань є перехід військових структур на стандарти НАТО в галузі військового управління, складовою яких є подання геопросторової інформації про район можливих бойових дій. Незалежно від стрімкого розвитку інформаційних технологій основним геопросторовим документом поряд з електронною залишається паперова карта, тому питання створення і періодичного оновлення карт на територію України в стандартах НАТО є досить актуальними.

Розглянемо можливість створення карти спільних дій (JOG - joint operations graphic) масштабу 1:250000 з вітчизняних картографічних матеріалів. В якості основи виберемо топографічну карту масштабу 1:200000 і проведемо порівняльний аналіз інформаційного змісту цих геопросторових документів.

Карта виробництва Картографічної служби Міністерства оборони США масштабу 1:250000 (JOG) використовується для вивчення й оцінки місцевості при плануванні операції (бою), організації взаємодії і керування військами, для вивчення дорожньої мережі та проведення обчислень при організації пересування військ, для орієнтування на марші та як карта спільних дій для сухопутних військ та авіації [1].

Топографічна карта масштабу 1:200000 виробництва топографічної служби Збройних Сил України використовується для вивчення і оцінки місцевості під час планування і підготовки бойових дій всіх родів військ, управління військами в операції (бою), планування пересування військ та орієнтування на місцевості під час здійснення маршу [2].

Порівнюючи галузь застосування обох карт можна сказати, що топографічна карта масштабу 1:200000 призначена для виконання подібних до карти масштабу 1:250000 виробництва США завдань.

Карта 1:250000 видається у двох основних варіантах:

- топографічна карта - Ground, індекс JOG(G) - для сухопутних військ;
- аеронавігаційна карта - Air, індекс JOG(A) - для авіації.

Вона створюється у двох проекціях: у зоні між паралелями 80° пд.ш. і 84° пн.ш. в Універсальній поперечно-циліндричній проекції Меркатора (Universal Transversal Mercator projection — UTM); на полярні області - в Універсальній полярній стереографічній проекції (Universal Polar Stereographic).

Карта 1:200000 створюється в проекції Гаусса-Крюгера, за основу моделі земної поверхні в якій прийнятий еліпсоїд Красовського.

Перехід від проекції Гаусса-Крюгера до проекції Меркатора можливий шляхом конвертації інформації з однієї проекції до іншої. На сучасному етапі реалізація процесу конвертації можлива програмним способом, який в геоінформаційній системі

ArcGIS, наприклад, представлений функцією Geographic Coordinate System Transformations → GCS_Pulkovo_1942 → World\WGS-84. Під час такого перетворення враховуються похибки, які залежать від розташування території у відповідному місці земної кулі.

Аналіз структури карти спільних дій дозволяє скласти її за класичною схемою, послідовність відображення яких наступна:

- математичні елементи карти;
- гідрографія і гідротехнічні споруди;
- населені пункти;
- промислові і соціально-культурні об'єкти;
- дороги і дорожні споруди;
- рельєф;
- рослинний покрив і ґрунти;
- кордони, спеціальне навантаження.

Однак при реалізації такої схеми є особливості:

Крім всесвітньої географічної сітки GEOREF (World Geographic Reference system) на карті масштабу 1:250000 наноситься прямокутна сітка UTM (через кожні 4 см). За рамкою карти наводиться схема розграфлення всесвітньої географічної сітки GEOREF та правила визначення прямокутних координат UTM. Прямокутні координати обчислюються в напрямі з півдня на північ і з заходу на схід. Координата N (у нас абсциса X) на екваторі прийнята 0 метрів для північної півкулі і 10000000 м – для південної. Тобто, значення абсциси у південній півкулі зростає в напрямі, що є оберненим до прийнятого у проекції Гаусса-Крюгера. Значення координати E (ординати Y) осьових меридіанів дорівнює 500000 м. Це зроблено для виключення від'ємних значень координат.

Умовні знаки, що застосовуються на карті, стандартні, що прийняті Картографічною службою Міністерства оборони США.

Однак, внаслідок відсутності на вихідному картографічному матеріалі єдиної класифікації ряду елементів змісту карт, на карті JOG також немає єдності в зображенні і класифікації елементів.

Населені пункти на одній групі аркушів (головним чином на території розвинених країн) класифіковані за числом жителів, на іншій - за величиною та значенням.

