ВІЙСЬКОВИЙ ІНСТИТУТ
КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

ВІЙСЬКОВОГО ІНСТИТУТУ КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Виходить 4 рази на рік

Випуск № 38

КИЇВ – 2012

УДК621.43
ББК 32-26.8-68.49
Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К.: ВІКНУ, 2012. – Вип. №38. – 367 с.

У збірнику опубліковано статті вчених, науково-педагогічних працівників, ад'юнктів і здобувачів інституту та інших ВНЗ і наукових установ, в яких розглядаються актуальні проблеми з техніки, інформаційних технологій, системного аналізу, воєнної безпеки, географії, менеджменту та педагогіки перш за все у сфері оборони, національної безпеки та оборонно-промислового комплексу.

Голова редакційної колегії:

Лєнков С.В. доктор технічних наук, професор;

Члени редакційної колегії:

Вишнівський В.В. доктор технічних наук, доцент;
Жердєв М.К. доктор технічних наук, професор;
Замаруєва І.В. доктор технічних наук, професор;
Зубарєв В.В. доктор технічних наук, професор;
Лепіх Я.І. доктор фізико-математичних наук, професор;
Лісова С.В. доктор педагогічних наук, професор;
Маслов В.С. доктор педагогічних наук, професор;
Марушкевич А.А. доктор педагогічних наук, професор;
Мокрицький В.А. доктор технічних наук, професор;
Науменко М.І. доктор технічних наук, професор;
Ободовський О.Г. доктор географічних наук, професор;
Пономаренко Л.А. доктор технічних наук, професор;
Плахотнік О.В. доктор педагогічних наук, професор;
Сніжко С.І. доктор географічних наук, професор;
Толубко В.Б. доктор технічних наук, професор;
Шарий В.І. доктор військових наук, професор;
Шворов С.А. доктор технічних наук, с.н.с.;
Шищенко П.Г. доктор географічних наук, професор;
Ягупов В.В. доктор педагогічних наук, професор.

Редакційна колегія прагне до покращення змісту та якості оформлення видання і буде вдячна авторам та читачам за висловлювання зауважень та побажань.

Зареєстровано Міністерством юстиції України, свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації - серія КВ № 11541 – 413Р від 21.07.2006 р.

Відповідно до постанови ВАК України від 16.12.09 р. № 7-08/6-з «Збірник наукових праць ВІКНУ імені Тараса Шевченка» внесено до переліку наукових фахових видань із технічних, географічних та педагогічних наук, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.

Затверджено на засіданні вченої ради ВІКНУ від 25.10.2012 р., протокол №3.

Відповідальні за макет:
Ряба Л.О., Солодєєва Л.В.

Відповідальність за новизну і достовірність наведених результатів, тактико-технічних та економічних показників і коректність висловлювань несуть автори. Точка зору редколегії не завжди збігається з позицією авторів. Усі матеріали надруковані в авторській редакції.

Електронна версія всіх Збірників (починаючи з №17) розміщені на сайті бібліотеки ім. В. Вернадського.

Адреса редакції: 03689, м. Київ, вул. Ломоносова,81 тел./факс +38 (044) 521 – 32 – 99
Наклад 300 прим. 239 – 32 – 10
Ел.адреса: lenkov_s@ukr.net
Офіційний сайт Військового інституту: www.mil.univ.kiev.ua

ТЕХНІКА

Барабаш О.В., Хращевський Р.В., Обідін Д.М. Нечіткі моделі опису ситуацій в системах автоматичного управління літальним апаратом…….. **6**
Буяло О.В., Гахович С.В., Глухов С.І., Жиров Г.Б. Математична модель процесів відмов електромеханічних складових частин сучасних складних радіоелектронних систем…….. **14**
Вишнівський В.В. Аналіз методів діагностування аналогових і цифрових пристроїв об'єктів РЕТ …… **20**
Добровольський А.Б. Модель оцінки ефективності технічних засобів охорони кордону при врахуванні інформаційних характеристик……. **25**
Долгушин В.П., Мірошніченко О.В., Охрамович М.М. Аналіз точносних характеристик двопозиційної триангуляційної системи пеленгації та обґрунтування заходів щодо їх поліпшення…….. **31**
Жук О.Г. Метод підвищення енергетичної ефективності засобів радіозв'язку з OFDM…… **37**
Заєць Н.А., Шворов С.А., Штепа В.М., Осипа В.О. Використання генетичних алгоритмів для розрахунку оптимальних настройок функціонування робототехнічного комплексу …… **41**
Іванов А.В., Шинкарук О.М., Чесановський І.І. Розробка адаптивного каналу когерентної міжперіодної обробки ехо-сигналів в імпульсних радіолокаційних системах…… **45**
Квасніков В.П. Прецизійні вимірювання об'єктів на координатно-вимірювальній машині геометричних розмірів деталей…… **52**
Кольцов Р.Ю., Лєнков Є.С., Лоза В.М. Застосування "вейвлет-технологій" для підвищення ефективності спектрального методу кутового розрізнення в оглядових радіолокаторах систем радіонавігації..... **58**
Ленков С.В., Боряк К.Ф., Браун В.О., Банзак Г.В., Цыцарев В.Н. Имитационная статистическая модель процесса технического обслуживания и ремонта сложных объектов радиоэлектронной техники…… **63**
Міночкін Д.А. Аналіз методів оцінки сигналів в системі MIMO…….. **70**
Мясіщев О.А. Ефективність використання GPU NVIDIA при вирішенні систем лінійних рівнянь…….. **76**
Орнатський Д.П. Корекція похибок вимірювальних перетворювачів механічних величин з диференціальними параметричними датчиками…….. **81**
Покидько Л.М. Алгоритми побудови 3d-моделі об'єкту лазерного сканування…… **86**
Толюпа С.В., Дружинін В.А., Жиров Б.Г., Лалєтін С.П. Принципи оптимального керування випромінюваннями електромагнітної енергії в багатопозиційних системах радіолокації…….. **93**
Шинкарук О.М., Клепіковський А.В., Дармороз М.М. Оцінка температурних напружень в термоелектричних модулях радіоелектронної апаратури……. **102**
Шкуліпа П.А. Методика проведення діагностування аналогових пристроїв динамічним методом…… **106**

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ І ВОЄННА БЕЗПЕКА

Бойченко О.В. Застосування технології ситуаційних центрів в інформаційній системі підтримки рішень……. **111**
Борисюк С.Л. Аналіз екологічних наслідків та структури загроз від глобальних кліматичних змін у регіонах України…… **117**
Дергильова О.В. Метод застосування диференціальних моделей для обґрунтування рішень щодо забезпечення воєнної безпеки держави…… **121**

Комарова Л.О., Гришин С.П. Оцінка ефективності методів вирішення задач управління системою воєнної безпеки для складних об'єктів військового призначення та оцінка адекватності аналітичних моделей щодо точності методів …….. **127**
Мельников О.Г. Прикордонне відомство України в системі воєнної безпеки держави..... **132**
Пампуха І.В., Винярський Я.Я., Березовська Ю.В. Модель прийняття рішень щодо оцінювання рівня безпеки воєнно-політичної обстановки з тактичними структурними альтернативами…….. **138**
Терещенко А.М., Дачковський В.О., Яльницький О.Д., Ряба Л.О. Шляхи створення вибухової мережі на яку не впливає електромагнітна енергія…….. **147**
Шостак И.В., Данова М.А. Подход к автоматизации процесса прогнозирования научно-технического развития региона на основе Форсайт технологии……... **151**

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Боровик О.В., Графов Р.П. Оптимизация частных и интегральных показателей эффективности систем обработки данных в задачах оперативного планирования и принятия решений при их проектировании…….. **155**
Вялкова В.І. Фреймово-продукційна модель подання знань……. **164**
Гунченко Ю.О. Модифікований метод оптимізації структури обчислювальної мережі автоматизованого полігону підготовки фахівців спецпідрозділів……. **169**
Джулій В.М., Зінченко В.М. Методи побудови інформаційних систем на основі смарт-технологій……. **174**
Зубарєв В.В., Зінчик А.Г., Лєнков О.С., Савран В.О., Солодєєва Л.В. Оцінка ефективності застосування існуючих алгоритмів стиснення відеоінформації…….. **177**
Казакова Н.Ф., Петров А.О. Моделі розв'язання задачі про відновлення інформації.. **186**
Кобозева А.А., Мельник М.А. Нечувствительность стеганосообщения к сжатию и формальные достаточные условия ее обеспечения…….. **193**
Кухаренко С.В. Теоретико-множинний підхід до синтезу системи управління…….. **204**
Лахно В.А. Стратегічне управління інформаційною безпекою транспортних підприємств…….. **208**
Муляр І.В., Джулій А.В., Гіль Є.В. Методи створення і перевірки хешу графічних зображень……. **216**
Оксіюк О.Г., Вялкова В.І., Барабаш О.В. Архітектура й перспективи застосування інтелектуальних навчальних систем……. **221**
Пампуха І.В., Березовська Ю.В., Малюга А.В., Лобач С.М., Трушляков А.В. Оцінка результативності використання методики оцінки рівня якості освіти ВВНЗ….. **227**
Петров А.О. Рекомендації з побудови систем активного захисту в мережах загального користування із застосуванням прицільної завади…….. **235**
Хайрова Н.Ф. Використання логіко-алгебраїчної моделі семантичних відмінків для семантичного аналізу речення…… **239**
Шворов С.А. Методи побудови роботизованих систем спеціального призначення….. **246**
I. Shostak, I. Butenko. Ontology approach to realization of information technology for normative profile formimg at critical software certification……. **250**

ГУМАНІТАРНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ЗБРОЙНИХ СИЛ ТА СУСПІЛЬСТВА

Бурдюг Є.О. Особливості психодіагностики медикаментозного комплаєнсу в осіб похилого віку…… **254**
Купянська Н.О. Формування нормативної бази забезпечення військовослужбовців Збройних Сил України житлом……. **259**
Плахотнік О.В., Ярмох Едвард. Системотворча роль поняття цінностей у концептуальному фундаменті сучасної педагогіки і психології…… **266**

ПЕДАГОГІКА

Бабенко І.Є. Аналіз педагогічної підтримки обдарованих дітей у США…….. **272**
Дудник Н.З. Суспільна значимість педагогічної діяльності……... **277**
Златніков В.Г., **Дуднік Н.Ю.** Самоорганізація як фактор розвитку професіоналізму майбутніх педагогів……. **283**
Каленський А.А., Стегура І.Ю., Кравченко О.І. Оцінка результатів при здійсненні тестового контролю…… **287**
Кибраева З.Ю., Алдибекова К.Н., Алдибекова Ш.Н. Формирование модульной компетентности студентов при изучении общеобразовательных предметов таких как «Экология и устойчивое развитие» по кредитной системе обучения..... **291**
Кубіцький С.О., Михайленко В.П., Гап'юк В.М., Стаднійчук І.П. Розвиток фахових компетенцій майбутніх техніків-механіків з електротехніки з позицій діяльнісного та особистісно орієнтованого підходів…….. **295**
Марченко Г.В. Теоретичні засади виховної діяльності куратора студентської групи… **302**
Плахотнік О.В., Безносюк О.О. Оцінювання і визнання дипломів: європейський контекст…… **308**
Сальнікова О.Ф. Євроінтеграція освіти і науки України в інформаційне та освітнє поле як чинник інноваційно-технологічного та культурного розвитку……. **318**
Толипов У.К. Подготовка инженеров-педагогов в республике Узбекистан…… **324**
Толок І.В. Розвиток психолого-педагогічної компетентності майбутніх магістрів військового управління в системі післядипломної освіти: проблема визначення…… **327**
Тракалюк О.Л. Особливості білінгвальної мовної освіти на початковому етапі навчання…….. **332**

ГЕОГРАФІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ

Андасбаев Е.С, Коянбекова С.Б., Канагатов Ж.Ж., Кенжебеков А.К., Есенгабылов И.Ж., Сочин С.А., Джетимов М.А., Укушева Т.К., Бутенова А.К. Эколого-генетический мониторинг природной среды..... **337**
Дауренбекова Ш.Ж., Бугаева А.А., Аужанова Н.Б. Мониторинг экологического состояния и образования на территории Республики Казахстан..... **341**
Идрисова А.Е. Характеристика водных ресурсов Алтынемельского государственного национального природного парка и анализ методов удаления железа из природных вод……. **347**
Литвиненко О.І., **Сбітнєв А.І.** Формалізація задач теорії графів з нечіткими відповідностями з використанням опису через околи й межі…… **353**
Хірх-Ялан В.І. Геоінформаційне забезпечення просторово-планувальних рішень розміщення підрозділів на місцевості…… **362**

УДК 358.4:355.42

д.т.н., проф. **Барабаш О.В.** (ВІКНУ)
д.т.н., доц. **Хращевський Р.В.** (КЛА НАУ)
к.т.н., доц. **Обідін Д.М.** (КЛА НАУ)

НЕЧІТКІ МОДЕЛІ ОПИСУ СИТУАЦІЙ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ЛІТАЛЬНИМ АПАРАТОМ

Для досягнення концептуальної єдності формального опису розподіленої бази знань була розвинута теорія нечітких моделей в частині класів нечітких відповідностей і нечітких графів. Запропоновані класифікації нечітких відповідностей і графів, в основу яких покладена кількість нечітких елементів, що складають їх опис. Запропоновано ввести операцію трансформації, за допомогою якої відповідності і графи проміжної нечіткої і чіткої структури перетворюються у нечіткі відповідності і графи, що дозволяє проводити над ними необхідні операції, як над нечіткими моделями.

Ключові слова: графи, розподілена база знань, нечіткі моделі.

Для достижения концептуального единения формального описания распределенной базы знаний была развита теория нечетких моделей в части классов нечетких соответствий и нечетких графов. Предложена классификация нечетких соответствий и графов, в основу которых положено количество описывающих их нечетких элементов. Предложено ввести операцию трансформации, с помощью которой соответствия и графы промежуточной нечеткой и четкой структуры превращаются в нечеткие соответствия и графы, что позволяет проводить над ними необходимые операции, как над нечеткими моделями.

Ключевые слова: графы, распределенная база знаний, нечеткие модели.

To achieve the concept of unity of formal description of distributed knowledge base developed the theory of fuzzy models in terms of classes of fuzzy matching and fuzzy graphs. A classification of fuzzy matching and graphs, which are based on the number of describing their fuzzy elements. Prompted the operation of transformation, with which compliance and intermediate fuzzy graphs and clear structure become fuzzy matching and graphs, which allows for the necessary operations on them, as on fuzzy models.

Keywords: graphs, the distributed knowledge base, fuzzy models.

Вступ. Верифікація розподіленої бази знань (РБЗ), які використовуються у системи автоматичного управління (САУ) літального апарату (ЛА), дає можливість визначити загальний стан РБЗ, що складає основу другого етапу процесу забезпечення функціональної стійкості САУ. Оцінки валідності (коректності) модулів РБЗ, одержані всередині РБЗ на основі внутрішньої верифікації, дозволяють зробити загальний висновок про стан РБЗ САУ. Разом з тим, ймовірнісний характер одержуваних результатів верифікації свідчить про можливість появи різноманітних ситуацій, які можуть виникати у САУ під час її функціонування, що дозволяє розглядати такі ситуації з позицій нечіткості.

Особливістю динамічної децентралізованої верифікації РБЗ є необхідність урахування наявності великої кількості незалежних процесів, що відбуваються водночас, і складності їх взаємного узгодження при відносній простоті операцій, які виконуються. Зневага цією особливістю призводить до появи тяжких за наслідками неузгодженостей і конфліктних ситуацій у системах управління.

Для запобігання цьому організація процедури верифікації повинна забезпечувати можливість знання на кожному етапі функціонування характеристик як окремих модулів РБЗ, так і системи в цілому, а також можливості аналізу їх роботи.

З цією метою поелементна верифікація і загальна оцінка дієздатності РБЗ повинні складати єдиний технологічний процес верифікації [1]. Складність такого підходу вимагає використання інструментальних та програмних засобів, які дозволять автоматизувати процес

верифікації, що, у свою чергу, вимагає формалізованого опису процесів. Як апарат формалізованого подання пропонується використовувати нечіткі і чіткі графові моделі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанню дослідження ситуацій в системах автоматичного управління літальним апаратом приділяється багато уваги [2].

Значний внесок у дослідження зазначеного питання зробили такі вчені як В.В. Солодовніков, А.А. Красовський, В.А. Бесекерський, В.А. Боднер, А.А. Воронов, А.Е. Асланян, та багато інших.

Аналіз публікацій з даного питання показав про недостатність приділеної уваги до класифікації нечітких відповідностей і графів, в основу яких покладена кількість нечітких елементів, що складають їх опис з поєднанням операцій трансформації, за допомогою якої відповідності і графи проміжної нечіткої і чіткої структури перетворюються у нечіткі відповідності і графи, що дозволяє проводити над ними необхідні операції, як над нечіткими моделями.

Метою даної статті є розробка нечітких моделей опису ситуацій в системах автоматичного управління літальним апаратом.

Основна частина. Графові моделі семантичних станів розподілених баз знань.

Граф станів розподіленої бази знань системи управління. У відповідності до [3] для здійснення декомпозиції необхідно мати ситуаційну модель, що відображає множину ситуацій зовнішнього світу у множину станів РБЗ. У нашому випадку ситуації зовнішнього світу (ситуації, що склалися для САУ) — це сукупність знань про впливи середовища, стан об'єкта управління, керуючої ланки і поточні цілі управління у даний момент часу.

Стани РБЗ — це такі сукупності ситуацій в інтелектуальних САУ, які виникають у певних умовах експлуатації (польоту) ЛА. При описі ситуацій для САУ на основі отриманих результатів верифікації окремих модулів РБЗ використовуються ймовірнісні характеристики, тому ситуаційна модель, що формується у САУ, може бути подана у вигляді нечіткого об’єкта, тобто бути нечіткою.

Нечітка ситуаційна модель породжує модель станів РБЗ також нечітку у тому сенсі, що кожній нечіткій ситуації для САУ відповідає нечітка сукупність результатів верифікації.

Процес побудови ситуаційної моделі ілюструється рис. 1.

На рис. 1 s_1 , s_2 , s_3 , ... — нечіткі ситуації, що склалися для САУ у відповідні моменти часу; v_1 , v_2 , v_3 , ... — нечіткі стани РБЗ. Між ними є нечітка відповідність $E_i = <e_i, s_i, v_i>$.

Нехай A_1 , A_2 , ... — деякі оператори переходу із ситуації s_1 до s_2, із s_2 до s_3, ... Ці оператори ініціюють виникнення деяких операторів B_1, B_2, ... , за допомогою яких здійснюється перехід РБЗ зі стану v_1 до v_2, v_2 до v_3 ... .

Згадані ситуації для САУ є узагальненими і називаються ситуаціями. Кожна нечітка ситуація для САУ породжує нечіткий стан РБЗ. Зв'язки і можливі переходи у просторі ситуацій породжують відповідні переходи у просторі станів РБЗ.

Нечіткі стани і переходи між ними утворюють граф станів РБЗ САУ (у загальному випадку нечіткий) $L_m=(V, F)$, в якому $V = \{<\mu_V(v_i)/v_i>\}$, $i \in I=\{1, 2,..., n\}$ — нечітка множина вершин; $F=\{<\mu_F<v_i,v_j>/<v_i,v_j>>\}$,… $<v_i,,v_j> \in V^2$, $j \in J=\{1, 2,..., m\}$ — нечітка множина орієнтованих дуг графа, причому v_i — початок, а v_j − кінець дуги; $\mu_V(v_i)$ і $\mu_F(v_i , v_j)$, ($\mu_V(v_i)$, $\mu_F(v_i,v_j) \in [0;1]$) — ступені належності вершин і дуг відповідним нечітким множинам. У графі станів нечітка множина вершин інтерпретується як сукупність результатів верифікації, одержаних у даному стані РБЗ, а зважені дуги показують напрямок і можливі переходи РБЗ зі стану у стан.

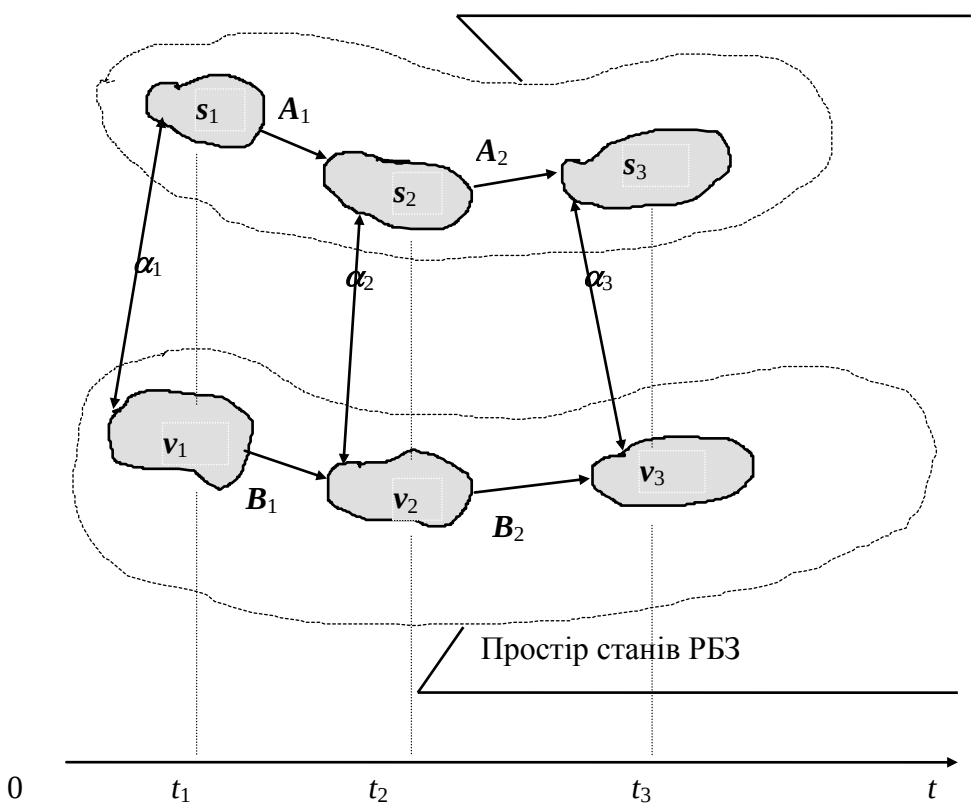


Рис. 1. Ситуаційна модель САУ

У теорії нечітких моделей розглядаються лише нечітка відповідність виду Г=<*F, X, Y*>, де *F* – нечіткий граф нечіткої відповідності, *X* – область відправлення, *Y* – область прибуття нечіткої відповідності і нечіткі графи з нечітко суміжними вершинами, тобто вигляду *L*=(*V, F*) [4].