Шосейні дороги на аркушах, що покривають територію США, класифіковані за якістю покриття, шириною проїжджої частини (кількістю смуг) і допустимим навантаженням на полотно дороги.

В основу класифікації доріг Центральної Європи покладена класифікація, що близька до прийнятої на картах ФРН. При цьому розрізняються: автостради, швидкісні дороги, автомагістралі. Указують можливі навантаження на полотно дороги та граничну ширину проїжджої частини (більше або менше 7,5 м).

На аркушах, що покривають території слаборозвинених країн, в основу класифікації доріг покладено ступінь їхньої прохідності для транспорту в різні пори року. Крім того, усі дороги поділяються на головні та другорядні.

Для відображення особливостей території, що картографується, з метою уникнення перевантаження карти численними об'єктами гідрографії в місцях скупчення невеликих озер, колодязів і т.п. застосовуються збірні пояснювальні підписи типу: "Численні невеликі озера".

Рельєф суші показується поєднанням горизонталей, відміток висот, гіпсометричним пошаровим забарвленням та відмивкою. Стандартним перерізом рельєфу вважається переріз 20, 25, 50, 100 і 200 м. Переріз 30, 60 або 75 м застосовується за наявності на вихідному картографічному матеріалі 100, 200 або 250-футового перерізу. Відмітки висот і значення горизонталей на топографічних картах вказуються в метрах, на аеронавігаційних - у футах. Переріз рельєфу встановлюється за вихідним матеріалом відразу для цілого блоку аркушів.

Для рівномірного забезпечення всього аркуша відмітками висот у ряді випадків використовуються значення висот, що отримані шляхом інтерполяції по горизонталях більш великомасштабного матеріалу. Якщо похибка обчислення значення висоти перевищує половину прийнятого для даного аркуша перерізу рельєфу, то такі висотні відмітки оцінюються як близькі, і праворуч від підпису ставиться знак ($\pm$). Якщо точне планове положення відмітки висоти невідомо, то крапка біля числової характеристики не ставиться.

За згодою, що досягнута країнами НАТО, на аркушах топографічних карт варіанту, що покривають їхні території, гіпсометричне пофарбування рельєфу та відмивка рельєфу не даються, їх відсутність на аркушах усіх інших територій свідчить про неповноту відомостей про рельєф. Ці ділянки мають пояснювальні підписи: "Дані про рельєф неповні (Relief Data Incomplete)" і додаткові підписи по кордону такої ділянки: "Межа надійної інформації про рельєф (Limit Reliable Relief)".

Рельєф морського дна на карті показується ізобатами по шкалі: 6(5), 10, 20, 50, 100 фатомів (1 фатом = 1,828 м).

Для карти JOG характерним є широке використання пояснювальних підписів, що уточнюють призначення тих чи інших об'єктів, які дають загальну оцінку місцевості й носять характер різного роду попереджень, наприклад: "Через відсутність точних даних величина похибки в положенні об'єктів на аркуші може дорівнювати 1600 ярдам".

Відповідними пояснювальними підписами виділяються спірні, невстановлені, фактичні ділянки державних кордонів.

Географічні назви даються на карті в місцевому (національному) написанні. Для мов, що не використовують латиницю, ці назви передаються за допомогою транслітерації або транскрибуються за правилами, прийнятими Бюро з географічних назв США чи Постійним комітетом з географічних назв Великої Британії. Номенклатурні терміни даються паралельно мовою країни, що картографується, і англійською мовою. У деяких випадках на території колишніх колоніальних і залежних країн пояснення даються, крім того, мовою колишньої метрополії, наприклад: на територію Кампучії - французькою.

Топографічна карта друкується в шести кольорах: чорний – сітка GEOREF, контур, дороги, залізниці, географічні назви, кордони; блакитний - сітка UTM, гідрографія та заливка водних просторів; зелений - ліси; світло-червоний - заливка автомобільних доріг та кварталів населених пунктів, відстань між населеними пунктами; коричневий - горизонталі; темно-синій - аеронавігаційна інформація.

Всі ці особливості повинні бути враховані під час формування геопросторової бази даних цифрової топографічної карти масштабу 1:200000, яка створюється шляхом векторизації отриманих під час складання окремих інформаційних шарів, що були наведені вище.