Граф інформаційних зв'язків між модулями РБЗ. Графом інформаційних зв'язків (інформаційним графом) [5, 6] у нашому випадку будемо називати нечіткий орієнтований граф $L_I = (Z, U_I)$, що відображає потік даних у РБЗ таким чином, що якщо стан модуля $z_j \in Z$ нечітко зв'язаний за даними із станом модуля $z_i \in Z$, то $z_j \in U_I z_i$.

Граф управління модулями РБЗ. Кожна сукупність модулів у РБЗ застосовується під управлінням САУ. При цьому обмеження на порядок виконання модулів задаються орієнтованим графом $L_C=(Z, U_C)$, де Z – множина модулів, U_C – відображення Z у Z таке, що застосування z_j після z_i тягне $z_i \in U_C z_j$, тобто на графі L_C у цьому випадку є орієнтована дуга . Наявність даного графа дозволяє вирішувати задачі вибору коректних модулів в САУ, моделювати їх роботу при застосуванні САУ.

Структурний граф модуля РБЗ. Нехай задано множину концептів БЗ $A=\{a_i\}$. На цій множині задається відношення включення $R_в$ таке, що $a_i R_в a_j \leftrightarrow a_j \subset a_i$, тобто a_i і a_j зв'язані відношенням $R_в$ тоді і тільки тоді, коли елемент a_j є структурною компонентою елемента a_i [6]. Даний граф може бути використаний при дослідженні питань стійкості модуля.

Графова модель модуля процедурної БЗ. У самому загальному випадку схема будь-якої процедурної БЗ містить концепти, що виконують дві функції: перетворення і розпізнавання. Відповідні оператори, що реалізують ці функції, назвемо *перетворювачами* (*Pr*) і *розпізнавачами* (*P*) (предикатами) [7].

Граф мультиструктури. Наведені графові моделі мають концептуальну єдність. Це дозволяє подати їх у вигляді графа мультиструктури, що описує РБЗ у цілому. Для побудови мультиструктури вводиться операція *детальної розшифровки* [6].

Наявність графових моделей дозволяє організувати пошарове проектування РБЗ, ставити і вирішувати оптимізаційні задачі структурного аналізу і синтезу, що розподілені по етапах, відповідних прийнятим рівням абстракції.

Типологія нечітких відповідностей і графів для задач розпізнавання ситуацій. Класи нечітких відповідностей. Введемо класифікацію нечітких відповідностей, до основи якої покладемо кількість нечітких елементів відповідності.

З класифікації, яка пропонується, випливає, що нечіткі відповідності між нечіткими множинами (НВНМ), де всі три елементи — нечіткі множини, є найбільш загальним класом нечітких відповідностей. Наступний рівень створюють відповідності з проміжною нечіткою структурою, розташовані по зменшенню кількості нечітких елементів: з двома нечіткими елементами (НВНМ-1, НВНМ-2), нечітким графом і чіткими областями відправлення і прибуття (НВЧМ) і, нарешті, чіткі відповідності (ЧВ). Надалі до перетворених відповідностей можна застосовувати операції як до НВНМ. (рис. 2).

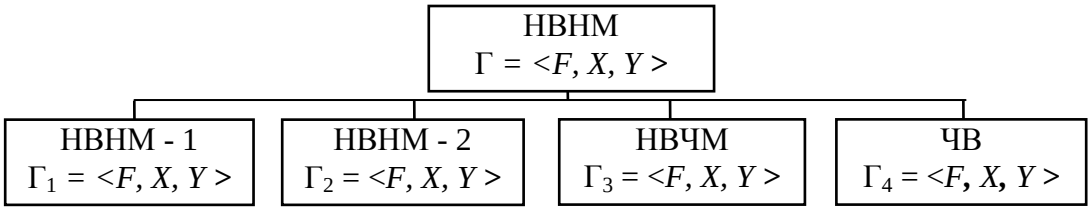


Рис. 2. Класифікація нечітких відповідностей

Класи нечітких графів. Введемо класифікацію нечітких графів, до основи якої також покладемо кількість нечітких елементів (рис. 3).

Найбільш загальним класом НГ є граф L, наступний рівень класифікації складають граф нечіткої проміжної структури (НГ-1) L_1 і чіткий граф (ЧГ) L_4.

Визначення. *Орієнтованим нечітким графом* $L=(X,F)$ називається пара нечітких множин, в якій $X=\{<\mu_X(x_i)/x_i>\}$, $i\in I=\{1,2,...,n\}$ – нечітка множина вершин графа; $F=\{<\mu_F<x_i,x_j>/<x_i,x_j>>\},<x_i,x_j>\in X^2$ – нечітка множина дуг, причому x_i – початок, а x_j – кінець дуги; $\mu_X(x_i),\mu_F<x_i, x_j>$ – функції належності для вершин і дуг графа відповідно.

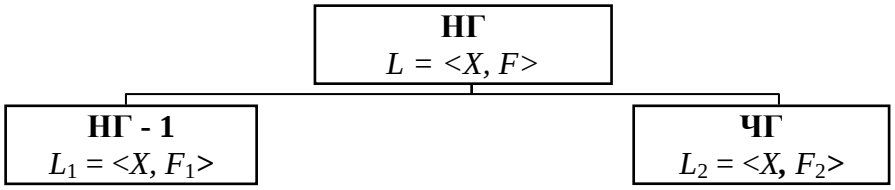


Рис. 3. Класифікація нечітких графів

Таке подання НГ називається теоретично-множинним.

Подання нечітких графів через багатокомпонентні кортежі. Викладений спосіб завдання нечітких графів у вигляді околиць і меж вершин відповідає поданню околиць вершин через трикомпонентні кортежі. Так, кортеж вершини x_i має вигляд

$$\alpha_i = <<\mu_X(x_i)/x_i>, |B_i^1|, B_i^1> . \quad (1)$$

При вирішенні різноманітних задач на графах зручно користуватися деякими операціями над кортежами. Це надає алгоритмам компактність і спрощує їх реалізацію.

Відомо [8], що проекцією кортежу на l-ту вісь називається l-та компонента кортежу:

$$\text{пр}_1\alpha_i = <\mu_X(x_i)/x_i>, \quad \text{пр}_2\alpha_i = |B_i^1|, \quad \text{пр}_3\alpha_i = B_i^1. \quad (2)$$

Тобто першою проекцією кортежу (1) є однокомпонентна нечітка множина, яка складається з вершини, для якої побудований кортеж, та її ступеня належності.

Друга проекція являє собою потужність (кількість елементів) межі.

Третя проекція являє собою нечітку межу першого порядку даної вершини.

Конструктивні операції над множинами кортежів. Оскільки нечіткі графи можуть бути подані через множину багатокомпонентних кортежів, має сенс розглянути деякі конструктивні операції над цими множинами. Ці операції є деяким аналогом теоретично-множинних операцій над нечіткими множинами й являють собою розвиток операцій, запропонованих у [8].

А. Операція U з'єднання множини кортежів. Порядок знаходження множини $\alpha_k = \alpha_i \cup \alpha_j$ такий: множина $\alpha_i \cup \alpha_j$ розбивається на класи нечіткої еквівалентності за відношенням $\text{пр}_1\alpha_i = \text{пр}_1\alpha_j$, після цього у кожному класі будується характеристичний кортеж $k\alpha_i = \alpha_i \oplus ... \oplus \alpha_l$ за усіма кортежами даного класу (в межах класу операція $\oplus$ комутативна й асоціативна). Одержана множина характеристичних кортежів і буде шуканою множиною $\alpha_k = \{k\alpha_i\}$.

Б. Операція знаходження кортежу з номером i у множині кортежів A ($\alpha_i = F(A, i)$) полягає в виділенні у даній множині кортежу, перша проекція якого дорівнює i: $\text{пр}_1\alpha_i = i$.

В. Операція знаходження проекції множини кортежів A на кортеж α_i^*, тобто $A_i = Pr(A, \alpha_i^*)$, здійснюється таким чином. У множині A виділяється підмножина кортежів, що приписані тій саме вершині, що і α_i^*, або до вершини, що входить до її межі $\boldsymbol{B}_i^1*$, тобто підмножина кортежів $A' = \{\alpha_j\}$, для яких: $\alpha_j \in A' \leftrightarrow (\text{пр}_1\alpha_j = \text{пр}_1\alpha_i^*) \vee (\text{пр}_1\alpha_j \in \text{пр}_3\alpha_i^*)$.

Після цього реалізується операція множення кожного елемента цієї множини на α_i^*. Одержані кортежі утворять шукану множину

$$A_i = \{\alpha_z = \alpha_j \otimes \alpha_i^* \mid \alpha_j \in A'\}.$$

Г. Операція виділення підмножини кортежів A_c з множини A за заданим параметром C.

$$A_{(\geq C)} = Pr_{(\geq C)}(A),\ A_{(>C)} = Pr_{(>C)}(A),\ A_{(<C)} = Pr_{(<C)}(A).$$

У множині A_c залишаються кортежі α_i, для яких $\text{пр}_2\alpha_i \geq C$, $\text{пр}_2\alpha_i > C$, $\text{пр}_2\alpha_i < C$ відповідно.

Д. Операція вилучення кортежу α_i з множини A ($A_i = D(A, \alpha_i)$) здійснюється таким чином:

1. Будується $A' = A \backslash \alpha_i$.
2. Будується допоміжний кортеж α_i^*: $\text{пр}_1\alpha_i^* = \text{пр}_1\alpha_i$, $\text{пр}_2\alpha_i^* = 1$, $\text{пр}_3\alpha_i^* = \text{пр}_1\alpha_i$.
3. Для кожного $\alpha_j \in A'$ здійснюється операція $\alpha_z = \alpha_j \theta \alpha_i^*$, $A_i = \{\alpha_z\}$.

Завдання нечітких графів у вигляді багатокомпонентних кортежів дозволяє подати їх в пам'яті ЕОМ у вигляді лінійних одновимірних масивів. При цьому усувається надмірність, притаманна традиційним засобам подання графів.

Пошарове проектування алгоритмів аналізу і синтезу РБЗ. Використання графових моделей для формалізованого подання РБЗ дозволяє реалізувати пошарову схему її моделювання (рис. 4).

Алгоритми аналізу і синтезу РБЗ формують верхній шар. В них використовуються операції, що реалізуються у нижніх шарах:

алгоритми теорії нечітких графів, виражені у вигляді нечітких околиць і меж вершин;

операції над кортежами і конструктивні операції над множинами кортежів;

теоретично-множинні операції;

структурні оператори.

Наступний шар утворюють алгоритми, що використовують операції 3-го, 2-го і 1-го шарів.

Така схема дозволяє реалізувати будь-який алгоритм будь-якого рівня після необхідних підстановок з нижніх шарів у вигляді цілісної програми, що забезпечує спрощення практичної реалізації засобів моделей і алгоритмів, що пропонуються.

Визначення функцій належності. Існує декілька точок зору на змістовну інтерпретацію функції належності. У більшості робіт з дослідження і застосування нечітких моделей функція належності інтерпретується як деякий не імовірнісний суб'єктивний вимір нечіткості.

Протилежна точка зору, що викладається у деяких роботах, полягає в тому, що величина $\mu_A(x)$ трактується як умовна імовірність спостереження події A при спостереженні x, при цьому не вказується про тип імовірності (частотна, суб'єктивна).

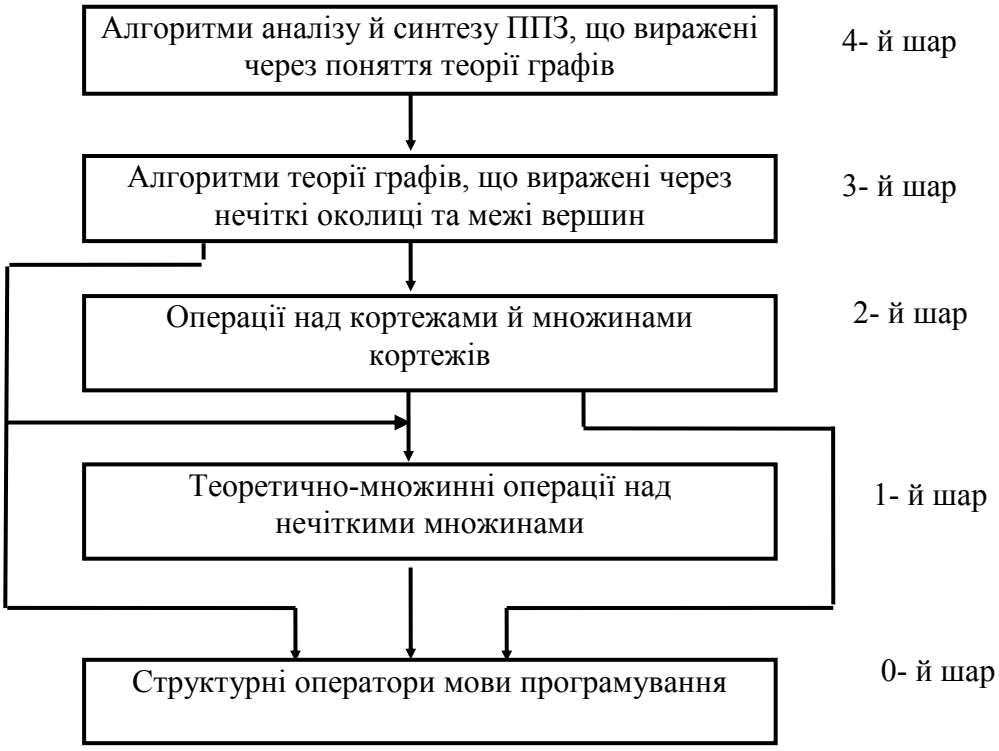


Рис. 4. Пошарове проектування алгоритмів аналізу і синтезу ППЗ

У даній статті ступінь належності (значення функції належності) $\mu_A(x)$ елемента x нечіткої множині A інтерпретується як суб'єктивна міра того, наскільки елемент $x \in X$ відповідає поняттю, зміст якого формалізується нечіткою множиною A. Під суб'єктивною мірою розуміється отримана через опитування експертів ступінь відповідності елемента x поняттю, формалізованому нечіткою множиною A. При цьому ступінь відповідності – можливість інтерпретації x поняттям, яке формалізується A.

Перерахуємо вимоги, яким повинні задовольняти функції належності нечітких множин, що описують терми лінгвістичних змінних [4].

Нехай $T=\{T_i\}$, $i \in I=\{1.2,..., n\}$ – базова терм-множина лінгвістичної змінної $<\beta,T,X>$; $<X,C_i>$ – нечітка змінна, яка відповідна терму $T_i \in T$; $C_i=\{<\mu_{Ci}(x)/x>\}$, $(x \in X)$; C_i – носій нечіткої множини C_i; $x \subseteq R_1$; R_1 – дійсна вісь; $\inf X = x_1$; $\sup X = x_4$.

Упорядкуємо множину T у відповідності до виразу

$$(\forall T_i \in T)(\forall T_j \in T)(i > j) \leftrightarrow (\exists x_i \in C_i)(\forall y \in C_j)(x > y),$$

тобто терм, який має носій, що розташований ліворуч, має менший номер.

Тоді терм-множина будь-якої лінгвістичної змінної повинна задовольняти таким умовам:

$$\mu_{C1}(x_1) = 1,\ \mu_{Cn}(x_2) = 1, \quad (3)$$

$$(\forall\ T_i \in T \setminus \{T_n\})(0 < \sup \mu_{Ci \cap Ci+1}(x) < 1), \quad (4)$$

$$(\forall\ T_i \in T)(\exists\ x \in X)(\ \mu_{Ci}(x) = 1), \quad (5)$$

$$(\forall \beta)(\exists\ x_1 \in R_1)(\ \exists\ x_2 \in R_1)[(\forall x \in X)(x_1 < x < x_2)]. \quad (6)$$

Умова (3) забороняє функціям належності граничних термів мати вигляд дзвоноподібних кривих.

Умовою (4) забороняється існування у базовій множині T пар термів, в яких або буде відсутня природна розмежованість понять, які апроксимуються термами, або ділянці області визначення не відповідає жодне поняття.

Умова (5) означає, що функція належності повинна мати максимум, який дорівнює одиниці, оскільки кожне поняття має хоча б один типовий об'єкт, що позначається цим поняттям.

Умова (6) констатує наявні фізичні обмеження на числові значення параметрів.

Існує два класи методів побудови функцій належності: прямі і побічні.

Прямий метод полягає в тому, що ступені належності елементів множини X безпосередньо задаються або одним, або групою експертів. Побічні методи застосовуються для зниження суб'єктивного впливу на результати побудови функцій належності. Найбільш показовим з них є метод попарних порівнянь [8].

Використання нечітких моделей з функціями належності, які побудовані за результатами опитування експертів, має один суттєвий недолік, що не дозволяє використовувати їх у чистому вигляді. Цей недолік полягає в тому, що зміна умов функціонування САУ, як правило, вимагає корегування функцій належності з метою збереження адекватності опису. Дане корегування може бути вироблено лише за допомогою повторного опитування експертів.

Одним з шляхів подолання означеного недоліку є поєднання прямого методу визначення функції належності з переходом до універсальних шкал вимірювання значень параметрів, що оцінюються, і побудовою множинних функцій відображення.

Реалізація даного підходу полягає у наступному.

Нехай для опису станів об'єкта управління деякої САУ разом з іншими лінгвістичними змінними використовується лінгвістична змінна $<\beta, T, X>$, $T=\{T_i\}$, $X=\{x_j\}$, $i \in I = \{1, 2, ..., n\}$, $j \in J=\{1, 2, ..., k\}$. Значення лінгвістичної змінної описуються нечіткою змінною $<\alpha, X, \boldsymbol{C}(\alpha)>$, $X \subseteq R_1$, $\inf X = x_1$, $\sup X = x_{12}$. Припустимо, що оцінка стану об'єкта управління здійснювалася за значеннями ознак $y_k \in Y = \{y_1, y_2, ..., y_m\}$ одним з експертів.

Далі будуються універсальна шкала лінгвістичної змінної β і за допомогою експерта – функція відображення π: $X \rightarrow [0; 1]$.

Припустимо тепер, що змінилися умови функціонування САУ. Це може проявлятися, наприклад, у тому, що деякі параметри об'єкта управління належать "тіньовій" множині ознак $Y' = \{y_1', y_2', ..., y_p'\}$. У дану множину входять параметри, не означені експертом за такими причинами:

ці параметри, на думку експерта, здебільшого не впливають на точність оцінки станів і якість управління;

їх значення під час ідентифікації станів об'єкта управління не можна оцінити через труднощі технічного характеру;

про них просто забули.

Використання множинної нечіткої функції відображення пояснюється тим, що однозначне визначення функції відображення π збіднює модель управління об'єктом, обмежує можливості врахування зміни умов функціонування САУ і критеріїв управління.

Умови управління в основному визначаються властивостями об'єкта, тоді як критерії, як правило, мають суб'єктивний характер і відбивають різні точки зору на правильне управління об'єктом.

Побудова однозначної функції відображення – спроба звести ці точки зору до єдиної. Така спроба вносить в опис моделі функціонування об'єкта управління відтінок волюнтаризму.

Практика управління в САУ з процесами, які складно формалізуються, показує [2], що суб'єктивне сприйняття ситуацій, що виникають в САУ, не знижує, а, навпаки, підвищує його гнучкість і стійкість до різного роду збурюючих чинників.

Висновки. Для досягнення концептуальної єдності формального опису розподіленої бази знань була розвинута теорія нечітких моделей в частині класів нечітких відповідностей і нечітких графів. Запропоновані класифікації нечітких відповідностей і графів, в основу яких покладена кількість нечітких елементів, що складають їх опис. Запропоновано ввести операцію трансформації, за допомогою якої відповідності і графи проміжної нечіткої і чіткої структури перетворюються у нечіткі відповідності і графи, що дозволяє проводити над ними необхідні операції, як над нечіткими моделями.

Реалізація запропонованих моделей може бути здійснена на бортових ЕОМ з урахуванням численних обмежень щодо залучених ресурсів. Це, у свою чергу, вимагає розроблення відповідних способів аналітичного подання нечітких графів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский // – СПб: Питер, 2000. – 384 с.

2. Асланян А.Э. Системы автоматического управления полетом летательных аппаратов. – К.: КВВАИУ, 1984. – 436 с.

3. Тейз А. Логический подход к искусственному интеллекту. От модальной логики к логике баз данных / А. Тейз, П. Грибомон, Г. Юлен // – М.: Мир, 1998. – 430 с.

4. Уэно Х. Представление и использование знаний // Х. Уэно, Т. Кояма, Т. Окамото и др. – М.: Мир, 1989. – 220 с.

5. Liu W. Rule-Based Detection of Inconsistency in UML Model / W. Liu, S. M. Easterbrook, J. Mylopoulos // Workshop on Consistency Problems in UML-Based Software Development, 2002. P. 106 – 123.

6. Вагин В.Н. Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах / В.Н. Вагин, Е.Ю. Головина, А.А. Загорянская, М. В. Фомина Под ред. В.Н. Вагина, Д.А. Поспелова. // – М.: Физматлит, 2004. – 704 с.

7. Maghrabi S.M.A. Matrix Verification of Knowledge-Based System / JKAU Science. – 2001. – Vol.13 – P.63–82.

8. Капітонова Ю.В. Основи дискретної математики / Ю.В. Капітонова, С.Л. Кривий, О.А. Летичевський, та ін. // – К.: Наукова думка, 2002. – 580 с.

Рецензент: д.т.н., проф. Сбітнєв А.І.

УДК 621.078

к.т.н. **Буяло О.В.** (ВІКНУ)
к.т.н., с.н.с. **Гахович С.В.** (ВІКНУ)
к.т.н. **Глухов С.І.** (ВІКНУ)
к.т.н., с.н.с. **Жиров Г.Б.** (ВІКНУ)

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСІВ ВІДМОВ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СКЛАДОВИХ ЧАСТИН СУЧАСНИХ СКЛАДНИХ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ

В статті розроблена математична модель процесів відмов електромеханічних складових частин сучасних складних радіоелектронних систем. Отримано аналітичні вирази розподілу часу безвідмовної роботи і проведена оцінка його параметрів Використання даної моделі дає можливість проводити оцінку залишкового ресурсу складних радіоелектронних систем у довільний момент часу їх експлуатації.

Ключові слова: експлуатація, складні радіоелектронні системи, складові частини, час безвідмовної роботи, залишковий ресурс.

В статье разработана математическая модель процессов отказов электромеханических составных частей современных сложных радиоэлектронных систем. Получено аналитические выражения распределения времени безотказной работы и проведенная оценка его параметров Использования данной модели дает возможность проводить оценку остаточного ресурса сложных радиоэлектронных систем в произвольный момент времени их эксплуатации.

Ключевые слова: эксплуатация, сложные радиоэлектронные системы, составные части, время безотказной работы, остаточный ресурс.

In the article is worked out the mathematical model of processes of refuses of electromechanics component parts of the modern difficult radio electronic systems . It is got analytical expressions of distribution of time of faultless work and conducted estimation of his parameters of the. Use of this model gives an opportunity to conduct the estimation of remaining resource of the difficult radio electronic systems in arbitrary moment of time of their exploitation.

Keywords: exploitation, difficult radio electronic systems, component parts, time of faultless work, remaining resource.

Вступ. Сучасні радіоелектронні системи (РЕС), що знаходяться на озброєнні характеризуються високою складністю і ефективністю, яка забезпечується поєднанням в їх складі електронно-обчислювальних засобів, радіоелектронної апаратури, електричних і механічних приладів, гідравлічних і гідропневматичних систем та інших складних пристроїв. Експлуатація таких систем здійснюється в різних кліматичних зонах, в різний час доби і року.

У зв’язку з цим залишається актуальним необхідність проведення теоретичних дослідження і практична перевірка багатьох питань, пов’язаних з експлуатацією сучасних складних РЕС. До таких питань слід віднести удосконалення системи технічного забезпечення, обґрунтування і розробку структури сучасних військових ремонтних органів, підвищення ефективності засобів технічного обслуговування і ремонту.

Постановка задачі дослідження. Сучасні РЕС мають деякі особливості: інша елементна база, менше енергоспоживання, менші струми і менший знос ізоляції, більш висока надійність комплектуючих. Однак поворотні з’єднання, двигуни, антенні системи, реле, стали не набагато надійнішими, техніка інтенсивно і нерівномірно виробляє свій ресурс. Тому, виходячи з вищезазначеного постає необхідність розробки нових моделей функціонування електромеханічних складових РЕС з урахуванням цих особливостей.

В статті розроблена модель виникнення відмов, що є більш загальною, ніж модель раптової відмови і модель з накопиченням відмов. Метою роботи є виведення закону розподілу часу безвідмовної роботи і оцінка його параметрів.

Основна частина. Аналіз показав [1], що в системах електроавтоматики часто відбувається пробій ізоляції соленоїдних котушок, реле і т.п. При циклічному режимі роботи

відбувається поступове все зростаюче ”розгойдування” каркаса котушки і стирання направляючої обойми соленоїда. В міру росту люфтів збільшується імовірність зближення витків обмотки і стирання їхньої ізоляції, що і є в кінцевому результаті причиною відмови.

У електромеханічних системах часто зустрічаються відмови типу заклинювання частин, що рухаються, у напрямних, заклинювання в редукторах, двигунах і т.п. Аналіз конкретних випадків показує, що вирішальну роль грає нагромадження зношування і люфтів у з’єднаннях кінематичних пар, що приводить до збільшення імовірності заклинювання.

Можна помітити наступні загальні особливості їхнього виникнення. В елемента (системи) є деякий параметр $\eta(t)$, що міняється в процесі роботи як випадкова (найчастіше не зростаюча) функція часу. Сама по собі зміна параметра $\eta(t)$ не означає відмови, відмова відбувається як би в іншому місці, але вона зв'язана зі зміною параметра так, що в міру його збільшення (зменшення) зростає (зменшується) імовірність виникнення відмови. Відмова виявляється в стрибкоподібній зміні стану системи (пробій, заклинювання, невірний запис інформації в пам’ять), але цьому передує процес накопичення відмов. Схему виникнення відмови, при якій стрибкоподібна зміна стану системи виникає як наслідок поступового накопичення відмов, будемо називати релаксацією. Ця модель відмови має риси як моделі раптової відмови (стрибкоподібна зміна стану), так і моделі накопичення відмов. У більш складних випадках відмова виникає в результаті не однієї, а багатьох релаксацій [1, 2].

Істотним для процесу відмов з релаксацією є те, що параметр системи $\eta(t)$, що впливає на імовірність відмови (цей параметр зручно називати прогнозуючим), міняється недетерміннованим чином, тобто випадково. Остання обставина допускає формальний запис наступного виду: імовірність відмови системи (елемента) в інтервалі $(T,\ T+\Delta_T)$ за умови, що прогнозуючий параметр до моменту T дорівнює $\eta(t)$, визначається наступним виразом [2]:

$$\gamma(T) = \varphi[\eta(T)]\Delta_T + o(\Delta_T)], \tag{1}$$

де $\eta(t)$ – прогнозуючий параметр;

φ – деяка функція зміни прогнозуючого параметру.

Для конкретизації цієї моделі зробимо наступні припущення. Будемо вважати, що $\eta(t)$ є процес зносу, що відповідає схемі ушкоджень, що накопичуються, а φ - лінійна функція, тобто:

$$\varphi = A + B_\eta . \tag{2}$$

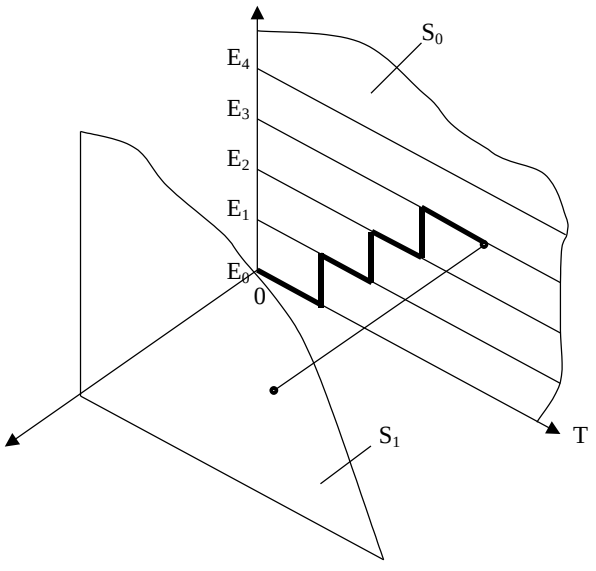


Рис. 1. Графічна інтерпретація процесу накопичення відмови

Для виводу закону розподілу часу безвідмовної роботи введемо наступну інтерпретацію моделі виникнення відмови. Графічна інтерпретація процесу накопичення відмови показана на рис 1.

Розглянемо просторове блукання деякої фіктивної частки (рис. 1). Блукання починається в момент $T = 0$ із точки O, що лежить у площині S_0. У випадкові моменти часу частка переходить з рівня E_K на рівень E_{K+1}. Блукання частки в площині S_0 (фактично описує процес накопичення відмов. Імовірність одержання одиничної відмови, тобто переходу $E_K \to E_{K+1}$ в інтервалі $(T, T+\Delta_T)$, дорівнює $\lambda\Delta T + o(\Delta_T)$ [1, 3].

Для кожного рівня E_K є своя імовірність перескоку частки на стінку S_1, що є поглинаючим екраном. Перескок частки на S_1 імітує відмову системи. Залежність імовірності відмови від значення параметра знаходить своє відображення в тому, що імовірність переходу на S_1 з рівня E_K в інтервалі $(T, T+\Delta_T)$ залежить від k і дорівнює

$$q_k(T) = [\mu_0 + k\mu]\Delta_T + o(\Delta_T). \qquad (3)$$

У кожний момент часу T стан частки можна охарактеризувати, вказавши E_j і S_i при $j = 0,1,\ldots;\ i = 0,1,$ тобто висоту рівня і номер стінки, на якій вона знаходиться. Імовірності переходу за малий проміжок часу $(T, T+\Delta_T)$ визначаються на підставі зроблених припущень і наведені у табл. 1 [3].

Таблиця 1

Імовірності переходів

Вихідний стан	Кінцевий стан	Імовірність переходу за інтервал $(T, T+\Delta_T)$
(E_j, S_0)	(E_j, S_1)	$(\mu_0 + kj)\Delta_T + o(\Delta_T)$
(E_j, S_0)	(E_{j+1}, S_0)	$\lambda\Delta_T + o(\Delta_T)$
(E_j, S_0)	(E_j, S_0)	$1-(\lambda+\mu_0+kj)\Delta_T + o(\Delta_T$

Нехай $P_{j,i}(T)$ є імовірність того, що частка до моменту T знаходиться в стані (E_j, S_i). Для функцій $\{P_{k,0}(T), k = 0,1,\ldots\}$ можна скласти наступну нескінченну систему рівнянь:

$$\left.\begin{array}{c} P_{0,0}(T+\Delta_T) = P_{0,0}(T)[1-(\mu_0+\lambda)\Delta_T] + o(\Delta_T); \\ \vdots \\ P_{k,0}(T+\Delta_T) = P_{k,0}(T)[1-(\mu_0+kj+\lambda)\Delta_T] + \\ + P_{k-1,0}(T)\lambda\Delta_T + o(\Delta_T); \\ k = 1,2,\ldots \end{array}\right\} \qquad (4)$$

Дійсно, частка може виявитися до моменту $T+\Delta_T$ в стані $(E_k,\ S_0)$ тільки наступними двома несумісними способами: до моменту T може бути в стані $(E_k,\ S_0)$ і за час $(T, T+\Delta_T)$ нікуди з нього не піти; до моменту T може бути в $(E_{k-1},\ S_0)$ і за час від T до $T+\Delta_T$ перейти в $(E_k,\ S_0)$.

Після перетворень, поділу обох частин k-го рівняння на Δ_T і переходу до межі при $\Delta_T \to 0$, прийдемо до наступної системи диференціальних рівнянь:

$$\left.\begin{array}{c} P'_{0,0}(T) = -[\mu_0 + \lambda]P_{0,0}(T); \\ \vdots \\ P'_{k,0}(T) = -[\lambda + \mu_0 + k\mu]P_{k,0}(T) + \lambda P_{k-1,0}(T); \\ k = 1, 2, \ldots \end{array}\right\} \quad (5)$$

Початковою для неї є наступна умова:

$$P_{i,0}(0) = \begin{cases} 1, & i = 0; \\ 0, & i \neq 0, \end{cases} \quad (6)$$

яка випливає з того, що в початковий момент $T = 0$ частка знаходиться в стані $(E_0,\ S_0)$. Введемо наступне позначення:

$$R(T) = \sum_{i=0}^{\infty} P_{j,0}(T). \quad (7)$$

За змістом ймовірностей $P_{j,0}(T)$ величина $R(T)$ є імовірність того, що до моменту T частка буде на якомусь рівні (нульовому, першому, і т.д.) на стінці S_0, тобто імовірність того, що випадковий час її блукання τ більше, ніж T. Це означає, що справедливий запис

$$P[\tau \le T] = F(T) = 1 - R(T). \quad (7)$$

Співвідношення (7) визначає функцію розподілу часу до перескоку (відмови) у розглянутій моделі.

Систему (5) можна розв'язати рекурентно і, зробивши додавання, знайти $R(T)$ і $F(T)$. Наведемо кінцевий результат розв'язку системи (5) [1 - 3]:

$$F(T) = 1 - \exp\left[\frac{\lambda}{\mu} - (\lambda + \mu_0)T - \frac{\lambda}{\mu}e^{-\mu T}\right]. \quad (8)$$

Відповідна щільність розподілу дорівнює

$$f(T) = \left[\mu_0 + \lambda(1 - e^{-\mu T})\right] \cdot \exp\left[\frac{\lambda}{\mu}(1 - e^{-\mu T}) - (\lambda + \mu_0)T\right], \quad (9)$$

а інтенсивність відмов дорівнює

$$\lambda(T) = \mu_0 + \lambda(1 - e^{-\mu T}). \quad (10)$$

Вид кривих щільності розподілу процесу виникнення відмови наведений на рис. 2.

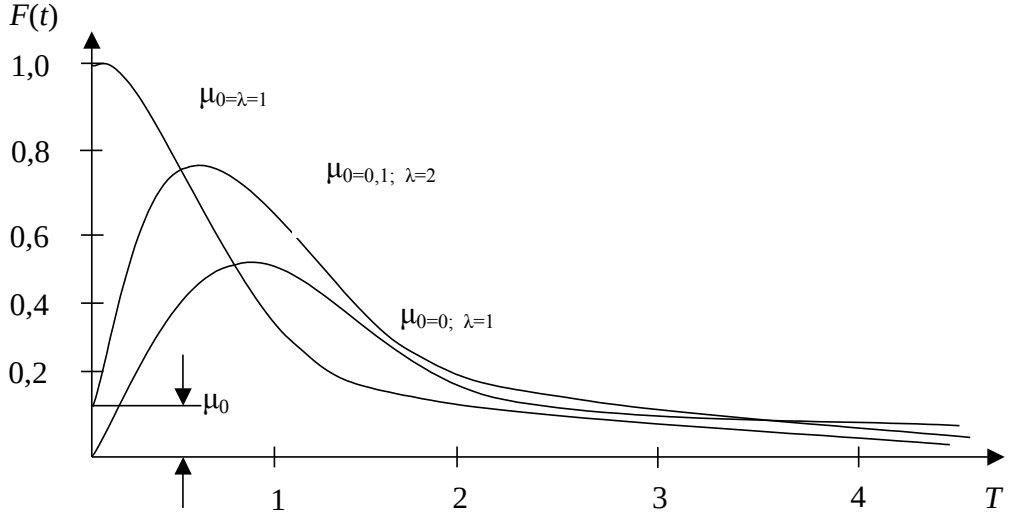


Рис. 2. Вид кривих щільності розподілу процесу виникнення відмови

Ордината щільності в нулі дорівнює параметру μ_0. При великих μ_0 функція $f(T)$

монотонно убуває. При малих μ_0 у порівнянні з λ і μ, крива щільності має максимум, вершина якого лежить лівіше математичного очікування.

Проаналізуємо передумови, зроблені при виводі розподілу (8). Перша передумова стосується характеру зміни прогнозуючого параметра $\eta(t)$ і зводиться до того, що процес $\eta(t)$ відповідає випадку однорідної початкової якості об'єктів, постійної середньої швидкості зношування і наявності випадкових варіацій швидкості для кожної реалізації. Друга передумова полягає в тому, що залежність імовірності відмови від значення прогнозуючого параметра є лінійною і на перший погляд позбавлена наочного фізичного змісту [3, 4].

Графічна інтерпретація виходу прогнозуючого параметра за контрольовані межі показана на рис. 3.

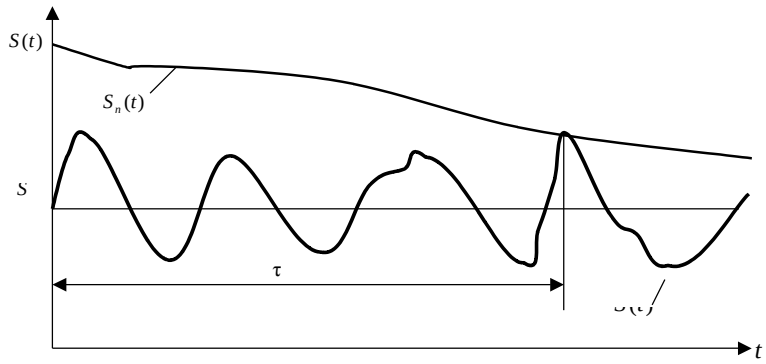


Рис. 3. Графічна інтерпретація виходу прогнозуючого параметра за контрольовані межі

Вкажемо на одну ситуацію, що часто зустрічається, для якої характерний лінійний зв'язок імовірності відмови і рівня прогнозуючого параметра. Повернемося до випадку відмови, що виникає при перевищенні робочим навантаженням $S(t)$ гранично припустимого рівня $S_{\Pi}(t)$. Нехай процес навантаження $S(t)$ є нормальним стаціонарним випадковим процесом із середнім рівнем $\bar{s}$, а $S_{\Pi}(t)$ убуває монотонно і випадково під впливом випадково процесу старіння системи (рис. 3.). У цьому випадку імовірність відмови залежить від «відстані» між $S_{\Pi}(t)$ і $\bar{s}$, величина $S_{\Pi}(0) - S_{\Pi}(t) = \Delta S_T$ виступає в ролі прогнозуючого параметра. Можна показати, що якщо $S_{\Pi}(t) = \Delta S_T$ в момент $t = T$, то імовірність відмови в інтервалі $(T, T + \Delta_T)$ дорівнює

$$\gamma(T) = Ce^{-g(S_T - \bar{S})^2} \Delta_T + o(\Delta_T), \qquad (11)$$

де g і C – деякі постійні. Тепер припустимо, що $S_{\Pi}(t)$ змінюється з часом повільно, тобто за час, порівнянний із середнім часом до відмови, падіння гранично припустимого рівня мале. У цьому випадку множник при Δ_T у (11) можна представити у наступному вигляді:

$$Ce^{-gl_0^2}\left[1 + 2gl_0\Delta S_T\right], \qquad (12)$$

де $l_0 = S_{\Pi}(0) - \bar{s}$.

Звідси видно, що імовірність відмови залежить від величини прогнозуючого параметра ΔS_T лінійно [4, 5].

Зупинимося на оцінці параметрів розподілу (8). Відносно прийнятний спосіб може бути зазначений лише для випадку, коли в нашому розпорядженні є дані про час $\tau_1, \ldots, \tau_N$ безвідмовної роботи N зразків РЕС і є можливість спостерігати реалізації прогнозуючого параметра $\eta(t)$. Рекомендується наступний порядок оцінки.

По реалізаціях $\eta(t)$ знаходять параметр λ.

За даними $\tau_1, \ldots, \tau_N$ будується гістограма. Значення μ_0 покладається рівним ординаті гістограми в точці $T = 0$.

Далі проводиться розбивка даних деяким числом θ і підраховується значення $\nu(\theta) = \frac{m(\theta)}{N}$, де $m(\theta)$ – кількість випадків, коли $\tau_i < \theta$.

Значення μ знаходять, розв'язуючи відносно μ наступне рівняння:

$$\frac{1 - e^{-\mu\theta}}{\mu} = \theta(1 + \frac{\mu_0}{\lambda}) + \frac{\ln[1 - \nu(\theta)]}{\lambda}, \qquad (13)$$

У правій частині (13) стоїть відома величина, а ліва убуває з ростом μ монотонно від значення θ до нуля Оскільки (13) є трансцендентним рівнянням відносно μ, в аналітичному вигляді його розв'язок в загальному вигляді являє певні труднощі. Графічний розв'язок даного рівняння наведено у [4, 6].

Висновки. Таким чином, отримані аналітичні вирази для визначення ймовірностей переходів електромеханічних складових частин складних РЕС із робочого в стан відмови. Від відомих наведена модель відрізняється тим, що вона враховує як поступові відмови, так і відмови, що відбуваються внаслідок старіння складових частин складних РЕС. Використання даної моделі дає можливість проводити оцінку залишкового ресурсу електромеханічних складових частин складних РЕС у довільний момент часу їх експлуатації.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Основы теории восстановления эксплуатационных свойств технических систем / [Ковтуненко М.А., Шишанов В.В., Зубарев В.В.] – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2007. – 296 с.