Одна з останніх версій геоінформаційної системи ArcGIS (виробник Environmental Systems Research Institute) має спеціалізований додаток PLTS (Production Line Tool Set), однією з функцій якого є створення картографічної продукції у друкованому вигляді. За допомогою цього додатку існує можливість підготувати видавничий оригінал і надрукувати карту серії JOG-A масштабу 1:250000. Методика створення карти JOG з карти масштабу 1:200000 вітчизняного виробництва буде складатись з наступних етапів:

1. Створення цифрової карти масштабу 1:200000 за класичною (дигитайзерною або сканерною) технологією.
2. Конвертація цифрової карти з формату F20S до обмінного формату mif/mid.
3. Завантаження геопросторової бази даних цифрової топографічної карти масштабу 1:200000 до спеціалізованого додатку геоінформаційної системи ArcGIS PLTS з відповідною конвертацією з обмінного формату mif/mid.
4. Формування необхідного зарамкового оформлення видавничого оригіналу карти JOG формату 1:250000 в додатку PLTS.
5. Завантаження відповідних шейп-файлів до видавничого оригіналу.

6. Визначення системи координат і картографічної проекції з урахуванням номеру зони.
7. Відображення об'єктів електронної карти в системі умовних знаків Картографічної служби Міністерства оборони США.
8. Друк створеної карти або одержання графічного файлу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Методичний посібник з використання топографічних карт НАТО в Збройних Силах України в рамках програми „Партнерство заради миру”. – К.: Редакційний центр ТС ЗСУ. – 2003. – 98с.
2. Шмаль С.Г. Військова топографія: Підруч. для слухачів і курсантів вищ. військ. навч. закл. – К.: Вид. ПАЛИВОДА А.В., 2003. – 280с.

Рецензент: д.г.н., проф. **Шевченко В.О.**

УДК 528.94:623.71

к.т.н., доц. **Міхно О.Г. (ВІКНУ)**

КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ГЕОГРАФІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

В результаті аналізу напрямів використання геопросторової інформації для вирішення задач силового протистояння запропонована концептуальна модель географічної інформаційної системи військового призначення.

В результате анализа направлений использования геопространственной информации для решения задач силового противостояния предложена концептуальная модель географической информационнои системы военного назначения.

As a result of analysis of directions of the use of geospatial information for the decision of tasks of force opposition the conceptual model of the geographical information system of military destination is outlined.

Розвиток високоточних засобів ураження привів до кардинальних змін в самій концепції збройної боротьби і висунув на передній план необхідність формування нових підходів до інформаційного забезпечення органів військового управління. Підтримка прийняття рішення є основною функцією інформаційного забезпечення у військовій сфері. Можна виділити основні напрями використання геопросторової інформації для вирішення задач силового протистояння, що забезпечують підтримку прийняття рішення командирами різних рівнів:

- аналіз простору проведення військової операції з точки зору можливостей застосування живої сили, озброєння і військової техніки;
- аналіз простору проведення військової операції з урахуванням розвідувальної інформації щодо розташування ворожих сил і тактико-технічних характеристик озброєння і військової техніки противника;
- моніторинг за проведенням військової операції;
- просторово-часовий аналіз проведеної військової операції.

Вирішення цих задач можливе в структурі програмного і апаратного забезпечення процесу підтримки прийняття рішення, якою на сучасному етапі повинна бути географічна інформаційна система військового призначення. Існує безліч визначень географічної інформаційної системи. Найбільш коректним є визначення, яке подане в літературі [1]. Географічна інформаційна система (ГІС) - інформаційна система, що забезпечує збір, зберігання, обробку, доступ, відображення і розповсюдження просторово-координованих даних.

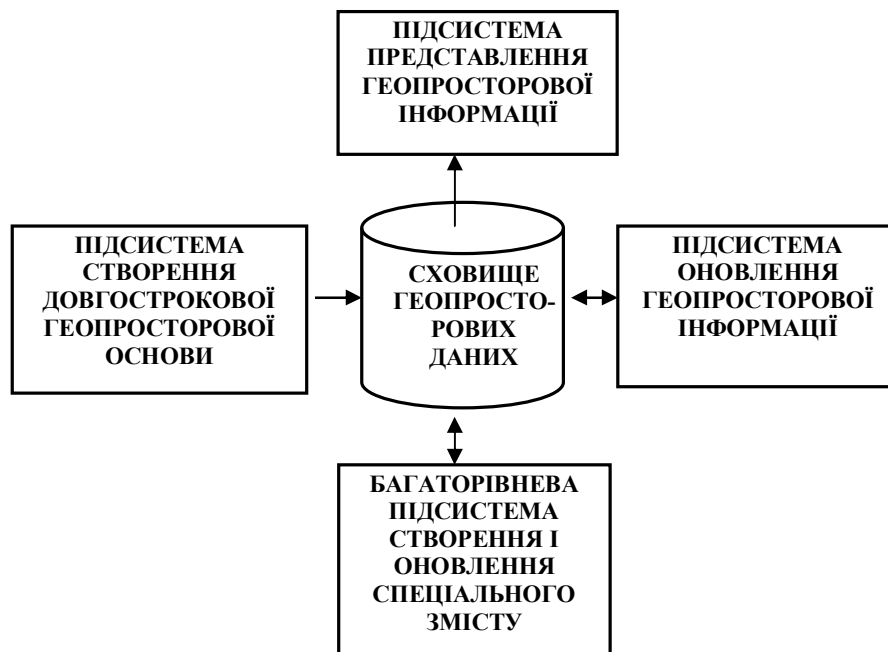


Рис.1. Концептуальна модель географічної інформаційної системи військового призначення

Якщо прийняти це визначення за основу формування структури військової інформаційної системи підтримки прийняття рішення, то можна запропонувати концептуальну модель географічної інформаційної системи військового призначення. Основні складові такої системи показані на рис. 1.

В основі такої системи лежить *сховище геопросторових даних*, з яким взаємодіють інші підсистеми. Сховище є розподіленою багаторівневою базою будь-яких просторово-координатних даних з багатьма ступенями резервування, наявність яких на відповідному рівні визначається показником важливості інформації, що зберігається. Відповідно обмежується доступ визначених груп користувачів шляхом формування групових привілеїв. Реалізуються швидкісні алгоритми пошуку даних. Показник важливості інформації визначається часом її отримання і залежить від виду інформації, яка класифікується за „часом життя”. Під „часом життя” розуміють термін, після спливання якого інформація перестає бути достовірною.

Пропонується створення локальних баз даних, розташованих за територіальними ознаками. Є необхідність виділити об'єднання користувачів навколо відповідної бази даних за ознаками приналежності до частин однакового підпорядкування або частин, які повинні щільно взаємодіяти між собою. В залежності від функціональних обов'язків та бойової задачі, що виконується, користувачі, які мають доступ до системи баз даних, повинні мати обмеження в можливостях роботи з даними та отримання інформації, яка може бути зайвою для них. Наприклад, командир батальйону не повинен знати задач, що виконуються сусіднім корпусом, або розвідувальних даних про адміністративний центр, що знаходиться за декілька сот кілометрів від місця дислокації батальйону.

Окремо виділена *підсистема створення довгострокової геопросторової основи*. Вона реалізується як результат топографо-геодезичного та картографічного виробництва: планове створення та періодичне оновлення геопросторових документів, що створюються відповідно до державних стандартів. Поповнення сховища геопросторових даних документами довгострокової геопросторової основи проводиться в мирний час. Ці документи можуть використовуватись не тільки у військових цілях, а і

для вирішення питань прогнозування і усунення надзвичайних ситуацій або прогнозування і планування заходів з оптимального керування територіями.

Підсистема оновлення геопросторової інформації реалізується технічними засобами видової розвідки. Це - будь-які системи і комплекси, що дають можливість формувати зображення простору проведення військової операції і отримувати цю інформацію про нього в стислий термін. Для ідеального випадку – в реальному масштабі часу. Основними вимогами до таких систем і комплексів є *повнота, точність, достовірність і своєчасність* отримання інформації. При більш детальному аналізі сформованих вимог до геопросторової інформації їх можна об'єднати попарно: точність в більшості випадків визначає повноту, а своєчасність впливає на достовірність.