2. Модели отказов / [И.Б. Герцбах, Х.Б. Кордонский] – М.: Советское радио, 1966. – 167 с.

3. Надежность наземного радиоэлектронного оборудования / Под ред. Н.М. Шулейкина. - М.: Советское радио, 1957. – 236 с.

4. Оценка и прогнозирование надежности электронных элементов и систем / [В.П. Стрельников, А.В. Федухин]. – К.: Логос, 2002. – 486 с.

5. Математические методы оценки и прогнозирования технических показателей эксплуатационных свойств радиоэлектронных систем: [монографія] / [Зубарєв В.В., Ковтуненко А. П., Раскин Л. Г.]. – К.: Книжное изд-во НАУ, 2007. – 296 с.

6. Черкесов Г.Н. Надежность аппаратно-программных комплексов: [Учебное пособие] / Г.Н.Черкесов– СПб.: Питер, 2005. – 479 с.

Рецензент: д.т.н., проф. Лєнков С.В.

УДК 681.518.5 д.т.н., доц. **Вишнівський В.В.** (ВІКНУ)

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ АНАЛОГОВИХ І ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ ОБ'ЄКТІВ РЕТ

У статті проводиться аналіз методів діагностування аналогових і цифрових пристроїв об'єктів радіоелектронної техніки. Обґрунтовуються нові методи для побудови сучасних систем технічного діагностування.
Ключові слова: метод, система технічної діагностики

В статье проводиться анализ методов диагностирования аналоговых і цифровых устройств объектов радиоэлектронной техники. Обосновываются новые методы для построения современных систем технического диагностирования.
Ключевые слова: метод, система технической диагностики

In the article the analysis of methods of diagnosing of analogue and digital devices of objects of radio-electronic technics is carried out. New methods for construction of modern test systems are proved.
Keywords: method, system of technical diagnostics

Вступ. Об'єкти радіоелектронної техніки (РЕТ) представляють собою складні технічні системи. Головним їх завданням є забезпечення виконання задач функціонального використання. При цьому на етапі їх проектування питанням розробки системи технічного діагностування та формування сукупностей діагностичних параметрів не приділяється належної уваги.

Однією з основних вимог, які пред'являються до об'єктів РЕТ на етапі експлуатації, є забезпечення їх високої надійності. Надійність об'єктів РЕЗО оцінюється коефіцієнтом готовності, який визначається наробітком на відмову і тривалістю відновлення. Складовою частиною тривалості відновлення є час визначення несправності. Зниження величини цього часу можливо шляхом удосконалення системи технічного діагностики об'єкта РЕТ.

Аналіз стану проблеми. Підвищення вимог до системи технічної діагностики об'єктів РЕТ обумовлено цілим рядом причин, серед яких особливо необхідно відзначити:

- підвищення складності об'єктів РЕТ;
- збільшення кількості і ускладнення задач, що покладаються на об'єкт РЕТ;
- зростанням вимог до безпеки їх використання;
- застосування нових складових частин, що виготовлені на новій елементній базі використанням нових технічних рішень;
- зменшенням вимог до кваліфікації обслуговуючого персоналу, що займається технічним обслуговуванням, діагностуванням, локалізацією несправностей та ремонтом.

Істотною причиною, що ускладнює вирішення задач системою технічної діагностики, є переважаючий підхід до побудови об'єктів РЕТ як децентралізованої системи. Це, з одного боку, дозволяє підвищити надійність об'єктів РЕЗО за рахунок того, що вихід з ладу однієї складової частини об'єкта РЕТ, як правило, не приводить до виходу з ладу інших. Проте ця обставина істотно діагностування об'єкта РЕТ в цілому. І не дивлячись на те, що цей підхід в більшості випадків себе виправдовує, особливо з точки зору економіки, проте з точки зору розробки автоматизованих систем технічного діагностування об'єктів РЕЗО він обумовлює цілий ряд труднощів.

Широке розповсюдження отримало застосування в складі об'єктів РЕТ вбудованих систем діагностики [1]. Дані системи діагностики використовуються не тільки в авіації і сучасних зразках техніки й озброєння, але і в сучасній побутовій та автомобільній техніці, тощо. Діагностування об'єктів РЕТ, що мають в своєму складі модулі зі вбудованими системами діагностики, є складною науково-технічною задачею, що обумовлено цілим рядом чинників. Особливо варто відзначити складність оцінки технічних параметрів та охвату всіх систем об'єктів РЕТ. Це пов'язано не тільки з використовуванням різними

розробниками різних методик для оцінки технічного стану складових частин об’єктів РЕТ, але і різною їх природою (електричної, механічної, електронної і т.д.). Крім того, у цілому ряді випадків обслуговуючий персонал не має доступу до ряду систем без наявності спеціального устаткування. Усунути вище визначені недоліки систем технічної діагностики дає можливість застосування останніх досягнень в мікроелектроніці і сучасних інформаційних технологій. Тому актуальними являються завдання розробки нових ефективних принципів, методів і засобів для створення сучасних систем технічного діагностування об’єктів РЕТ. Рішення даної задачі дасть можливість визначати порядок вибору наступних елементів, що визначають систему технічної діагностики:

основних діагностичних параметрів;

вхідного (стимулюючого) тестового впливу;

способу отримання діагностичної інформації про реакцію об’єкта діагностування на вхідний тестовий вплив;

визначення області працездатності об'єкта в просторі діагностичних параметрів;

критерію оцінки технічного стану об’єкта діагностування.

Основна частина. Розглянемо більш детально методи, які використовуються при проведенні діагностування аналогових і цифрових пристроїв об’єктів РЕТ. Метод діагностування об’єкта РЕТ З цією метою використовують наступні основні методи технічного діагностування: оптичний, електрофізичний, рентгенівський. Найбільшого поширення на етапі експлуатації набули електрофізичні методи [1]. До цих методів відносяться: методи параметричного, функціонального контролю, контролю по характеристиках вихідних сигналів для аналогової частини і методи тестового контролю для цифрової частини об’єкта РЕТ.

При параметричному методі контролю працездатність системи оцінюється виміром параметрів і порівнянням їх з допусками. Якщо хоча б один параметр знаходиться поза полями свого допуску, то приймається рішення про непрацездатність системи. Параметричний метод простий у технічній реалізації, але потребує використання великого числа контрольних точок.

Функціональний контроль використовується для якісної оцінки функціональних властивостей системи. Для цього виду контролю характерні прості методики перевірки параметрів, невисокі вимоги, що пред’являються до точності апаратури контролю, відносно малий час контролю системи. Однак у цьому випадку не можна одержати кількісні оцінки, які б характеризували технічний стан системи.

При контролі системи по характеристиках вихідних сигналів на вхід подають стимулюючі сигнали, які змінюються в часі, вимірюються характеристики вихідних сигналів і порівнюються виміряні значення з допусками. Такими характеристиками можуть бути часові і частотні характеристики системи.

Донедавна, одними з основних методів контролю ТС цифрових типових елементів заміни (ТЕЗ) були детерміновані методи діагностування. Дані методи (метод активізації одномірного шляху, дедуктивний метод, *d*-алгоритм, метод еквівалентних нормальних форм і т.п.) орієнтовані на контроль не функціонального призначення ТЕЗ, а його структури та заданого класу несправностей. При використанні даних методів контролю і діагностування формується обмежений клас константних одиночних несправностей, що обумовлено складністю їх перерахування і опису для ТЕЗ з великою кількістю інтегральних мікросхем з високим ступенем інтеграції і функціональних зв'язків.

Методи випадкового і псевдовипадкового тестувань не мають властивих детермінованим методам недоліків, таких як необхідність проведення дуже складних розрахунків моделей несправних об'єктів діагностування, великих обсягів зберігання інформації та витрат часу на їх подачу, знімання і обробку. Однак дані методи вимагають деяких уточнень. Однією з найважливіших задач при перевірці працездатності об'єкта контролю з використанням псевдовипадкового тестування є визначення повноти перебору вхідних комбінацій, так як невідомо, скільки псевдовипадкових чисел необхідно подати на

об'єкт діагностування, для перевірки його з заданою імовірністю. При цьому не гарантується подача перевіряючого тесту на входи всіх логічних елементів, а також відсутня можливість заздалегідь визначити, які логічні елементи при даній довжині тестової послідовності не перевіряються з заданою імовірністю.

Методи контролю, що ґрунтуються на порівнянні з еталоном, мають практично такі самі недоліки, що і методи випадкового і псевдовипадкового тестувань.

У енергодинамічного методу, який ґрунтується на вимірюванні імпульсів струму квазікороткого замикання, основним недоліком є те, що імпульси, які вимірюються мають дуже малу тривалість, порядку $t_i \approx 3 \cdots 5$ нс, що в свою чергу приводить до ускладнення та подорожчання пристроїв контролю. Також даний метод непридатний для проведення контролю технічного стану аналогових ТЕЗ.

При застосуванні електромагнітного методу, який базується на вимірюванні параметрів сигналів, що наводяться у «антенному» пристрої, що накладається на радіоелектронний пристрій, основним недоліком є те, що необхідно використовувати високо витратне обладнання.

Одним із сучасних методів контролю ТС цифрових ТЕЗ є периферійне сканування [7] (Boundary Scan). Сутність методу периферійного сканування складається в обладнані кожної ІМС спеціалізованим тестовим портом. Порт включає чотири канали, які призначені для наступних операцій: подачі тесту, визначення режиму тестування, визначення тактової частоти тестування, одержання реакцій на тест. Периферійне сканування дозволяє контролювати ТС практично будь-якого електрорадіокомпоненту об'єкта діагностування. Недоліком методу являється складність діагностування модернізованих електрорадіокомпонентів, що призводить до додаткових матеріальних витрат і збільшення вартості електронного устаткування на 30-40%.

Таким чином, розглянутим вище методам властиві наступні недоліки:

– для проведення діагностування використовується велика кількість контрольних точок в яких вимірюються велика кількість діагностичних параметрів, що впливає на час і достовірність діагностування;

– існуючі методи діагностування не забезпечують можливості контролю максимальної кількості різних типів аналогових і цифрових елементів, пристроїв і типових елементів заміни об’єктів РЕТ при забезпеченні заданої достовірності діагностування;

– темпи розвитку радіоелементів об’єктів РЕТ набагато випереджають методи і засоби діагностування;

– збільшення ступеня інтеграції радіоелементів, кількості зовнішніх виходів і режимів роботи РЕТ приводить до недопустимого збільшення вартості сучасних систем технічного діагностування;

– обмежене застосування сучасних досягнень в області мікроелектроніки і інформаційних технологій при побудові автономних автоматизованих систем технічного діагностування;

– відсутність напрацьованих алгоритмів отримання, обробки і управління діагностичною інформацією;

– відсутність можливості обмінюватися інформацією з аналогічними системами технічного діагностування;

– відсутність можливості доступу та взаємодії з існуючими пошуковими системами;

– відсутність єдиного методологічного підходу, який би визначив основні принципи розробки нових ефективних методів технічного діагностування з використанням сучасних досягнень в області мікроелектроніки і інформаційних технологій.

Перспективними методами для проведення діагностування являються метод контролю по показниках якості для аналогових пристроїв і частотний енергетичний метод діагностування цифрових пристроїв об’єктів РЕТ. Розглянемо дані методи більш детально.

Метод контролю по показниках якості аналогових пристроїв використовує їх динамічні властивості, що найбільш повно характеризують його технічний стан [2]. Для побудови

діагностичної моделі аналогового пристрою даним методом необхідно представити його у вигляді еквівалентної системи автоматичного управління, а складові частини описати динамічними ланками. Аналіз показників якості перехідного процесу аналогового пристрою, що зв'язує його параметри з показниками якості перехідного процесу еквівалентної системи автоматичного управління, дозволяє використовувати останні для отримання діагностичної інформації. Тому в якості діагностичних параметрів використовують показники якості перехідного процесу.

Сутність методу контролю по показниках якості аналогових пристроїв полягає в перетворенні електричної схеми даного пристрою в еквівалентну їй систему автоматичного управління із заданою якістю перехідного процесу й визначенню технічного стану по його показниках якості. Цей метод діагностування, на відміну від існуючих методів, дозволяє проводити вимірювання діагностичних параметрів в динамічному режимі відносно як вхідного впливу, так і навантаження аналогового пристрою. При використанні даного методу не потрібно проводити ніяких доробок або вносити будь-які зміни в пристрій, що перевіряється. При проведені діагностування запропонованим методом виникає можливість використовувати мінімальну кількість показників якості перехідного процесу, що мають найбільшу інформативність й відповідають вимогам повноти контролю й чутливості до зміни її стану.

Таким чином, метод контролю по показниках якості дає можливість одержати об'єктивну оцінку працездатності аналогових пристроїв, визначити технічний стан різних типів систем.

Основою для розробки частотного енергетичного методу діагностування являється відомий енергодинамічний метод [3]. у якому як діагностична інформація використовуються імпульси струму квазікороткого замикання, що виникають у ланцюзі живлення логічних елементів при їхніх переключеннях. Проте широке застосування даного методу обмежено через наступні причини:

- при аналізі сигналів, що виникають у ланцюзі живлення, можливі помилки через наявність імпульсів кратного спрацьовування й маскування ними дефектних елементів, що знижує вірогідність діагностування. Для визначення числа імпульсів, що відповідають одночасному спрацьовуванню двох, трьох і більше елементів, необхідно будувати відповідне число паралельних каналів обробки діагностичної інформації. Це значно ускладнює пристрій діагностування;

- імпульси енергодинамічного процесу мають малу тривалість (τ_i=2…4нс) і тому займають широку (до 0,2ГГц) смугу частот. Для якісної обробки таких імпульсів пристрій виділення повинен мати рівномірну частотну характеристику й лінійну фазочастотну характеристику в такому ж діапазоні частот. Побудова пристрою виділення й підсилення енергодинамічних імпульсів, що має подібні характеристики, представляє певні технічні труднощі.

- з метою боротьби з високочастотними імпульсними перешкодами в ланцюгах живлення встановлюють так звані "розв'язуючі" конденсатори. Ці конденсатори спотворюють форму сигналів, зменшують їх амплітуду й для деяких логічних базисів унеможливлюють застосування енергодинамічного методу в часовій області частотним енергетичним методом.

Для усунення даних недоліків пропонується перевести обробку діагностичної інформації з часової області в частотно-спектральну.

Сутність частотного енергетичного методу діагностування цифрових пристроїв об’єктів РЕЗО полягає в тому, що при періодичному переключенні логічних елементів у ланцюзі живлення виникають періодичні пачки енергодинамічних імпульсів, форма яких і число залежать від типу інтегральної схеми й способу включення. Маючи дискретний спектр, вони можуть бути представлені у вигляді сукупності гармонійних складових, що відрізняються частотою, початковою фазою й амплітудою.

Дані методи дають можливість визначати наступні вихідні дані для побудови системи технічної діагностики: основні діагностичні параметри; вхідні (стимулюючі) тестові впливи; спосіб отримання діагностичної інформації про реакцію об’єкта діагностування на вхідний тестовий вплив; область працездатності об'єкта в просторі діагностичних параметрів; критерій оцінки технічного стану об’єкта діагностування.

Висновки. Таким чином, в якості основи для побудови сучасних ієрархічних, універсальних, автоматизованих систем технічного діагностування об’єктів РЕТ пропонуються метод контролю по показниках якості для аналогових пристроїв і частотний енергетичний метод для діагностування цифрових пристроїв об’єктів РЕЗО. Дані методи дозволяють проводити діагностування, при відносно невеликих економічних затратах з заданими показниками.

Перевага даних методів над існуючими полягає в наступному:

- виключено необхідність використання великої кількості контрольних точок для визначення технічного стану аналогових і цифрових пристроїв об’єктів РЕТ;
- спрощено обробку діагностичної інформації;
- можливість застосування даних методі як до існуючих, так і до перспективних об’єктів РЕТ;
- скорочення часу діагностування об’єктів РЕТ.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Діагностика цифрових та аналогових пристроїв радіоелектронної техніки: Монографія / Вишнівський В.В., Жердєв М.К., Лєнков С.В., Проценко В.О.; під редакцією М.К. Жердєва, С.В. Лєнкова. – К.: Знання України, 2009. – 220 с.

2. Вишнівський В.В. Методика контролю технічного стану аналогових пристроїв з використанням енергостатичного методу діагностування / В.В. Вишнівський, А.В. Головань // Збірник наукових праць Одеського інституту Сухопутних військ. – Одеса, 2007. – № 13. – С. 53-55.

3. Вишнівський В.В., Сєлюков О.В. Розробка частотного енергетичного методу контролю технічного стану цифрових пристроїв об’єктів РЕЗО // П’ята міжнародна науково-практична конференція «Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси». – НАУ. - Київ, 2012. – С.407 – 408.

Рецензент: д.т.н., проф. Жердєв М.К.

УДК 621.3.62-1 **Добровольський А.Б.** (НАДПСУ)

МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ОХОРОНИ КОРДОНУ ПРИ ВРАХУВАННІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

У статті проведено оцінку інформаційної ємності різноманітних видів технічних засобів охорони кордону за існуючими тактико-технічними характеристиками, а також за умов реалізації в ТЗО - запам'ятовування інформації про факт порушення, визначення дальності до порушника та формування його зображення. За показниками інформаційної ємності визначено можливі шляхи удосконалення ТЗО кордону.

Ключові слова: охорона кордону, технічні засоби, тактико-технічні характеристики, показники інформаційної ємності.

В статье проведена оценка информационной емкости различных видов технических средств охраны границы, по имеющимся тактико-техническим характеристикам, а также при условии реализации в ТСО – запоминания информации о факте нарушения, определения дальности до нарушителя и формирования его изображения. По показателям информационной емкости определены возможные пути усовершенствования ТСО границы.

Ключевые слова: охрана границы, технические средства, тактико-технические характеристики, показатели информационной емкости.

In the article the data capacity estimation of various types of border protection technical means (BPTM) according to the technical characteristics and also under condition of realisation in BPTM - information storage about violation fact, range finding to the fringer and shaping of his image are carry out. Possible ways of BPTM improvement according to data capacity indexes have been defined.

Keywords: border protection, technical means, technical characteristics, data capacity indexes.

Вступ. Одним із суттєвих елементів системи виявлення ознак порушення кордону є застосування технічних засобів охорони кордону. Так зокрема за останні роки провідні держави світу здійснюють інтенсивне вдосконалення передових технологій в області радіоелектроніки, автоматизації, на базі яких створюються сучасні прилади, системи та комплекси для охорони своїх державних кордонів. Як свідчить практика, сучасна модель охорони державного кордону вимагає більш широкого використання принципово нових технічних засобів охорони (далі ТЗО) кордону таких як тепловізори, сучасні радіолокаційні станції та сигналізаційні засоби, що в свою чергу потребує здійснення їх порівняльної характеристики та визначення потенційних резервів щодо їх удосконалення.

Щоб порівняти різноманітні ТЗО найбільш універсальними критеріями є інформаційні можливості, що ґрунтуються на кількості отриманої інформації про порушника. В роботі [1] проведено оцінку інформаційної ємності радіопроменевих ТЗО, але не враховано таку функціональну можливість, як запам'ятовування інформації та не вказано шляхи удосконалення інших видів ТЗО.

Метою даної статті є оцінка інформаційних можливостей ТЗО кордону різної фізичної природи за їх ТТХ, визначення шляхів удосконалення ТЗО, зокрема при реалізації можливості запам'ятовування інформації.

Результати дослідження. Теорія будь-якого явища починається з появи кількісних взаємовідносин між об'єктами досліджень, тобто встановлення властивостей об'єкту, які можна виміряти. Одиницею кількісної міри інформації є біт, що вперше запропонував Р. Хартлі в 1929 році. 1 біт – це інформація про два можливі стани об'єкту, які рівні за ймовірністю. Математично це визначається станом 1 або 0 одного розряду двійкової системи. Кількість інформації I (в бітах), що входить до сигналу перед його прийомом та обробкою у випадку N незалежних випадкових рівних за ймовірністю станів буде дорівнювати: $I = \log_2 N$, що є основою для визначення інформаційної ємності ТЗО різної

фізичної природи. ТЗО що працюють на різних фізичних принципах відносяться до систем обробки просторово-часових сигналів.

Кількість інформації та її цінність є суб'єктивними проявами, тому що кожну систему обробки інформації необхідно розглядати окремо. Коли неможливо визначити цінність інформації, то необхідно розглядати інформаційну ємність носія інформації. Інформаційна ємність виступає величиною, яка характеризує сигнал, що передається та його систему обробки в цілому [1].

Фундаментальним інваріантом інформаційної ємності системи є число N_0 повних ступенів свободи – часових, просторових, поляризаційних. Ніякими методами неможливо отримати більшу інформацію, чим та, що визначається повним числом N_0 інформаційних ступенів свободи.

В межах повного числа інформаційних ступенів свободи можна взаємно змінювати співвідношення між просторовими, часовими та поляризаційними ступенями свободи, зберігаючи повну кількість N_0 [2].

Теоретичною основою для знаходження інформаційних ступенів свободи служить теорема Котельникова (теорема відліків) [3], сутність якої полягає в тому, що будь - який сигнал $U(t)$ спектр якого обмежений деякою частотою F_m може бути представлений без втрат даних за миттєвими відліками з інтервалом дискретизації:

$$\Delta t = \frac{1}{2F_m}, \tag{1}$$

де F_m - максимальна частота спектру (частота Найквіста).

Аналітично теорема Котельникова представляється рядом:

$$U(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} U(k\Delta t)\frac{\sin \omega_m(t-k\pi)}{\omega_m(t-k\pi)}, \tag{2}$$

де k - номер відліку;

$U(k\Delta t)$ - значення сигналу в точці відліку;

$\omega_m = 2\pi F_m$ - максимальна циклічна частота спектру сигналу.

Кількість ступенів свободи (відліків) для часового сигналу знаходиться за формулою:

$$N_T = \frac{T}{\Delta t_n} = 2F_{max}T, \tag{3}$$

де Δt_n - інтервал дискретизації;

T - інтервал спостереження просторово-часового сигналу.

Кількість часових ступенів свободи впливає на інформаційну ємність ТЗО але її необхідно враховувати там, де для формування сигналів тривоги використовуються часові параметри, наприклад, час затримки отриманого сигналу по відношення до сигналу, що випромінювався. Частина існуючих ТЗО не використовує часові характеристики сигналу, і відповідно в інформаційній ємності часові ступені свободи будуть відсутніми. Найбільш широке розповсюдження в ТЗО отримало використання просторових параметрів про набуття інформації про факт порушення охороняємої ділянки.

Так теорема відліків використовується для відшукання ступенів свободи для просторових сигналів за трьома ортогональними напрямками. І для цього в ТЗО використовується така характеристика, як роздільна здатність.

Роздільна здатність – це мінімальна відстань між цілями при якій дві цілі сприймаються окремо. Якщо в якості основної характеристики використовується роздільна здатність, то кількість ступенів свободи знаходиться за формулою (1), але роздільна здатність використовується в якості інтервалу дискретизації. Так наприклад, за напрямком OX число ступенів свободи в межах охороняємої ділянки дорівнює:

$$N_W = \frac{X}{\Delta X_n}, \tag{4}$$

де ΔX_n - роздільна здатність за напрямком OX;

X - довжина охоронємої ділянки.

Для знаходження інформаційної ємності різних ТЗО з метою їх порівняння необхідно врахувати кількість видів відліків N_D, і тоді інформаційна ємність дорівнюватиме:

$$I = \log_2(N_T N_W N_D). \tag{5}$$

Важливим етапом розвитку ТЗО була поява в них функції запам'ятовування та зберігання інформації про порушення протягом визначеного (тривалого) часу, та виведення її на табло в потрібний час. Такі процеси як обробка, відображення, зберігання, документування інформації та її обмін з іншими системами сприяють якісному рівню розвитку ТЗО. Об'єми інформації, що зберігається (необхідні для звітів та статистичних досліджень) дозволяють утворювати бази даних [3]. Що стосується специфіки охорони кордону, то для ТЗО важливою характеристикою як раз і є функція запам'ятовування інформації про порушника (факт порушення). Наприклад, якщо в приладі «Хмель-1» порушником буде поновлено цілісність контрольного проводу лінійної частини, то прилад не буде видавати (зберігати) сигнал тривоги. Тоді за умови врахування функції запам'ятовування вираз (5) матиме наступний вигляд:

$$I_з = K\log_2(N_T N_W N_D), \tag{6}$$

де K - коефіцієнт запам'ятовування ($K=1$ - інформація про факт порушення запам'ятовується; $K=0$ - інформація не запам'ятовується).

Для ТЗО кордону в яких тільки приймається рішення про факт порушення охороняємої ділянки та не вимірюються координати число ступенів свободи буде оцінюватись $N_T = N_W = 1$, а число станів відліків $N_D = 2$. Інформаційна ємність таких ТЗО при $K=1$ дорівнює:

$$I_з = \log_2 2 = 1 \text{біт}.$$

ТЗО в яких приймається рішення про факт порушення та вимірюється дальність до порушника число станів відліків дорівнюватиме $N_D = 2$ при $N_T = 1$, $N_W = \frac{L}{\Delta L}$. Інформаційна ємність такого ТЗО дорівнює:

$$I_д = K\log_2\left(\frac{2L}{\Delta L}\right), \tag{7}$$

де L - загальна довжина охороняємої ділянки;

ΔL - роздільна здатність по дальності або похибка виміру дальності.

ТЗО кордону, що володіють здатністю визначати координати порушника та здійснювати його класифікацію характеризуються здатністю до виявлення $N_D > 2$. До подібних засобів відносяться: сейсмічні, радіолокаційні, тепловізійні та телевізійні засоби.

Сейсмічні засоби охорони працюють в пасивному режимі та засновані на використані сейсмосигналу внаслідок механічних коливань земної поверхні при пересуванні порушника в межах охороняємої ділянки. При використанні декількох сейсмічних датчиків з'являється можливість за допомогою методів пеленгації визначити координати місця порушення, а за характером сейсмосигналу можна визначити вид порушника та класифікувати його. Просторові ступені свободи визначаються максимальною дальністю виявлення сейсмосигналу та роздільною здатністю по дальності. Через ізотропність середовища розповсюдження сейсмохвиль охороняєма ділянка має вигляд кола, і тоді:

$$N_W = \frac{2\pi R_{\max}^{\ 2}}{2\pi \Delta R^2}.$$

Загальний вираз інформаційної ємності для сейсмічного засобу охорони має такий вид:

$$I_c = K \log_2 \left(N_D \frac{R_{\max}^{\ 2}}{\Delta R^2} \right), \tag{8}$$

де $R_{\max}$ - максимальна відстань виявлення сейсмосигналу;

ΔR - роздільна здатність по дальності.

Радіолокаційні засоби працюють в активному режимі і здійснюють послідовний огляд охороняємого об'єму вузьким променем (реєструється дальність до цілі та кутові координати). Інформаційна ємність радіолокаційних засобів охорони дорівнює:

$$I_{\text{ÐËÑ}} = K \log_2 \left(N_D \frac{L}{\Delta L} \frac{\beta}{\Delta \beta} \right), \tag{9}$$

де β - загальний сектор сканування за азимутом;

$\Delta\beta$ - роздільна здатність за азимутом.

Тепловізійні засоби працюють в пасивному режимі, а антенними пристроями даних засобів є термочутливі матриці, які реєструють теплове випромінювання об'єктів спостереження та навколишнього фону, при цьому з'являється можливість реєструвати часові та просторові зміни сигналу, тобто відтворювати зображення. Можливість отримання зображення порушника дозволяє класифікувати його. Інформаційна ємність тепловізійних (телевізійних) засобів охорони дорівнює:

$$I_{\text{òåï}} = K \log_2 \left(N_D N_X N_Y \frac{L}{\Delta L} \right), \tag{10}$$

де N_X, N_Y - кількість пікселів тепловізійної (телевізійної) матриці.

Так беручи до уваги ТТХ ТЗО корону [4], [5] можна визначити їх інформаційні характеристики. Тепловізійні засоби охорони володіють найвищою інформаційною ємністю серед всіх ТЗО, але разом з цим характеризуються такими недоліками - якісно не можуть адаптуватися до всіх видів місцевості та мають високу вартість (від десятків тисяч до декількох сотень тисяч у.о.). В свою чергу інші ТЗО мають шляхи щодо збільшення своєї інформаційної ємності: по-перше це запам'ятовування отриманої інформації, якщо це реалізувати в приладі «Хмель-1», то інформаційна ємність буде дорівнювати 1 біт; по-друге якщо з'являється можливість визначати дальність до порушника, наприклад в сигналізаційних приладах «Хмель-1», «Кристалл-2» та в сигналізаційній системі «Витим» з похибкою вимірювання $\Delta L_{хм} = 5$, $\Delta L_{кр} = 15$ та $\Delta L_{в} = 1$ м, то інформаційна ємність вже дорівнює $I_{хм} = 10{,}2$, $I_{кр} = 7{,}6$ $I_{в} = 8{,}2$ біт; по-третє при реалізації функції формування

радіозображення з'явиться можливість визначення поперечних розмірів порушника, і якщо для системи «Витим», та РЛС ПСНР-5, СБР-3 взяти роздільну здатність за поперечними розмірами $\Delta X = 0{,}5$ м при ширині контролюємої ділянки $X = 5$ м, $\Delta Y = 0{,}5$ м при висоті контролюємої ділянки $Y = 1{,}7$ м, інформаційна ємність технічних засобів буде дорівнювати:

$$I_{в} = K \log_2 \left(N_D \frac{X}{\Delta X} \frac{Y}{\Delta Y} \frac{L}{\Delta L} \right) = 13{,}9;$$

$$I_{ïÑÍÐ\ -5} = K \log_2 \left(N_D \frac{X}{\Delta X} \frac{Y}{\Delta Y} \frac{\beta}{\Delta\beta} \frac{L}{\Delta L} \right) = 19{,}1;\ I_{ÑÁÐ-3} = 13{,}95 \text{ біт}.$$

В таблиці подано інформаційну ємність ТЗО кордону у відповідності до їх ТТХ, а також оцінка перспективних напрямків її підвищення, значення збільшення інформаційної ємності $\Delta I_i = I_i - I$ (де i - вид удосконалення) при реалізації визначених шляхів удосконалення ТЗО.

Інформаційні характеристики ТЗО кордону

Інформаційні характеристики	Сигналізаційні засоби					Радіолокаційні станції		Тепловізійні засоби	
	обривного типу			двопозиційний радіопроменевий	сейсмічний				
	«Хмель-1» (Україна)	«Кристалл-2» (СРСР)	«Краб-1» (Росія)	«Витим» (СРСР)	«Rembass» (США)	СБР-3 (СРСР)	ПСНР-5 (СРСР)	Vario View™150 (Німеччина)	Carl Zeiss (Німеччина)
N_D	2	2	2	2	3	3	3	3	3
N_W	1	1	50	1	3600 $\left(\frac{R^2}{\Delta R^2}\right)$	7,8 $\left(\frac{L}{\Delta L}\right)$ 20 $\left(\frac{\beta}{\Delta\beta}\right)$	15 $\left(\frac{L}{\Delta L}\right)$ 40 $\left(\frac{\beta}{\Delta\beta}\right)$	640 (N_X) 420 (N_Y) 7000 $\left(\frac{L}{\Delta L}\right)$	640 (N_X) 512 (N_Y) 3600 $\left(\frac{L}{\Delta L}\right)$
I , біт	1/0*	2	6,6/0*	1	13,4**	8,4**	13,5**	33**	32,1**
Можливі шляхи удосконал:									
- запам. інф-ї	+	-	+	-	-	-	-	-	-
$I_з$, біт	1		6,6						
- визн. дал-ті	+	+	-	+	-	-	-	-	-
$I_д$, біт	10,2	7,6		8,2					
- формуван. ріадіозобр-ня	-	-	-	+	-	+	+	-	-
$I_р$, біт				13,9		13,95	19,1		
- $\Delta I_з$, біт	1	-	6,6	-	-	-	-	-	-
- $\Delta I_д$, біт	9,2	5,6	-	7,2	-	-	-	-	-
- $\Delta I_р$, біт	-	-	-	6,7	-	5,55	5,6	-	-

Примітка: * - значення інформаційної ємності/ але інформація не запам'ятовується;
** - значення інформаційної ємності відповідає транспортному засобу (автомобіль).

Висновки. За результатами оцінки інформаційної ємності ТЗО кордону визначено шляхи їх удосконалення. Найбільшу інформаційну ємність мають тепловізійні засоби охорони, але якщо в сигналізаційних засобах охорони реалізувати функції запам'ятовування інформації, вимірювання дальності до порушника, то їх інформаційна ємність зростатиме. Крім того радіопроменеві сигналізаційні засоби та РЛС за умови формування радіозображення порушника мають високу перспективу збільшення інформаційної ємності. При цьому дані засоби мають таку перевагу над тепловізійними (телевізійними) засобами, як менший вплив погодних умов на ефективність їх роботи.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Чернышев М.Н. Исследование и разработка методов преобразования информации при формировании изображения нарушителя в электромагнитных волнах в технических системах охраны. Пенза. – 2011.

2. Сороко Л.М. Основы голографии и когерентной оптики. – М.: Наука, 1971. – 616с.

3. Магауенов Р.Г. Системы охранной сигнализации: основы теории и принципы построения: Учебное пособие. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 367с.

4. Сівак В.А., Царьов Ю.О, Добровольський А.Б. Довідник з інженерного та технічного забезпечення охорони державного кордону. – Хмельницький: Видавництво НАДПСУ імені Б. Хмельницького, 2012.

5. Звежинский С.С., Иванов В.А. Средства обнаружения и системы охранной сигнализации: Учебное пособие для вузов. М.: МТУИ, 2008. – 260с.

6. В.М. Пустовєтов, А.Б. Добровольський «Дослідження питань ефективності тепловізійних засобів спостереження в різних кліматичних умовах», Вісник Хмельницького Національного університету, 02. – 2012. – С. 205-207.

7. Лебедько Е.Г. Математические основы передачи информации, ч.5: пособие для вузов. СПб: СПбГУИТМО, 2010. – 93с.

8. Колесник В.Д., Полтырев Г.Ш. Курс теории информации. – М.: Наука, 1982. – 416с.

Рецензент: к.т.н., доц. Рачок Р.В.

УДК 621.396.96

к.т.н., доц. **Долгушин В.П.** (ВІКНУ)
к.т.н. **Мірошніченко О.В.** (ВІКНУ)
к.т.н. **Охрамович М.М.** (ВІКНУ)

АНАЛІЗ ТОЧНОСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВОПОЗИЦІЙНОЇ ТРИАНГУЛЯЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПЕЛЕНГАЦІЇ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ЩОДО ЇХ ПОЛІПШЕННЯ

Наведені результати аналізу точності виміру координат цілі двопозиційною пасивною системою. Показано, що вона має неприпустимо низьку точність визначення дальності при великому віддаленні цілі і в бічних ділянках зони. Представлено аналіз існуючих методів підвищення точності дальнометрії, а саме: кутомірно-різницево-далекомірного методу, методів альтернативного спектрального аналізу, та методу статистичної обробки, та проведена їх кількісна оцінка.

Ключові слова: система пасивної локації, джерело випромінювання.

Приводятся результаты анализа точности измерения координат цели двухпозиционной пассивной системой. Показано, что она имеет недопустимо низкую точность определения дальности при большом удалении цели и в боковых участках зоны. Представлен анализ существующих методов повышения точности дальнометрии, а именно: угломерно-разностно-дальномерного метода, методов альтернативного спектрального анализа и метода статистической обработки, и проведена их количественная оценка.

Ключевые слова: система пассивной локации, источник излучения.

The results of the analysis of the accuracy of measurement target coordinates passive two-stage system. It is shown that it has an unacceptably low range accuracy at long distance targets in the lateral parts of the zone. The analysis of the existing methods to improve the accuracy ranging, namely azimuth-path-difference method, alternative methods of spectral analysis and statistical treatment, and conducted quantitative assessment.

Keywords: passive location, the source of radiation.

Вступ та постановка завдання. Основними джерелами інформації про повітряну й наземну обстановку є радіотехнічні інформаційні системи, що являють собою радіолокаційні (РЛ) засоби виявлення об'єктів і визначення їх координат. Важливим класом таких систем є РЛ засоби пасивної локації радіовипромінюючих об'єктів (цілей), які забезпечують усі етапи одержання інформації про об'єкти: виявлення, визначення координат і параметрів руху.

Джерелами випромінювання (ДВ) можуть бути працюючі радіотехнічні об'єкти: пілотажно-навігаційні, локаційні, засоби зв'язку, джерела навмисних перешкод тощо, а також самі об'єкти, що мають тепловий або радіолокаційний контраст із навколишнім середовищем.

Застосовувані в радіотехнічних військах Повітряних Сил комплекси систем пасивної локації (СПЛ) будуються на базі двох або трьох рознесених на місцевості на величину бази (B) радіолокаційних станцій (РЛС) бойового режиму, в прийомні тракти яких вбудовані пеленгаційної канали (ПК). В даній статті аналізуються точностні можливості саме двопозиційних СПЛ.

Основні положення дослідження. Як відомо [1], основними тактико-технічними характеристиками, обумовленими в системі пеленгації є: по-перше, точність виміру дальності (при відомих помилках вимірювання пеленгів) і, по-друге, однозначність визначення місцеположення цілі – ДВ за наявності більше одного ДВ в зоні.

Помилки вимірювання азимута і кута місця цілі за величиною відповідають кутовим помилкам активних систем радіолокації та навігації. Вимірювання дальності здійснюється за результатами перетину в просторі поверхонь положення (на площині – ліній положення), тому доводиться проводити аналіз областей положення цілі, розміри яких визначаються не стільки кутовими помилками (мають порядок часток градуса), скільки лінійною

спроможністю по кутах (складають на дальностях більше 150 ... 200 км порядок до 3 ... 5 км). При цьому розміри областей невизначеності істотно залежать від, як дальності до цілі, так і від відхилення положення цілі від нормалі до бази. Якісна оцінка викладеного положення ілюструється рис. 1.

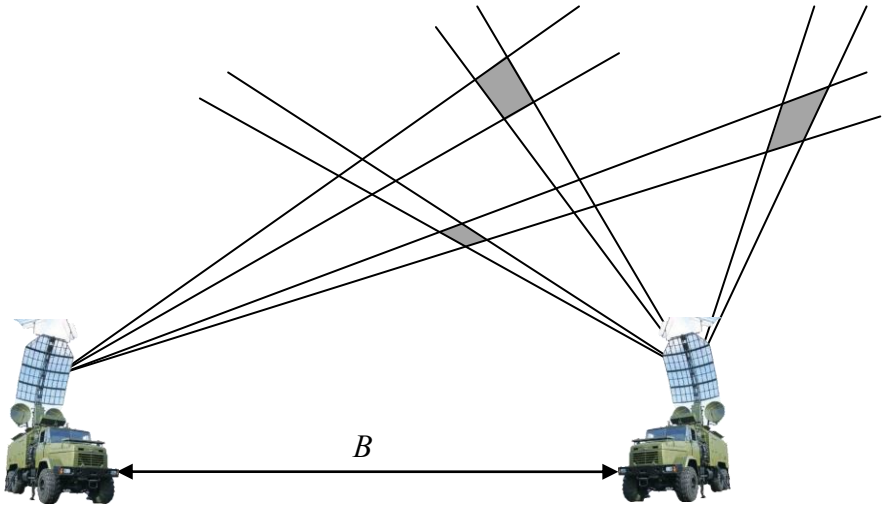


Рис. 1. Ілюстрація вимірювання дальності двопозиційною системою пасивної локації за результатами перетину в просторі поверхонь положення

Оскільки дальність до ДВ визначається за результатами вимірювання інших координат, функціонально з нею пов'язаних, то розрахунок помилки виміру дальності проводиться методом лінеаризації функції у відповідності з виразом [2]:

$$\sigma_r = \sqrt{\left(\frac{\partial r}{\partial \beta_0}\right)^2 \sigma_{\beta_0}^2 + \left(\frac{\partial r}{\partial \sigma_\varepsilon}\right)^2 \sigma_\varepsilon^2 + \left(\frac{\partial r}{\partial \beta_1}\right)^2 \sigma_{\beta_1}^2}\,, \qquad (1)$$

де величини, позначені σ, являють собою середньоквадратичне помилки (СКП) відповідних параметрів.

Враховуючи, що СКП вимірювання всіх кутів можна вважати однаковими, розв'язання (1) дає результат:

$$\sigma_r = B\sigma_\theta \sqrt{\left[\frac{\cos^2\beta_1(\sin\beta_1 - \cos\beta_0)^2}{\sin^4(\beta_0 - \beta_1)}\right] + \left[\frac{\sin^2\beta_1 \cos^2(\beta_0 - \beta_1)}{\cos^4\varepsilon_0 \sin^4(\beta_0 - \beta_1)}\right] - tg^2\varepsilon_0 \frac{\sin^2\beta_1}{\sin^2(\beta_0 - \beta_1)}}\,, \qquad (2)$$

де σ_θ – СКП виміру кутової координати.

Для проведення кількісного аналізу точностних можливостей двопозиційної кутомірної СПЛ приймемо наступні умови та позначення:

- замість кута β_1 використовуємо другий внутрішній кут трикутника, ввівши позначення $\alpha = 180^\circ - \beta_1$, а β_0 позначимо β.

При цьому вихідний вираз для дальності прийме вигляд:

$$r = B \cdot C \frac{\sin(\alpha)}{\sin(\alpha + \beta)}\,, \qquad (3)$$

де $C = 1/\cos\varepsilon_0$ – фіксоване значення кута місця (умова вимірювання на великих висотах при $\varepsilon_0 \approx \varepsilon_{\max} = 25 - 35^\circ$).

Рішення виконаємо щодо СКП, нормованої до величини бази.

З врахуванням (1) та (3) розрахунковий вираз запишемо у вигляді:

$$\sigma_R / B = C\sigma_\theta \sqrt{k_1^2(\alpha,\beta) + k_2^2(\alpha,\beta)}\,, \qquad (4)$$

де $k_1 = \dfrac{\sin(2\alpha+\beta)}{\sin^2(\alpha+\beta)}$; $k_2 = \dfrac{coc(\alpha+\beta)}{\sin^2(\alpha+\beta)}$.