Інша інформація, в основному атрибутивного характеру (інформація про розташування військових структур, функціональні можливості озброєння і військової техніки, результати планування операцій, прогностичні моделі тощо), попадає до сховища геопросторових даних через *багаторівневу підсистему створення і оновлення спеціального змісту*. Це - результати роботи військових аналітичних структур, в яких чітко розмежовуються привілеї щодо доступу до відповідних інформаційних рівнів сховища даних. В цій підсистемі також реалізуються різні алгоритми вибору зі сховища і обробки атрибутивної і метричної інформації, які можуть бути структуровані в вигляді розширених запитів до баз даних і методів аналізу отриманої таким чином інформації з формуванням будь-яких пакетів довідкових відомостей для підтримки прийняття рішення.

Підсистема представлення геопросторової інформації формує систему умовних знакових зображень – функціонально повну і оптимальну за критерієм візуалізації „потрібної” геопросторової інформації. Результатом роботи цієї підсистеми є двовимірні, тривимірні і чотиривимірні моделі простору проведення військової операції, які служать для прогнозування результатів і моніторингу проведення військової операції, а також підтримки прийняття рішення командирами різних рівнів.

Двовимірною моделлю є проекція простору проведення військової операції на горизонтальну площину. Вимірами є широта і довгота.

При додаванні часового фактору формується перша група тривимірних моделей: набір двовимірних зображень, що змінюються в часі. При цьому, вимірами є широта, довгота і час. Коли вимірами є широта, довгота і висота, то формується друга група тривимірних моделей – об'ємна статична обстановка.

Для чотиривимірної моделі характерний набір тривимірних зображень, що змінюються в часі. Вимірами є широта, довгота, висота і час.

Для прогнозування результатів і моніторингу проведення військової операції використовують, як правило, моделі, що змінюються в часі. Технічна реалізація таких моделей здійснюється шляхом формування додаткових динамічних шарів, які постійно змінюються в часі.

Для вирішення військово-прикладних завдань і підтримки прийняття рішень більш підходить статична двовимірна або тривимірна обстановка.

Впровадження в життя представленої вище концептуальної моделі є досить складним процесом, який не може бути реалізованим без глибокого наукового обґрунтування етапів її побудови. Сучасні підходи до формування інформаційних систем передбачають застосування уніфікованої методології створення складних інформаційних систем, яка розроблена компанією Rational Software. Ця методологія носить назву Рациональний Уніфікований Процес (RUP - Rational Unified Process) і передбачає створення моделей за допомогою Уніфікованої Мови Моделювання (UML - Unified Modeling Language) [2,3].

Процес створення складної інформаційної системи відповідно до методології RUP поділяється на декілька процедур, що виконуються з паралельно:

- формулювання вимог, що висувуються користувачами до функціональних

- можливостей інформаційної системи;
- всебічний аналіз сформульованих вимог і проектування інформаційної системи;
- процес реалізації сформованих проектів;
- тестування створеного програмного забезпечення і формування вимог до апаратної реалізації;
- розгортання створеної інформаційної системи.



Рис. 2. Порядок створення інформаційної системи

Формулювання вимог до функціональних можливостей інформаційної системи тісно пов'язане з якісними характеристиками використання геопросторової інформації для вирішення задач силового протистояння, що були визначені вище. Виходячи з цього найбільш загальні вимоги формуються наступним чином:

- формування функціонально повної і достовірної бази геопросторових даних, постійне її оновлення;
- вирішення військово-прикладних задач засобами геопросторового аналізу, таких, як аналіз місцевості з точки зору прохідності, виділення ділянок закриття, міжвидимість точок місцевості, аналіз розповсюдження радіохвиль тощо;
- формування електронної карти театру військових дій в вигляді багат шарової векторно-растрової інформаційної структури;
- своєчасна візуалізація потрібної для підтримки прийняття рішення інформації у двовимірному, тривимірному і чотири вимірному вигляді;
- визначення пропускної можливості ділянок мережі інформаційної системи;
- визначення рівнів доступу до відповідної інформації бази даних шляхом обмеження повноважень користувачів;
- захист інформації від несанкціонованого доступу.

Це найбільш загальний перелік вимог, що можуть бути висунуті до географічної інформаційної системи військового призначення. Більш детально вимоги формуються на етапі реалізації конкретного проекту.