Розрахунок відносної величини помилки вимірювання дальності до ДВ проведений для двох напрямків пеленгації: по нормалі до бази і при відхиленні від нормалі на заданий кут χ. Для підвищення коректності аналізу в якості аргументу використано відношення поточної дальності R до бази (позначення відповідно $R_н$ і R_χ). Значення вказаних величин визначені з рішення трикутника відносно медіани. Значення бази фіксовано величиною $B = 100$ км.

Графіки результатів розрахунку представлені на рис. 2 (маркери кривої 2 відповідають пеленгації під кутом $\chi = 45^\circ$, 1 – по нормалі до бази).

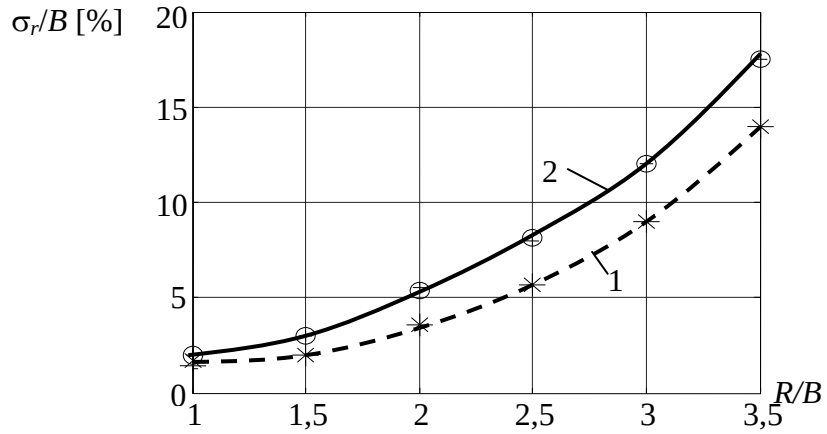


Рис. 2. Графіки відносної величини помилок вимірювання дальності двопозиційною системою пасивної локації в залежності від кута відхилення від нормалі χ:

крива 1 – при $\chi = 0^\circ$; крива 2 – при $\chi = 45^\circ$

Аналіз отриманих залежностей в цілому підтвердив висновки якісної оцінки (рис. 1) і дозволив кількісно визначити точність вимірювання дальності. Так, для середніх дальностей (200 ... 250 км) СКП вимірювання дальності складає від 4,5 до 7 %, що може вважатися за певних вимог припустимим, а на великих дальностях (300 … 350 км) відповідає від 10 до 14 ... 17 %. Зниження точності вимірювання дальності більше при відхиленні напрямку пеленгації від нормалі до бази. Значні помилки вимірювання в дальній частині зони пеленгації вимагають прийняття заходів для їх зменшення.

Серед відомих з різних джерел з питань пасивних систем тріангуляції способів підвищення точності дальнометрії для аналізу та оцінки можливостей застосування виділимо наступні.

1. Застосування в двопозиційній системі прийому комбінованого методу вимірювання просторових координат цілі, а саме: кутомірно-різницево-далекомірного. Теоретично різницево-далекомірний (гіперболічний) метод добре розроблений (зокрема в [3]). Практична реалізація у вигляді системи пасивної локації (званою базово-кореляційною) вимагає не менше чотирьох рознесених пунктів прийому і систем трансляції прийнятих в кожному пункті коливань джерел сигналу зі збереженням тонкої структури на центральний пункт. Крім того ускладнюється система обробки за рахунок необхідності застосування пристроїв огляду по відносній затримці сигналів.

Для вирішення поставленої вище задачі достатньо обмежитися однією лінією трансляції, огляд по затримці здійснювати за допомогою спектрального корелятора, що забезпечує одночасний огляд в заданому діапазоні частотної області. При цьому гіперболоїд положення цілі використовується тільки для уточнення положення ДВ, що пеленгується в

області перетину діаграм направленості. Принцип вимірювання пояснюється рис. 3 (1 – лінія пеленгу; 2 – гіпербола положення на площині).

Похила дальність до цілі визначається рішенням рівнянь і має вигляд:

$$r = \frac{B^2 - R^2}{2(B\cos\varepsilon_0 \cos\beta - R)}, \tag{5}$$

де R – різниця дальностей з пункту прийому 1 та пункту прийому 2;

β – азимут, виміряний в пунктіу прийому 1.

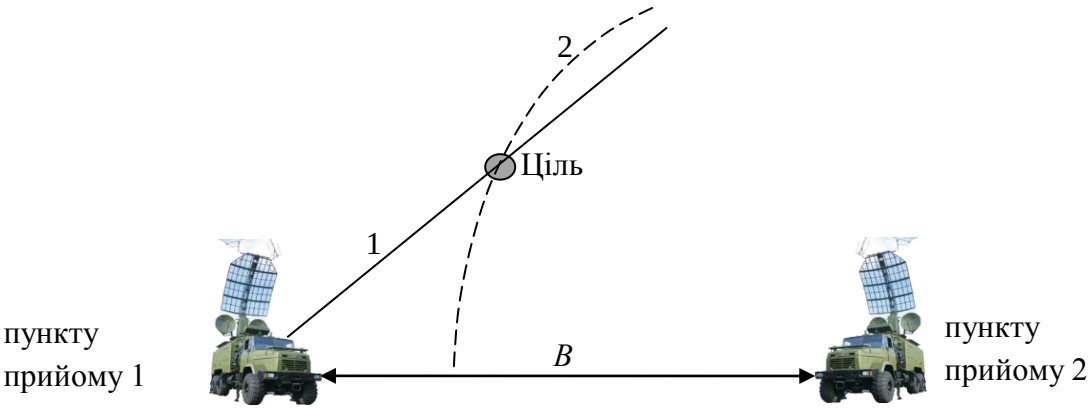


Рис. 3. Принцип вимірювання дальності джерела випромінювання двопозиційною системою пасивної локації (1 – лінія пеленгу, 2 – гіпербола положення на площині)

Підвищення точності вимірювання обумовлено тим, що помилки вимірювання часу запізнювання (σ_τ) складають 250 .... 400 м, у той час як лінійні помилки вимірювання кутів – до декількох кілометрів.

При $r > B$ і особливо $r >> B$ середньоквадратична помилка вимірювання дальності може бути оцінена за наближеною формулою [4]:

$$\sigma_r \cong \frac{r}{B}\sigma_\tau \sec\beta\,. \tag{6}$$

Для кількісного аналізу точностних можливостей комбінованого кутомірно-різницево-далекомірного методу пеленгації на рис. 4 представлена залежність СКП (абсолютної) вимірювання дальності від дальності до цілі при $B = 50$ км і $\beta = 60^\circ$.

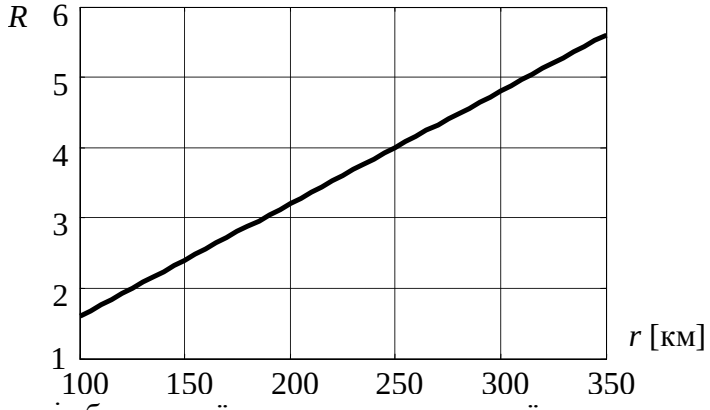


Рис. 4. Графік залежності абсолютної середньоквадратичної помилки виміру від дальності до джерела випромінювання при використанні кутомірно-різницево-далекомірного методу

Помилки вимірювання на великих дальностях (250 ... 300 км) Складають від 4 до 4.8 км, у той час як для тріангуляційної системи (рис. 1.3) вони в середньому відповідають 10% від дальності, тобто десятки кілометрів.

2. Застосування одного з методів альтернативного спектрального аналізу при оцінці кутових координат цілі, що дозволяють підвищити роздільну спроможність вище класичної, тобто релеєвской межі, в 2 – 3 рази.

Одним з найбільш ефективних методів великого класу алгоритмів і методів спектрального оцінювання вважається метод MUSIC. Впровадження методу вимагає реалізації в тракті прийому і обробки пеленгаційного пристрою додаткової підсистеми високого розрізнення, алгоритм якої передбачає обчислення власних значень кореляційної матриці сигналів, прийнятих елементами антенної решітки. Такий алгоритм пов'язаний з великою кількістю обчислювальних операцій, що істотно обмежує можливість його практичної реалізації.

3. Метод статистичної обробки випадкових помилок при збільшенні числа відліків. Метод запропонований з вкрай коротким обґрунтуванням в одній з останніх публікацій [5]. Показано (без аналітичного висновку), що СКП вимірювання, нормована до дальності до ДВ при числі відліків, рівному M, визначається виразом:

$$\sigma_r / R = \sqrt{12/M} \cdot \sigma_\theta / \varphi, \qquad (7)$$

де φ – кут між променями антен в області точки перетину, який з наближенням може визначатися відношенням R/B.

Практичне забезпечення багаторазових вимірювань кутової координати може бути здійснено при моноімпульсному методі пеленгації. При цьому число можливих незалежних відліків параметра визначається відношенням часу опромінення цілі (при скануванні діаграми направленості) до числа відліків по Котельникову.

На рис. 5 представлений графік залежності СКП виміру дальності від числа відліків параметра – M, які статистично обробляються ($\sigma_\tau = 1^\circ, \lambda = 10^\circ$).

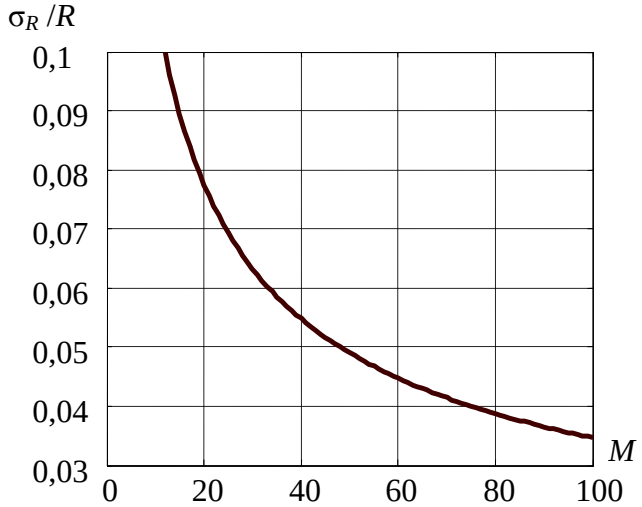


Рис. 5. Графік залежності середньоквадратичної помилки виміру дальності від числа відліків при використанні методу статистичної обробки випадкових помилок

З аналізу графіка рис. 5 випливає, що для зменшення СКП вимірювання дальності, нормованої до дальності до цілі, з 10% до 5 ... 7 % необхідно статистично обробляти 20 .... 40 незалежних відліків.

Отримати таке число відліків навіть при моноімпульсному методі вимірювання пеленга на практиці досить складно.

Висновок. Таким чином, за підсумками проведеного вище аналізу можна зробити наступні висновки про доцільні принципи побудови СПЛ:

1) двопозиційна тріангуляційна СПЛ, заснована на вимірюванні трьох кутових координат цілі, має неприпустимо низьку точність визначення дальності при великому віддаленні цілі і в бічних ділянках зони, а також однозначно вимірює координати тільки при одній цілі в зоні;

2) найбільш перспективним принципом побудови двопозиційної СПЛ є застосування комбінованого методу кутомірно-різницево-далекомірних вимірювань, який дозволяє зменшити відносну похибку визначення дальності при $r_{\text{ц}} = 300$ км з 15 ... 17 % до приблизно 2 ... 3 % і одночасно автоматично виключає помилкові перетини.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Николаев А.Г., Перцов С.В. Радиотеплолокация (пассивная радиолокация). – М.: Сов.радио.-1964.

2. Малышкин Е.А. Пассивная радиолокация. – Воениздат. – 1961.

3. Ширман Я.Д. Радиоэлектронные системы. Основы построения и теория. Справочник. – М.: Радиотехника, 2007. – 485с.

4. Сколник М. Введение в технику радиолокационных систем. – М.: Мир, 1965. – 748 с.

5. Ярлыков М.С., Богачев А.С., Меркулов В.И., Дрогалин В.В. Радиоэлектронные комплексы навигации, прицеливания и управления вооружением летательных аппаратов. Том 1. Теоретические основы. – М.: Радиотехника, 2012. – 504с.

Рецензент: д.т.н., доц. Вишнівський В.В.

УДК 621.391 к.т.н. **Жук О.Г.** (ВІТІ НТУУ „КПІ”)

МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСОБІВ РАДІОЗВ’ЯЗКУ З OFDM

У роботі розглядається задача підвищення завадостійкості засобів радіозв’язку при передачі сигналів по багатопроменевим каналам. Пропонується метод перетворення сигналів в системі радіозв’язку з OFDM, який дозволяє покращити енергетичну ефективність системи. Запропонований метод може бути використаний при проектуванні систем та засобів радіозв’язку, що функціонують в умовах селективних завмирань.

Ключові слова: багаточастотний сигнал, селективні завмирання, енергетична ефективність

В статье рассматривается задача повышения помехоустойчивости систем радиосвязи при передаче сигналов по многолучевым каналам. Предлагается метод преобразования сигналов в системе радиосвязи с OFDM, позволяющий улучшить энергетическую эффективность системы. Предложенный метод может применяться при проектировании систем и средств радиосвязи, функционирующих в условиях селективных замираний.

Ключевые слова: многочастотный сигнал, селективные замирания, энергетическая эффективность

The problem of increasing radio systems noise immunity under the signals transmission in multipath channels is considered in the article. The method of signals converting in radio communication system with OFDM is proposed. The method allows improving the system energy efficiency and can be applied for radio systems and radio communication equipment designing, operating under selective fading.

Keywords: multifrequency signal, selective fading, power efficiency

Постановка проблеми. Однією з головних проблем у системах радіозв’язку в декаметровому та НВЧ діапазоні є передача сигналу в умовах багатопроменевого розповсюдження. За рахунок неідеальної передаточної характеристики каналу зв’язку виникають частотно-селективні завмирання переданого сигналу [1–3]. Для стандартних методів передачі цифрової інформації на одній несучій частоті повні завмирання окремих частотних компонентів у спектрі призводять до незворотних спотворень сигналу, і відповідно до необмеженого росту помилок.

Одним з напрямків вирішення цієї проблеми є застосування багаточастотного методу передачі сигналів – методу ортогонального частотного розділення з мультиплексуванням (Orthogonal Frequency Division Multiplexing – OFDM) [4-8]. Основними перевагами даного методу є висока стійкість відносно селективних завмирань, а також висока частотна ефективність. У системах радіозв’язку застосовується різновид сигналів OFDM – COFDM (Coded OFDM). Сигнали COFDM використовують кодування інформації на кожній піднесучій і між піднесучими [9, 10]. Завадостійке кодування дозволяє додатково підсилити корисні властивості OFDM-сигналу.

При всіх перевагах багаточастотних систем, метод COFDM має суттєвий недолік – велике відношення пікової потужності сигналу до його середньої потужності (великий пікфактор сигналу).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Виділяють три основних напрямки вирішення даної проблеми [8, 10, 11]. Перший та найпростіший – амплітудне обмеження сигналу, що дозволяє суттєво знизити величину пікфактора. Але при цьому виникають неконтрольовані спотворення сигналу, що призводить до погіршення якості зв’язку та зростання рівня позасмугового випромінювання. Виправляють ці недоліки за допомогою додаткової фільтрації, яка у свою чергу, знову призводить до збільшення пік-фактора.

Другим напрямком є додаткове кодування та введення надлишкових несучих, корекція параметрів яких дозволяє зменшити значення пікфактора. При цьому погіршується спектральна ефективність, оскільки суттєве зменшення пікфактора спостерігається тільки при швидкості кодування 1/2, тобто половина несучих частот використовується для корекції.

Третій напрямок – використання додаткових ортогональних (або неортогональних) перетворень, а також використання замість Фур'є-базису інших ортогональних базисів (Hadamard basis, wavelet-basis та ін.). Недоліком усіх цих підходів є спотворення структури OFDM-сигналу, що призводить до того, що сигнал стає неінваріантним по відношенню до циклічних зсувів, тобто чутливим до багатопроменевості каналу.

Усе вище розглянуті методи лише частково вирішують проблему зниження пікфактора багаточастотних сигналів, при цьому або погіршуючи ймовірність помилкового приймання сигналів, або знижуючи пропускну спроможність каналу та ускладнюючи системи кодування і декодування.

Значний пікфактор багаточастотних сигналів обумовлює застосування лінійних каскадів посилення. Лінійні підсилювачі потужності достатньо складні у виготовленні, мають велику вартість і дуже низький коефіцієнт корисної дії, у зв'язку із цим неминучі додаткові енергетичні витрати на побудову передавальних трактів, тому потрібне розгляд і аналіз нових методів обробки сигналу OFDM для підвищення не тільки енергетичної ефективності, але й завадостійкості подібних систем.

Формулювання цілей статті. *Метою* даної роботи є розробка методу підвищення енергетичної ефективності системи радіозв'язку з OFDM в умовах селективних завмирань за рахунок зниження величини пікфактору.

Виклад основного матеріалу статті. Ефективність системи передачі інформації оцінюється коефіцієнтом використання потужності сигналу β_E (енергетичною ефективністю) і коефіцієнтом використання смуги частот каналу β_F (частотною ефективністю) [12].

Енергетична ефективність характеризує енергетичні витрати на передачу одного біта інформації, частотна ефективність – швидкість передачі інформації в одиничній смузі частот (питома швидкість):

$$\beta_{Å} = \frac{v}{Ð_ñ/G_0}; \qquad \beta_F = \frac{v}{\Delta F}, \tag{1}$$

де v – швидкість передачі інформації; G_0 – спектральна щільність потужності завади (шуму); P_c – потужність сигналу; ΔF – ширина смуги пропускання каналу.

Для багаточастотних сигналів пікфактор визначається кількістю піднесучих частот N і його максимальне значення становить $\Pi_{max} = 10\lg 2N$. Оскільки багаточастотний сигнал можна представити у вигляді випадкового гауссівського процесу з нульовим математичним очікуванням і певним середньоквадратичним відхиленням, то можливий розгляд найбільше ймовірних значень пікфактора багаточастотних сигналів.

Враховуючи, що кількість піднесучих частот є значною та спектральна щільність G_0 багаточастотного сигналу рівномірна в смузі частот OFDM-сигналу, можна застосувати гауссівську функцію щільності розподілу ймовірності амплітуд для розглянутого багаточастотного сигналу. Імовірність того, що $|u| \le s$ визначається вираженням

$$Ð(\sigma) = 1 - \frac{1}{\sqrt{\pi N}} \int_{-\infty}^{\sqrt{N/2}} e^{-\frac{x^2}{N}} dx, \tag{2}$$

де u – заданий амплітудний поріг, σ – середньоквадратичне відхилення амплітуди багаточастотного сигналу.

Для зменшення пікфактора може бути використана частотна модуляцію несучої частоти f_0 багаточастотним сигналом

$$A(t) = \cos\left(2\pi f_0 + \frac{2\pi\Delta f_{ä}}{4\sigma} \sqrt{\frac{2}{N}} \int_0^t \mathrm{Re}\left[\sum_{k=1}^{N} d_k e^{-2\pi j k \Delta f t} \right] dt \right), \tag{3}$$

де $\Delta f_д$ – девіація частоти; $\Delta f = 1/\tau_i$ – частотне рознесення між сусідніми поднесучими сигналу OFDM; d_k – k-ий комплексний модулюючий символ тривалістю τ_i; N – кількість ортогональних піднесучих частот.

Використання сигналів з постійною обвідною дозволяє застосовувати високоефективні нелінійні підсилювачі потужності у вихідних каскадах передавачів з резонансним навантаженням з максимальним теоретичним коефіцієнтом корисної дії (ККД), що дорівнює 78,5%. Трансформація в області амплітуда-частота дозволяє одержати енергетичний виграш і спростити схеми передавальних каскадів для багаточастотних сигналів. Приблизно енергетичний виграш багаточастотної системи з частотною модуляцією (COFDM-ЧМ) у порівнянні зі звичайної лінійною COFDM, може скласти

$$\Delta = \Pi_{\max} - 10\lg\Delta_{\text{íåë³í}} + 10\lg\Delta_{\text{ë³í}} . \qquad (4)$$

Беручи до уваги середнє значення пікфактора багаточастотного сигналу $\Pi_{\max}$ = 8 дБ, ККД нелінійної системи посилення $\Delta_{\text{нелін}}$ = 0,6 і КПД лінійної системи $\Delta_{\text{лін}}$ = 0,3, одержимо мінімальне значення Δ = 11 дБ.