Слід також відмітити, що процедури створення інформаційної системи відповідно до номеру процедури зсунуті у часі, тобто, коли вимоги до системи вже частково сформульовані починається процес її проектування, а коли частина проектів в загальному плані завершена — починається реалізація розроблених проектів і т.д. (рис. 2).

Таким чином, в роботі запропонована концептуальна модель географічної інформаційної системи військового призначення, що може бути основою для формулювання вимог користувачів щодо створення і впровадження такої системи у Збройних Силах України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кошкарев А.В. Геоинформатика. Толкования основных терминов. - М.: ГИС-ассоциация, 1998.
2. Крачтен. Ф. Введение в Rational Unified Process. Изд. 2-е. -М.: Издательский дом "Вильямс", 2002. - 240 с.: ил.

3. Якобсон А., Буч Г., Рамбо Дж. Унифицированный процесс разработки программного обеспечения. - СПб.: Питер, 2002. - 496 с.: ил.

Рецензент: д.г.н., проф. Бортник С.Ю.

УДК 527.7:528.8

Мельник А.В. (ВІКНУ)

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ ПРИ ОНОВЛЕННІ ТОПОГРАФІЧНИХ КАРТ РІЗНИХ МАСШТАБІВ

В даній роботі розглядаються можливості інтеграції нових технологій, що з'являються, особливо зображень, отриманих за космічними знімками із супутників, та програмних засобів автоматичного визначення змін на місцевості, у вирішенні питань оновлення топографічних карт та підтримання бази даних.

В данной работе рассматриваются возможности интеграции появившихся новых технологий, в частности, изображений, полученных по космическим снимкам из спутника, и программных методов автоматического определения изменений на местности, в решении вопросов обновления топографических карт и поддержания базы данных.

The article considers possibilities to integrate new appearing technologies, and images in particular, received from satellite images and the software for automatic detection of terrain alterations, for the purpose of updating topographic maps and databases support.

Постановка проблеми. В сучасних умовах значно зростає оперативність отримання змін на місцевості для вирішення тактичних координатно-часових задач та прийняття необхідного рішення. Зростаюча можливість отримання супутникових знімків з високою розподільною здатністю дає змогу отримувати знімки на необхідну територію в необхідні моменти часу. Цей метод забезпечує високоякісну реєстрацію змін на місцевості за період часу від трьох днів до одного року. Після цього основна складність полягає у процесі порівняння попереднього та нового зображень. Сучасне програмне забезпечення дозволяє досить якісно порівнювати зміни на місцевості та виявляти навіть незначні зміни, але впровадження його для вирішення завдань топогеодезичного забезпечення військ на сучасному етапі не є достатнім.

Досягнення необхідної періодичності оновлення топографічних карт різних масштабів можливе саме за рахунок створення стійкої системи одержання вихідної інформації з космічних апаратів топогеодезичного призначення. Джерелами необхідної інформації про місцевість можуть стати космічні знімки, отримані з супутників та космічних систем оперативного спостереження. Розглянемо можливості застосування космічних знімків при оновленні топографічних карт.

Зв'язок з важливими науковими та практичними задачами. Основними завданнями по підготовці військ в топогеодезичному відношенні є їх забезпечення [1]:

- топографічними картами;
- вихідними астрономо-геодезичними та гравіметричними даними;
- спеціальними картами і фотодокументами.

Перше з вищевказаних завдань щодо забезпечення військ є пріоритетним, а одним із основних заходів щодо забезпечення військ топографічними картами є процес оновлення топографічних карт, що включає наступні основні етапи робіт[2]:

1. Аерофотозйомка (повітряне фотографування);
2. Камеральні роботи;
3. Польові роботи.

Розглянемо детально перший етап робіт.

Аналіз останніх публікацій. Питання отримання інформації шляхом дистанційного зондування земної поверхні з космосу розглядають у літературі [3,4].

Цей спосіб дозволяє оперативно отримувати зміни на місцевості в сучасних умовах, а саме при проведенні миротворчих операцій та участі в збройних конфліктах з використанням супутникових знімків з високою розподільною здатністю.

Невирішені питання. Аерофотозйомка (повітряне фотографування) з метою створення та оновлення топографічних карт виконується у відповідності до вимог керівництва з аерофотознімання [2]. При виконанні аерофотозйомки з метою оновлення топографічних карт зі збільшенням площі фотографування витрати зростають в меншій мірі, за несприятливих погодних умов літак може виконувати політ нижче хмар або повторити політ наступного дня. Крім того, отримання аерофотознімків не залежить від напрямку отримання зображень, а термін поставки зображення залежить тільки від доступності літака та від льотної погоди. Незважаючи на певні переваги аерофотозйомки, на основі аналізу останніх публікацій за тематикою статті можна визначити основні невирішені питання та недоліки, а саме :

1. Дані аерофотозйомки, зазвичай, фіксуються на плівці. Необхідно виконувати сканування та корекцію за напрям польоту.

2. Процедура планування та узгодження проведення аерофотозйомки складна та потребує багато часу.

3. Плівкові камери, як правило, отримують окремо кольорові та інфрачервоні зображення.

4. Трудомісткість і, внаслідок цього, великі витрати при обробці результатів аерофотозйомки в камеральних умовах.

5. Необхідність зшивки невеликих фрагментів в єдиний масив.

6. Нерентабельність аерофотозйомки для невеликих площ.

Цілі досліджень. Ціллю досліджень є розроблення пропозицій щодо удосконалення процесу оновлення топографічних карт різних масштабів, які дозволять уникнути визначених недоліків та забезпечать побудову якісної бази геопросторових даних.

Результати досліджень. В результаті досліджень, пов'язаних з можливістю використання космічних знімків з високою розподільною здатністю в процесі оновлення топографічних карт різних масштабів, можна запропонувати наступні шляхи щодо удосконалення цього процесу:

Космічні знімки можуть бути отримані досить оперативно, в середньому за декілька днів, а терміном від одного до двох місяців, з моменту проведення зйомки, є можливість створювати цифрові карти на великі ділянки місцевості. Крім того, космічні знімки дозволяють реалізувати широкий діапазон змін об'єктового складу топографічних карт, що створюються, за винятком об'єктів, що не призначені для показу на картах відкритого використання. Вони надають можливість створювати спеціальні картографічні матеріали, що проектуються і створюються для вирішення завдань щодо оновлення топографічних карт.

В залежності від просторової розподільної здатності (просторова розподільна здатність – це величина пікселя зображення в просторових одиницях, яка характеризує розмір найменших об'єктів, які розрізняють на зображенні) на знімках можна розрізняти об'єкти, які співставляють, з величиною одиничного елементу розподільної здатності (пікселя)-тобто об'єкти певної величини. На даний момент на орбіті вже знаходяться супутники з високою розподільною здатністю (QuickBird з розподільною здатністю 0,6 м, IKONOS з розподільною здатністю 1 м, OrbView з розподільною здатністю 1 м та EROS з розподільною здатністю 1-1,8 м). Плануються до запуску нові апарати, в тому числі IKONOS з розподільною здатністю 0,3-0,4 м, QuickBird з розподільною здатністю 0,25 м) [5].

Існує декілька факторів, які визначають переваги використання космічного знімання:

- вимагається отримати велике просторове охоплення, при середньому масштабі карти, яка створюється або оновлюється 1:25000-1:50000.
- при необхідності отримання зображення невеликої площі (до 25 кв. км) аерофотозйомка не є раціональною.
- необхідно картографічно відобразити об'єкти, які не відображаються на топографічних або спеціальних картах або відображені із недостатньою наочністю (ступені заболочення, дрібні озера, польові дороги) і т.п.
- необхідно визначити та картографічно відобразити спеціальні характеристики об'єктів (наприклад характер змін ділянки місцевості, параметри лісосік і т.п.).

В результаті є можливість отримати вже геодезично прив'язані знімки.

Для опрацювання і тематичного дешифрування зображень створене програмне забезпечення. Найбільш відомими пакетами програм є: ERDAS Imagine, ER Mapper Idrisi (растрова ГІС). Ці програмні продукти дозволяють виконати [6]:

- введення та первинне формування зображення;
- попередню обробку зображень (геометричну корекцію);
- тематичну обробку;
- перевід відпрацьованих даних до геопросторової бази.

В підсумку, отримуємо суттєві переваги космічної зйомки перед аерофотозйомкою, а саме:

1. Дані фіксуються в цифровому вигляді, тому не потрібно обробляти плівку.

2. Ніякого узгодження для проведення космічного знімання, на відміну від аерофотозйомки, не вимагається.