Для підвищення спектральної ефективності системи OFDM застосовуються багатопозиційні методи маніпуляції в підканалах, за допомогою квадратурної амплітудної маніпуляції (КАМ-*M*). Для сигналів КАМ-*M* ймовірність помилкового приймання сигналів залежить від евклідової відстані між сигналами *d*. Для *L*-вимірної КАМ вона розраховується за формулою [13]

$$P_{\text{îì}} = 1 - \left[1 - 2\left[\left(1 - \frac{2}{M^{1/L}}\right)F\left(\frac{d}{\sqrt{2G_0}}\right) + \frac{1}{M^{1/L}}F\left(\frac{\alpha d}{\sqrt{2G_0}}\right)\right]\right]^L , \qquad (5)$$

де d – відстань між сигналами ансамблю КАМ; α – параметр модуляції (α = 1 – для класичної КАМ, α = 2 або 4 – для ієрархічної КАМ); M – розмірність КАМ-сигналу;

$$\frac{d}{\sqrt{2G_0}} = \sqrt{2gQ_{\text{c}}^2}\ ;\ g = \frac{3\log_2 M}{N(M^{2/L} - 1 + 3(\alpha - 1)(M^{1/L} + \alpha - 1))};$$

$$Q_{\text{c}}^2 = \frac{E_c}{G_0 \log_2 M} = \frac{E_{\max}}{\Pi^2 G_0 \log_2 M};$$

$E_{\max}$ і E_{c} – відповідно максимальна і середня енергії сигналів КАМ;

$\Pi^2 = \dfrac{E_{\max}}{E_{\text{c}}} = \dfrac{(M^{1/L} + \alpha - 2)^2}{M^{2/L} - 1 + 3(\alpha - 1)(M^{1/L} + \alpha - 1)}$ – пік-фактор сигналу КАМ.

Після перетворень отримаємо

$$P_{\text{îì}} = \sum_{k=1}^{L} C_L^k (-1)^{k+1} 2^k \left[\left(1 - \frac{2}{M^{1/L}}\right)F\left(\frac{d}{\sqrt{2G_0}}\right) + \frac{1}{M^{1/L}}F\left(\frac{\alpha d}{\sqrt{2G_0}}\right)\right]^k . \qquad (6)$$

Для класичної багатовимірної КАМ (α = 1) із формули (6) одержимо співвідношення

$$P_{\text{îì}} = \sum_{k=1}^{L} C_L^k (-1)^{k+1} \left[2\left(1 - \frac{2}{M^{1/L}}\right)F\left(\frac{d}{\sqrt{2G_0}}\right)\right]^k . \qquad (7)$$

При L = 2 (двовимірна КАМ) вираз (7) має вигляд

$$P_{\text{îì}} = 4Đ_1(1 - Đ_1), \quad Đ_1 = \left(1 - \frac{2}{M^{1/L}}\right)F\left(\frac{d}{\sqrt{2G_0}}\right). \qquad (8)$$

При великому відношенні сигнал/шум завадостійкість приймання багатопозиційних сигналів з квадратурною амплітудною маніпуляцією можна оцінювати спрощеним виразом [12, 14]

$$Đ_{\text{îì ÊÀÌ -}M} \approx \frac{1}{Ì}\sum_{k=1}^{M}\sum_{\substack{i=1 \\ k\neq i}}^{M}\frac{1}{2}\left[1 - \Phi\left(\sqrt{\frac{d_{ki}^2}{2G_0}}\right)\right], \qquad (9)$$

де d_{ki} – відстань між сигналами з номерами k і i; $\hat{O}(\tilde{o}) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\tilde{o}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$ – функція Крампа [1].

Завадостійкість COFDM-ЧМ сигналу при використанні в частотних підканалах квадратурної амплітудної модуляції в умовах шумових завад оцінюється виразом:

$$Ð_{\text{îì COFDM}} = \frac{4\left(1-\frac{1}{\sqrt{M}}\right)}{\log_2 \sqrt{M}} \Phi\left[\sqrt{\frac{9Q^2 \log_2^3 M}{64\beta_F^3 (M-1)}}\right]. \quad (10)$$

Порівняльний аналіз COFDM і COFDM-ЧМ сигналів в умовах шумових завад показав енергетичну перевагу останнього мінімум на 1-2 дБ при інших рівних системних параметрах таких, як імовірність помилки й ефективність використання спектра сигналу. До недоліків системи COFDM-ЧМ можна віднести ефект „захвата шуму” при малих відношеннях сигнал/шум, характерний для сигналів з кутовою модуляцією, а також розширення смуги частот групового сигналу.

Висновки. Таким чином, запропоновано метод перетворення багаточастотних сигналів для мінімізації пікфактора шляхом додаткової частотної модуляції. Розроблений метод дозволяє збільшувати енергетичну ефективність багаточастотних систем. Перспективним напрямом подальших досліджень є розробка методів та алгоритмів обробки багаточастотних сигналів, які є неінваріантними до до використання додаткових ортогональних перетворень ссигналу.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Финк Л.М. Теория передачи дискретных сообщений. – М.: Сов. радио, 1970. – 727 с.

2. Бабич В.Д., Кувшинов О.В., Лежнюк О.П., Лівенцев С.П. Завадостійкість каналів зв’язку : Навчальний посібник. – К.: КВІУЗ, 2001. – 150 с.

3. Голяницкий И.А. Математические модели и методы в радиосвязи / Под ред. Ю.А. Громакова. – М: Эко-Трендз, 2005. – 440 с.

4. Вишневский В.М., Ляхов А.И., Портной С.Л., Шахнович И.В. Широкополосные беспроводные сети передачи информации. – М.: Техносфера, 2005. – 592 с.

5. Григорьев В.А., Лагутенко О.И., Распаев Ю.А. Сети и системы радиодоступа. – М.: Око-Трендз, 2005. – 384 с.

6. Волков Л.Н., Немировский М.С., Шинаков Ю.С. Системы цифровой радиосвязи: базовые методы и характеристики: Учебное пособие. – М: Эко-Трендз, 2005. – 392 с.

7. Лівенцев С.П., Кувшинов О.В., Борисов І.В. Завадостійкість модемів стандарту IEEE 802.11 при роботі по каналам з нелінійними спотвореннями // Збірник наукових праць ВІТІ НТУУ „КПІ”. – 2006. – Вип. 1. – С. 60–65.

8. Кувшинов О.В., Гурський Т.Г. Технологія OFDM: огляд проблем та шляхів їх розв’язання // Зв’язок. – 2008. – №. 1 (77). – С. 42-46.

9. Кукк К.И. Использование модуляции COFDM в радиорелейных линиях связи / К. И. Кукк, М. А. Загнетко, В.П. Цыбенко // Электросвязь. – 2004. – № 12. – С. 6–8.

10. Prasad R. OFDM Wireless multimedia communications / R. Prasad , R. L. van Nee. – L.: Artech House, 2000. – 275 p.

11. Оптимизация параметров группового сигнала систем передачи с ортогональными гармоническими сигналами / В.А. Балашов, В.П. Ефремов, Л.М. Ляховецкий, С.Ю. Кравченко // Зв’язок. – 2002. – № 4. – С. 19–24.

12. Помехоустойчивость и эффективность систем передачи информации / Под ред. А.Г. Зюко. – М.: Радио и связь, 1985. – 272 с.

13. Голдсмит А. Беспроводные коммуникации / А. Голдсмит. – М.: Техносфера, 2011 – 904 с.

14. Кувшинов О.В., Лівенцев С.П., Лежнюк О.П., Міночкін А.І., Могилевич Д.І. Теорія електричного зв’язку. Ч.2: Основи теорії завадостійкості, кодування та інформації: Підручник. – К.: ВІТІ НТУУ „КПІ”, 2008. – 286 с.

Рецензент: д.т.н., проф. Лєнков С.В.

УДК 62-503.56

к.т.н., доц. **Заєць Н.А.** (НУБіПУ)
д.т.н, с.н.с. **Шворов С.А.** (НУБіПУ)
к.т.н. **Штепа В.М.** (НУБіПУ)
к.т.н., доц. **Осипа В.О.** (ВІКНУ)

ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ОПТИМАЛЬНИХ НАСТРОЙОК ФУНКЦІОНУВАННЯ РОБОТОТЕХНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ

Розглянута можливість використання генетичних алгоритмів для розрахунку оптимальних настройок функціонування мобільного робототехнічного комплексу.

Ключові слова: генетичний алгоритм, оптимальні настройки, маршрути пересування, мобільний робототехнічний комплекс.

Рассмотрена возможность использования генетичных алгоритмов для вычисления оптимальных настроек функционирования робототехнического комплекса.

Ключевые слова: генетический алгоритм, оптимальные настройки, мобильный робототехничный комплекс.

Use possibility genetics algorithms for calculation of optimum options of functioning robot system is considered.

Keywords: genetic algorithm, optimum options, mobile robot syste

Вступ. Більшість технологічних процесів промисловості є багатовимірними об’єктами управління зі складними зв’язками між змінними, що характеризуються нестаціонарністю динамічних характеристик. Це призводить до погіршення якості управління, оскільки в типових системах вона залежить від зміни динаміки пересування об’єкта (робототехнічного комплексу) з часом. Розробка нових засобів та систем у робототехніці пред’являє підвищені вимоги до мобільності пересування роботів-маніпуляторів під час виконання ними різноманітних завдань.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показує, що неперервність оптимального управління може досягатися шляхом синтезу адаптивної системи з еталонною моделлю [1], вихід якої описує бажану ціль управління системою при заданій вхідній дії. Але недоліком такої системи є складність виведення еталонної математичної моделі, що повністю точно і адекватно відповідає об’єкту. Тому, досить актуальною задачею є розробка автоматичної системи керування, де оптимальні настройки регулятора визначаються з врахуванням обмежень та обраного критерію управління.

Метою досліджень є обґрунтування та побудова регуляторів, параметри яких адаптуються так, щоб при змінюваних параметрах об’єкта точність та якість системи автоматичного регулювання залишались незмінними.

Матеріал та методика досліджень. Найбільш важливим завданням, яке постає перед конструкторами при створенні мобільних робототехнічних комплексів є дослідження та обґрунтування можливостей використання приводів, які мали б більш широкий діапазон рухливості платформи, кращі експлуатаційні та економічні характеристики. Такі приводи повинні забезпечити:

функції усунення вібрацій при обертанні двигуна і його зупинці, що дозволяє виключити роботу перетворювача в коливальному режимі при його налагодженні та експлуатації;

можливість використання як відносного, так і абсолютного інкрементальних датчиків положення;

вибір режиму роботи системи управління – управління по швидкості або по моменту;

тестовий режим роботи перетворювачів частоти.

Функції, які використовуються при управлінні швидкістю:

автопідстроювання (при змінюванні моментів інерції) коефіцієнтів пропорційної і інтегральної складової регулятора швидкості;

вільно програмований ПІ-регулятор швидкості, що дозволяє адаптувати перетворювач частоти до конкретних умов застосування;

зручне формування механічних характеристик приводу при змінних режимах роботи, завдання часу розгону і гальмування, формування S-образних характеристик.

Припустимо, що досліджуваний об'єкт нестаціонарний і має один регульований параметр та пропорційно-інтегральний регулятор для підтримання його в заданих межах відповідно до обраного критерію управління:

$$I = \int_0^t f(x,z,u)dt \to \min_{k_p,k_i} \quad , \tag{1}$$

де $k_p, k_i \in [k_{min}, k_{max}]$ – параметри настройки автоматичного регулятора.

При зміні властивостей об'єкта в процесі роботи розраховані настройки регулятора не забезпечують в подальшому потрібної якості і виникає необхідність пристосування системи до нових умов роботи. Блок порівняння постійно порівнює координати стану об'єкта з їх заданим значенням, якщо виникає різниця $\varepsilon = x_{ÇÄ} - x \neq 0$, то сигнал поступає на блок оптимізації (рис. 1), задача якого полягає в знаходженні оптимальних настройок регулятора за допомогою генетичного алгоритму, таких, щоб в системі досягалась ціль управління

$$I = \int_{t_0}^t (x_{ÇÄ} - õ)dt \to \min_{k_p,k_i}, \tag{2}$$

де $x_{ÇÄ}, x$ – задане значення параметра та його значення на виході об'єкта.

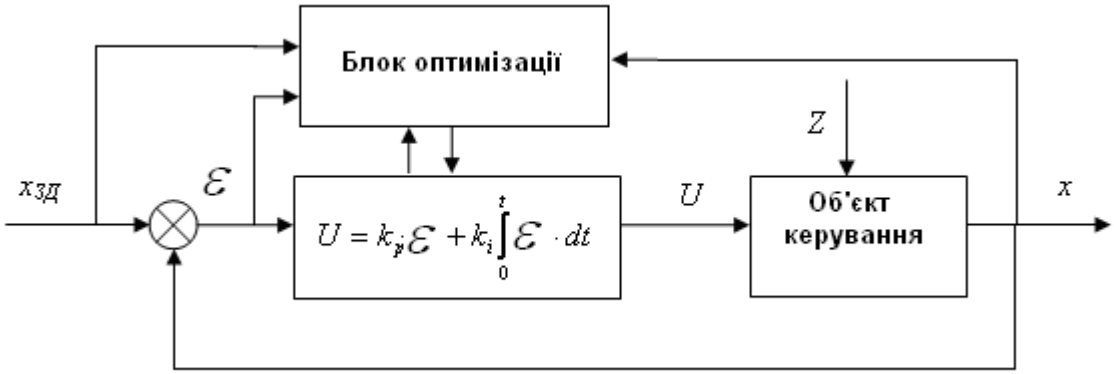


Рис. 1. Структурна схема оптимізованої САР

У якості параметрів поставленої задачі виступають k_p, k_i, а пошуковий простір містить кінцеву кількість точок, що можна закодувати у вигляді хромосом.. Ці параметри дискретизовані, а множина їх значень у всьому діапазоні від мінімального до максимального відображається як відповідні двійкові кодові послідовності. При цьому значенню k_{min} відповідає кодова послідовність, що складається з одних нулів, а значенню k_{max} – кодова послідовність, що складається з одних одиниць. Довжина цих кодових послідовностей залежить від значень k_p, k_i, а також від дискретизації інтервалу $[k_{min}, k_{max}]$. Для мінімізації цільової функції на основі генетичного алгоритму кожному варіанту вектора настройок регуляторів поставимо у відповідність хромосому, представлену у вигляді бітового рядка. Поставимо у відповідність кожному вектору $[k_P, k_I]$ вектор $[x_P, x_I]$, для представлення якого в двійковому коді необхідно визначити максимальну кількість двійкових символів α, яка

достатня для представлення будь-якого значення x_j з області його допустимих значень $x_p \in [0, K_{pmax}]$ чи $x_I \in [0, K_{Imax}]$. Оскільки значення інтегральної та підсилювальної складових знаходяться, як правило, в різних діапазонах значень змінних, тому в задачі задаються різні інтервали їх пошуку. Якщо припустити, що $k_{p\_\min} = 0$, а $k_{P\_max} = 25$ - область пошуку коефіцієнта підсилення, де крок дискретизації дорівнює 0,1, та $k_{I\_min} = 0$, $k_{I\_max} = 2{,}5$ – область пошуку інтегральної складової з кроком дискретизації, що дорівнює 0,01, то кількість можливих дискретних значень змінної для підсилювальної та інтегральної складової однакова $k = 251$. Величина α повинна відповідати вимозі $k \le 2^{\alpha}$, тоді $\alpha = 8$. Таким чином, довжина хромосоми дорівнює 16, причому перші 8 генів відповідають параметру k_p, а останні 8 генів – параметру k_i [2].

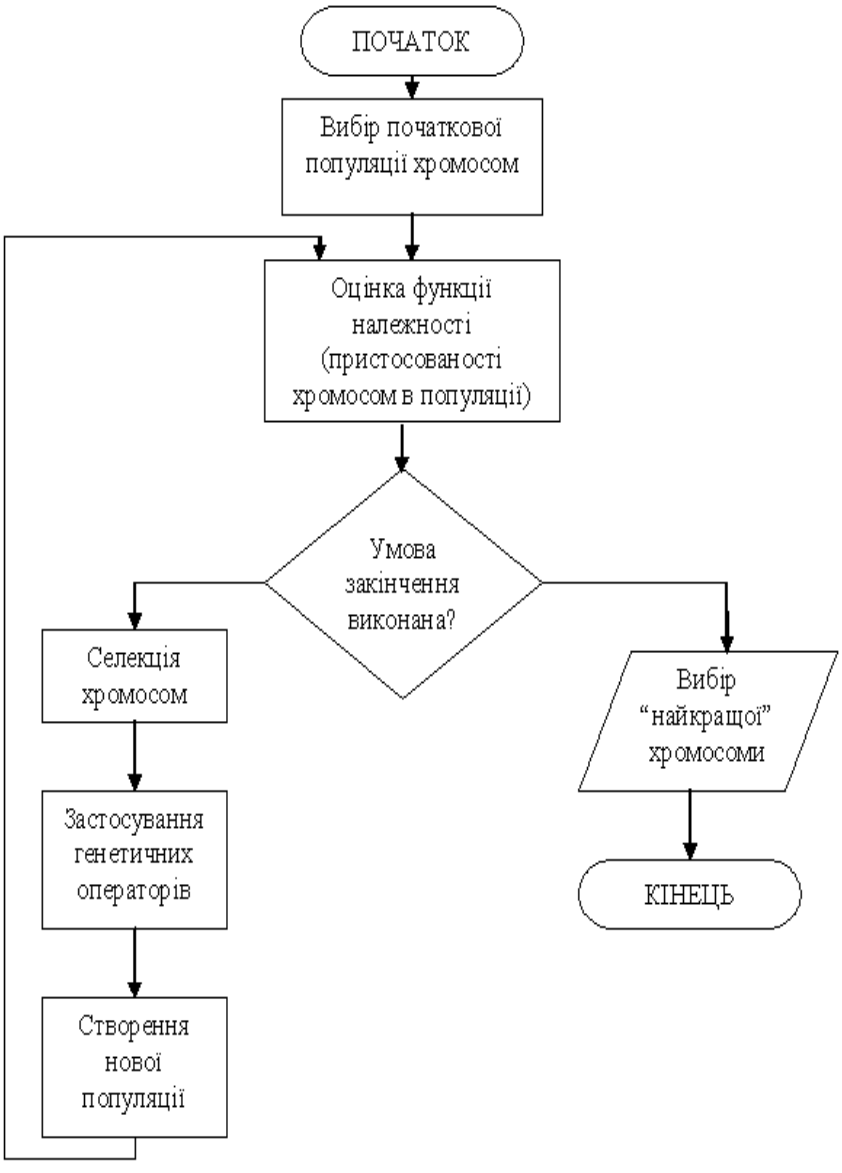


Рис. 2. Блок-схема генетичного алгоритму

Таким чином, символьна модель вектора розв'язку поставленої задачі $x \in D$, може бути представлена у вигляді бітової строки, за допомогою якої задається множина допустимих розв'язків x_i, що належать області пошуку D.

В якості гена приймається бінарна комбінація $h(x_i)$, що визначає фіксоване значення параметра x_j в двійковому коді. А найменшою неподільною одиницею, що піддається еволюції, є особа H_r^t (r – номер особи в популяції, t – момент часу еволюційного процесу), що характеризується генами, які відповідають за відповідну настройку регулятора.

Пошук оптимальних настройок ПІ регулятора відбувається за класичним генетичним алгоритмом (рис. 2). Вибір початкової популяції хромосом полягає в випадковому виборі хромосоми [3].

Оцінка пристосованості хромосоми визначається з розрахунку функції належності, причому чим більше значення функції належності, тим краща "якість" хромосоми. Зупинка алгоритму відбувається після досягнення мінімального значення інтегрального критерію (2) із заданою точністю. Також зупинка алгоритму можлива у випадку, коли його виконання не призводить до покращення вже досягнутого значення критерію або коли перевищено заданий час виконання чи задану кількість ітерацій.

Якщо умова зупинки виконана, то переходимо до вибору "найкращої" хромосоми. В іншому випадку – на наступному кроці виконується селекція, тобто вибираються хромосоми, що прийматимуть участь в створенні наступної популяції. Такий вибір відбувається відповідно принципу природного відбору, за яким найбільші шанси на участь у створенні нових особин мають хромосоми з найбільшим значенням функції належності. Застосування генетичних операторів до хромосом, що відібрані за допомогою селекції, призводить до формування нової популяції, що створена від визначеної на попередньому кроці батьківської популяції. В даному генетичному алгоритмі пропонується використати такі генетичні оператори: оператор схрещування та оператор мутації. Проте оператор мутації є досить не значним, оскільки її вірогідність достатньо мала ($0 \le p_M \le 0{,}1$) порівняно з вірогідністю схрещування ($0{,}5 \le p_C \le 1$).

Висновки. Доцільність використання генетичних алгоритмів при пошуку оптимальних значень змінних підтверджується швидкістю його роботи та тим, що вони моделюють природну еволюцію в просторі параметрів, що оптимізуються, а не в просторі параметрів алгоритму пошуку.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Ладанюк А.П., Заєць Н.А., Луцька Н.М. Застосування адаптивних систем керування для нестаціонарних об'єктів технологічних комплексів неперервного типу // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы – 2005. – №1. – С.158-162.

2. Заєць Н.А. Використання генетичного алгоритму для вирішення оптимізаційних задач в електротехніці /Н.А. Заєць, В.М. Штепа // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К.: НУБіПУ. – 2011. – Вип. 166. – С. 157 – 164

3. Батіщев Д.І. Застосування генетичних алгоритмів до вирішення задач дискретної оптимізації./ Батіщев Д.І., Неймарк Е.А., Старостін Н.В. – Нижній Новгород, 2007. – 88 с.

4. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности / Г.К. Вороновский, К.В. Махотило, С.Н. Петрашев, С.А. Сергеев. – Харьков: Основа, 1997. – 112 с.