3. Мінімальна площа космічної зйомки складає всього 64 кв. км., тоді як аерофотозйомка нерентабельна для невеликої площі знімання;

4. Одночасно отримується зображення в видимому та ближньому інфрачервоному діапазонах.

5. Можливість покриття одним знімком великих площ без необхідності наступної „зшивки” окремих фрагментів.

6. Швидкість та зручність обробки цифрових даних в камеральних умовах.

Технологічний процес обробки космічних знімків можна представити у вигляді послідовного виконання наступних основних етапів (рис.1):



Рис.1. Технологічний процес обробки космічних знімків

При розгляданні недоліків космічної зйомки виникає питання відносно обробки космічних знімків, а саме, факторів, які впливають на відмову від автоматичного розпізнавання класів об'єктів.

Як показали проведені експерименти [7], спроби здійснити автоматичне виділення класів об'єктів виявились невдалими, тому що відмінності в спектральних та в тих, що відображаються характеристиках, між окремими об'єктами виявились незначними, що призвело до неоднозначної належності того чи іншого об'єкта до відповідного класу. В даному випадку мова йде про тестову ділянку, яка являє собою переважно забудовану територію з мінімальною кількістю рослинності, водних об'єктів і т. і. Дахи будівель, дороги, окремі ділянки місцевості, мали практично ідентичні спектральні характеристики та суттєву кореляцію між собою, що призводило до помилок.

В підсумку, прийшлося відмовитись від автоматичного розпізнавання класів об'єктів. Замість цього було здійснено ручну візуальну класифікацію. Результати виявились позитивними. Це пов'язано з особливостями людського сприйняття та мислення, які недоступні при автоматичному розпізнаванні та дешифруванні.

Обґрунтування отриманих результатів. Запропоновані вище методика та технологічний процес оновлення топографічних карт різних масштабів дозволяють

усунути низку недоліків та значно покращити сам процес оновлення топографічних карт з точки зору економії часу та засобів.

Висновки та напрями подальших досліджень. На основі проведеного аналізу можна відзначити, що дані дистанційного зондування високої просторової та спектральної розподільної здатності являються важливим джерелом геопросторової інформації для вирішення завдань оновлення топографічних карт різних масштабів. Для сильно пересіченої місцевості та гористих територій необхідна також інтеграція з цифровою моделлю рельєфу та цифровою моделлю місцевості. Особливу увагу необхідно приділяти похибкам, які виникають при суміщенні векторних та растрових даних.

В результаті комплексного вирішення завдання одержання вихідної картографічної інформації зі збереженням і технічною модернізацією стаціонарних і польових частин є можливість створювати якісні топографічні карти і завчасно готувати в топогеодезичному відношенні території ймовірних бойових дій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Міхно О.Г., Мельник А.В., Кравчук О.В. Методика оновлення топографічних карт і планів міст за допомогою програмного продукту ARCGIS // Вісник Київського Національного університету імені Тараса Шевченка. - 2005.- № 10-11.- С. 43-45.
2. Руководство по фототопографическим работам при топогеодезическом обеспечении войск. Часть 1. РИО ВТС. - Москва. - 1981.- С. 10-12.
3. Попов М.О. Шляхи отримання космічної інформації в інтересах національної безпеки і оборони // Наука і оборона. - 2003. - №2. - С. 38-50.
4. Мазуркевич О.О., Серенко В.В., Рябоконенко О.Д., Рябоконенко С.О. Використання дистанційного зондування землі та ГІС-технологій для вирішення водоресурсних та водоохоронних завдань // Вчені записки ТНУ.Серія: Географія. - 2003. - Т.16 (55). - № 2. - С. 106-109.
5. Ли К., Шумаков А. Российские геоданные и их вклад в мировую картографию. (www.sovzond.ru). - 2005.
6. SOCET SET on Windows NT. HELAVA LEICA. Printed in USA - Copyright by Leica AG, Heerbrugg, Switzerland. - 1997.
7. Наб Радж Субеди. Обновление географической информации на основе данных ДЗЗ высокого разрешения. / Научно-исследовательский отдел National Geographic Information Infrastructure Project. (www.sovzond.ru). - 2005.

Рецензент: д.г.н., проф. **Шевченко В.О.**