5. Куропаткин П.В. Оптимальные и адаптивные системы / П.В. Куропаткин.– М.: Высш. шк. 1980. – 288 с.

Без рецензії.

УДК 621.396.96

Іванов А.В. (НАДПСУ)
д.т.н., проф. **Шинкарук О.М.** (ХмНУ)
к.т.н., доц. **Чесановський І.І.** (ХмНУ)

РОЗРОБКА АДАПТИВНОГО КАНАЛУ КОГЕРЕНТНОЇ МІЖПЕРІОДНОЇ ОБРОБКИ ЕХО-СИГНАЛІВ В ІМПУЛЬСНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

У статті представлено метод побудови та розрахунку адаптивного каналу обробки імпульсних радіолокаційних сигналів. Застосування даного каналу відкриває потенційні можливості отримання дальнісних портретів форми поверхонь радіолокаційних цілей, за рахунок аналізу відхилень в спектрі ехо-сигналу по відношенню до спектру зондуючого. В основі функціонування моделі покладено принципи адаптивної фільтрації та методу обробки радіолокаційних сигналів з використанням їх внутрішньої фазочастотної нестабільності.

Ключові слова: радіолокаційні засоби, радіолокаційний портрет, ідентифікація, адаптивний фільтр.

В статье представлен метод построения и расчета адаптивного канала обработки импульсных радиолокационных сигналов. Применение данного канала открывает потенциальные возможности получения дальностных портретов формы поверхностей радиолокационных целей, за счет анализа отклонений в спектре эхо-сигнала по отношению к спектру зондирующего. В основе функционирования модели положено принципы адаптивной фильтрации и метод обработки радиолокационных сигналов с применением их внутренней фазочастотной нестабильности.

Ключевые слова: радиолокационные средства, радиолокационный портрет, идентификация, адаптивный фильтр.

The paper presents a method for constructing and calculating adaptive channel pulsed radar signal processing. Use the channel opens possibilities of obtaining distant portraits form surface radar targets, due to variance analysis in the spectrum of the echo signal with respect to the spectrum of the probe. The basis of operation of the model on the principles of adaptive filtering and processing methods of radar signals using their internal phase-frequency instability.

Keywords: radar, radar picture, identification, adaptive filter.

Вступ. Адаптивні алгоритми фільтрації, знайшли широке застосування в радіотехнічній та телекомунікаційній галузях [1]. Основне їх призначення, як правило зводиться до вирішення задачі ідентифікації (визначення характеристик) певних систем. При цьому адаптивний фільтр використовують для моделювання функціонування фізичних динамічних систем, які можна вважати невідомими «чорними ящиками», що мають по одному або більше входів і виходів [1]. При вирішенні задач активної радіолокації, такою системою (невідомим «чорним ящиком») можна вважати радіолокаційну ціль, яка в наслідок геометричної складності поверхні вносить значні спотворення в ехо-сигнал по відношенню до зондуючого. Саме за цими спотвореннями, з використанням алгоритму адаптивної фільтрації, можливо реалізувати алгоритми формування дальнісних радіолокаційних зображень цілей.

Основна частина. Розробці та застосуванню алгоритмів для розпізнавання цілей в задачах радіолокаційного спостереження присвячено багато наукових робіт. Проведений їх аналіз показав, що в основі майже всіх методів радіолокаційної ідентифікації покладено застосування складних зондуючих сигналів, з оптимізованими кореляційними властивостями, що необхідні для формування чітких радіолокаційних портретів цілей (РЛПЦ). Всі ці методи базуються на підвищенні просторової (часової) «контрастності» зондуючого сигналу (збільшення ступеня розрізнення) з метою деталізації геометричної форми об’єктів спостереження. Хоча, можливо вирішити цю задачу і іншим шляхом – розглядаючи ціль як певну систему, що вносить в сигнал певні спотворення. Враховуючи, що сигнал повністю відомий і на прийомній і на передавальній стороні (зондуючий і ехо-

сигнали) [3,4], а при розповсюдженні в однорідному середовищі в нього не вносяться фазочастотні спотворення, застосувавши алгоритм адаптивної фільтрації для ідентифікації цілі як певної системи, дасть змогу отримати її імпульсну характеристику якій в повній мірі буде відповідати характеристика змодульованого адаптивного фільтру. А отже, задача отримання РЛПЦ на основі адаптивного фільтру зводиться до розрахунку коефіцієнтів цифрового адаптивного фільтру в момент прийому (встановлення факту наявності ехо-сигналу) до форми отриманого сигналу і подальшого аналізу отриманої помилки (відхилення ехо- і зондуючого сигналів).

Виходячи із виду зондуючих сигналів та необхідної точності і деталізації відтворення РЛПЦ можливі два варіанти реалізації схеми моделювання – розглядаючи ціль в якості динамічної системи з одним входом і одним виходом або в якості динамічної системи з багатьма входами і багатьма виходами. На рисунку 1,а представлена схема моделювання РЛПЦ на основі схеми моделювання невідомої динамічної системи з одним входом і одним виходом. На вхід невідомої системи і адаптивного фільтру подається один і той же сигнал (зондуючий радіолокаційний сигнал). Адаптивний фільтр настроюється так, щоб його вихідний сигнал відповідав вихідному сигналу невідомої системи (ехо-сигналу) в загальному випадку по критерію найкращого середньоквадратичного наближення.

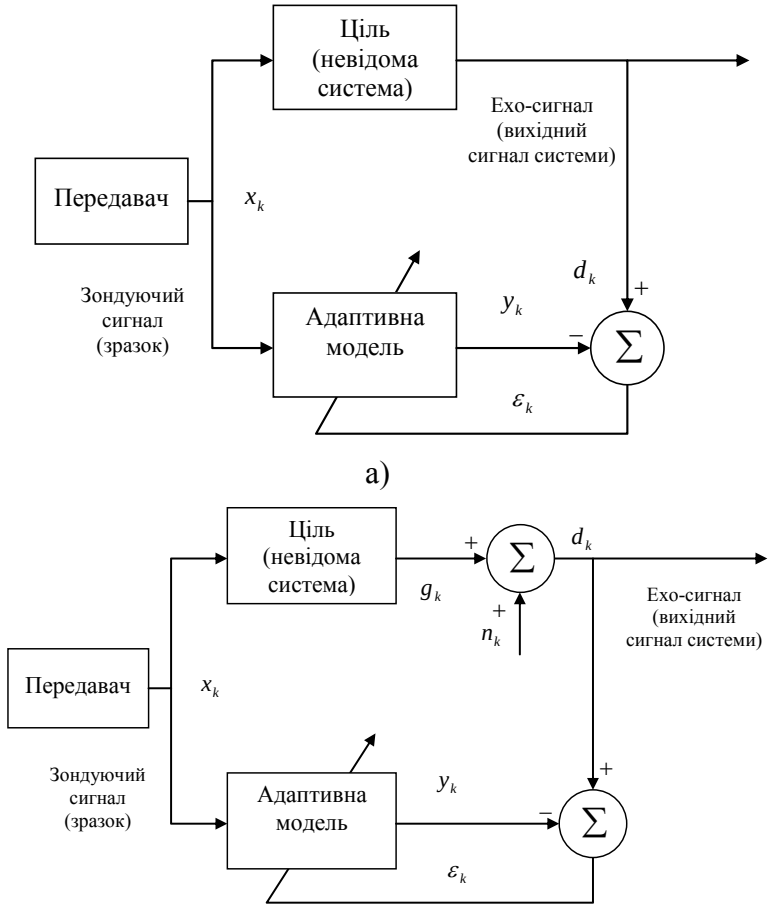


Рис. 1. Формування радіолокаційного портрету цілі за схемою моделювання системи з одним входом і одним виходом без дії шуму а) і з урахуванням дії шуму б)

Близьке або повне наближення можливе тільки тоді, коли адаптивна система володіє достатньою гнучкістю, тобто має достатнє число ступенів свободи (змінних вагових коефіцієнтів). Після адаптації структура і значення параметрів адаптивної системи можуть відповідати або не відповідати структурі або параметрам невідомої системи (просторовій формі відбиваючої поверхні цілі), проте взаємозв'язок між вхідним сигналом і вихідним відгуком буде один і той же, що дає змогу при багаторазовому моделюванні (міжперіодній

обробці) відбирати дійсні РЛПЦ. У цьому сенсі адаптивна система стає моделлю невідомої системи (цілі). Якщо вхідний сигнал змінюється в широкому діапазоні і адаптивна система, при відповідному виборі її змінних параметрів, є придатною для моделювання при певному виборі її параметрів,то процес адаптації, що мінімізує середнє квадратичне відхилення (СКВ), приводить до точного моделювання її параметрів (РЛПЦ).

У випадку активної радіолокації, тим більше при використанні простих імпульсних зондуючих радіосигналів, сигнал від цілі містить значний рівень шуму, тобто невідома система володіє внутрішніми джерелами випадкових процесів. У таких ситуаціях, якщо адаптивна модель володіє достатньою гнучкістю для моделювання динамічної характеристики невідомої системи, її вихідний сигнал повністю відповідає вихідному сигналу невідомої системи, за винятком шумової складової n_k, показаною на рис. 1,б у вигляді адитивного шуму у складі вихідного сигналу системи. Внутрішній шум міститься у ехо-сигналі і зазвичай представляється у вигляді адитивного шуму.

У загальному випадку цей шум некорельований з ехо-сигналом. Якщо адаптивна модель за цієї умови є адаптивним лінійним суматором, вагові коефіцієнти якого змінюються для мінімізації СКВ, то можна показати, що вибір оптимальних вагових коефіцієнтів не залежить від шуму. Це не означає, що шум не впливає на збіжність адаптивного процесу, а говорить лише про те, що шум не впливає на середнє значення вектора вагових коефіцієнтів адаптивної системи після завершення процесу адаптації. Оптимальний вектор вагових коефіцієнтів визначається при цьому, головним чином, імпульсною характеристикою модельованої невідомої системи і, крім того, значно залежить від статистичних і спектральних властивостей вхідного сигналу.

Розглянемо конкретний випадок формування РЛПЦ враховуючи можливі амплітудні, фазові та частотні варіації ехо-сигналу, при відбитті від цілей зі складною геометричною формою поверхні. При цьому будемо вважати, що кореляційні властивості комплексної обвідної, з урахуванням дії різних дестабілізуючих факторів, є вищими ніж кореляційні властивості сигналу за тривалістю (база сигналу більша одиниці). За таких умов методи адаптивного моделювання можна привести до синтезу цифрового фільтру. На рис. 2 приведена структурна схема, що ілюструє основний принцип синтезу цифрових фільтрів з

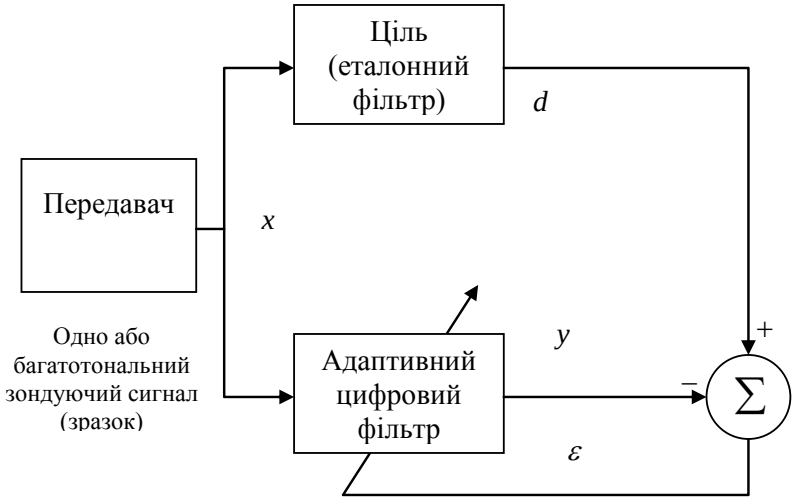


Рис. 2. Схема синтезу адаптивного цифрового фільтру

кінцевою імпульсною характеристикою при застосуванні одночастотного та багаточастотного зондуючого сигналу. В результаті процесу адаптації адаптивний фільтр має імпульсну характеристику, що найкращим чином відтворює форму внесених в зондуючий сигнал змін. Ці зміни відповідають РЛПЦ, тобто просторовій формі поверхні цілі. Розглядаючи відбиваючу поверхню цілі, що вносить певні амплітудні, фазові та частотні зміни в ехо-сигнал у вигляді певного еталонного фільтру. В цьому випадку еталонний фільтр

є деяким описом, що вводиться для приведення завдання синтезу фільтру до завдання моделювання невідомої системи.

Припустимо, що в наслідок певної геометрії поверхня цілі, в сигнал при відбитті вносяться частотні та фазові зміни, що відповідає проходженню сигналу через певний фільтр. Ці зміни можуть бути задані у вигляді частотної характеристики, тобто у вигляді заданих значень коефіцієнта передачі і фази для дискретних частот $f_1, f_2, \cdots f_N$. Першим етапом синтезу алгоритму адаптивної фільтрації, є визначення розрядність L (кількості вагових коефіцієнтів) цифрового фільтру, яка визначається співвідношенням тривалості зондуючого сигналу до періоду дискретизації (кількість відліків у одному зондуючому сигналі). Кінцевим результатом процесу адаптації фільтру, є оптимальні вагові коефіцієнти (по критерію мінімуму середньоквадратичної помилки), при яких еталонний сигнал максимально точно, при проходженні через адаптивний фільтр, перетворюється до вигляду ехо-сигналу. Припустимо, що аналогічний відбиваючій поверхні цілі еталонний фільтр, який повною мірою володіє заданими амплітудною, фазовою і частотною характеристиками, існує.

В простому варіанті припустимо, що на входи фільтрів, еталонного і адаптивного, подається однотональний зондуючий сигнал (рисунок 3) вигляду:

$$x(t) = \sin 2\pi f_1 t\,, \tag{1}$$

де f_1 - частота однотонального гармонійного коливання.

Припустимо, що еталонний фільтр є лінійним (відповідає умові нерухомої цілі), відповідно його вихідний сигнал

$$d(t) = a_1 \sin(2\pi f_1 t + \theta_1)\,, \tag{2}$$

набуває лише фазових та амплітудних змін. Для адаптивного фільтру цей сигнал представляє собою корисний відгук. Відзначимо, що існування еталонного фільтру необов'язкове. Для адаптивного процесу необхідний тільки його вихідний сигнал, що дає змогу говорити про дієвість методу за будь-яких трансформацій ехо-сигналів. Коефіцієнт a_1 і кут θ_1, є заданими коефіцієнтами передачі і зсуву фази на частоті f_1.

В реальних випадках, зондуючий сигнал рідко має вигляд однотонального, а складається з певної кількості (в спектральному представленні) частот. Отже, для точного, або принаймні, наближеного виконання вимог одночасно для багатьох частот, вхідний сигнал, що дорівнює сумі синусоїдальних сигналів кожної з N заданих частот, подається на входи як еталонного, так і адаптивного фільтрів, як показано на рисунку 3. Цей сигнал має вигляд

$$x(t) = \sum_{l=1}^{N} \sin 2\pi f_l t, \tag{3}$$

де N - кількість частотних складових.

В цьому випадку вихідний сигнал еталонного фільтру, або корисний відгук адаптивного фільтру буде мати вигляд:

$$d(t) = \sum_{l=1}^{N} a_l \sin(2\pi f_l t + \theta_l). \tag{4}$$

У випадку, якщо не можна повністю виконати вимоги для всіх частот, задають деякі частоти, для яких виконання вимог критичніше, ніж для інших. Це легко врахувати, якщо ввести вхідні синусоїдальні сигнали з різними амплітудами, при цьому складові сигналу $d(t)$ мають відповідний масштабний множник. Чим більше амплітуда вхідного синусоїдального сигналу, тим більше критичне виконання вимог на цій частоті. При такому підході l-й вхідний синусоїдальний сигнал множиться на масштабний множник c_l і визначається як:

$$x_l(t) = c_l \sin 2\pi f_l t, \tag{5}$$

де c_l додатна константа (вагова функція) для всіх l. Вхідний сигнал дорівнює сумі синусоїдальних сигналів і має вигляд:

$$x(t) = \sum_{l=1}^{N} c_l \sin 2\pi f_l t, \tag{6}$$

а корисний відгук, або вихідний сигнал еталонного фільтру

$$d(t) = \sum_{l=1}^{N} a_l c_l \sin(2\pi f_l t + \theta_l). \tag{7}$$

В даному виразі a_l і θ_l - задані (дійсні) амплітуда і зсув фази на частоті f_l.

Адаптивний фільтр знаходить оптимальне рішення, що забезпечує якнайкраще наближення до заданих вимог. Знаходиться це рішення наступним чином. Алгебраїчний вираз для адаптивного лінійного суматора визначається співвідношенням [1,2]

$$W^* = R^{-1}P, \tag{8}$$

де W^* - оптимальний вектор вагових коефіцієнтів (для якого виконується вимога $gradW^* = 0$); P - вектор-стовпчик, який представляє собою множину значень взаємокореляційної функції відліків корисного відгуку і відліків вхідного сигналу $P = E[d_k X_k] = E[d_k x_{0,k}, d_k x_{1,k}, d_k x_{2,k}, \ldots, d_k x_{L,k}]^T$; R - кореляційна матриця вхідного сигналу, яка має вигляд:

$$R = \begin{bmatrix} \varphi_{x,x}(0) & \varphi_{x,x}(1) & \varphi_{x,x}(2) & \ldots & \varphi_{x,x}(L) \\ \varphi_{x,x}(1) & \varphi_{x,x}(0) & \varphi_{x,x}(1) & \ldots & \varphi_{x,x}(L-1) \\ \varphi_{x,x}(2) & \varphi_{x,x}(1) & \varphi_{x,x}(0) & \ldots & \varphi_{x,x}(L-2) \\ \varphi_{x,x}(L) & \varphi_{x,x}(L-1) & \varphi_{x,x}(L-2) & \ldots & \varphi_{x,x}(0) \end{bmatrix},$$

$\varphi_{x,x}(n) = E[x_k x_{k+n}]$.

Враховуючи, що

$$P = [\varphi_{d,x}(0), \varphi_{d,x}(-1), \varphi_{d,x}(-2), \ldots, \varphi_{d,x}(-L)]^T,$$

вираз для оптимального вектору вагових коефіцієнтів приймає вигляд:

$$W^* = R^{-1}P = \begin{bmatrix} \varphi_{x,x}(0) & \varphi_{x,x}(1) & \varphi_{x,x}(2) & \ldots & \varphi_{x,x}(L) \\ \varphi_{x,x}(1) & \varphi_{x,x}(0) & \varphi_{x,x}(1) & \ldots & \varphi_{x,x}(L-1) \\ \varphi_{x,x}(2) & \varphi_{x,x}(1) & \varphi_{x,x}(0) & \ldots & \varphi_{x,x}(L-2) \\ \varphi_{x,x}(L) & \varphi_{x,x}(L-1) & \varphi_{x,x}(L-2) & \ldots & \varphi_{x,x}(0) \end{bmatrix}^{-1} * \begin{bmatrix} \varphi_{d,x}(0) \\ \varphi_{d,x}(1) \\ \cdots \\ \varphi_{d,x}(L) \end{bmatrix}. \tag{9}$$

Оскільки d і x відомі, можна визначити кореляційні функції (9) із виразу:

$$\varphi_{x,x}(n) = E[x(t-nT)x(t)] = E\left[\sum_{l=1}^{N} c_l \sin(2\pi f_l (t-nT)) \sum_{m=1}^{N} c_m \sin(2\pi f_m t)\right]. \tag{10}$$

Оскільки математичне очікування добутку двох синусоїдальних функцій часу з різними частотами дорівнює нулю, вираз (10) приймає вигляд:

$$\varphi_{x,x}(n) = E\left[\sum_{l=1}^{N} c_l^2 \sin(2\pi f_l (t-nT)) \sin(2\pi f_l t)\right]. \tag{11}$$

Здійснивши тригонометричні перетворення отримуємо:

$$\varphi_{x,x}(n) = E\left[\sum_{l=1}^{N} c_l^2 \sin^2(2\pi f_l t) \cos(2\pi f_l nT)\right] = \sum_{l=1}^{N} \frac{1}{2} c_l^2 \cos(2\pi f_l nT). \tag{12}$$

Вираз (12) отримується виходячи з того, що синусоїдальна і косинусоїдальна функції некорельовані, а середній квадрат синусоїдального сигналу дорівнює половині квадрата його

амплітуди. Таким чином, з (12) можна визначити всі елементи матриці R. Аналогічним чином можуть бути знайдені елементи вектора взаємокореляційних функцій P:

$$\varphi_{d,x}(-n) = E\left[x(t-nT)d(t)\right] = E\left[\sum_{l=1}^{N} c_l \sin(2\pi f_l(t-nT))\sum_{m=1}^{N} a_m c_m \sin(2\pi f_m t + \theta_m)\right] =$$

$$= E\left[\sum_{l=1}^{N} a_l c_l^2 \sin(2\pi f_l(t-nT))\sin(2\pi f_l t + \theta_l)\right] = E\left[\sum_{l=1}^{N} a_l c_l^2 \sin(2\pi f_l t - 2\pi f_l nT + \theta_l)\sin(2\pi f_l t_l)\right] =$$

$$= E\left[\sum_{l=1}^{N} \frac{1}{2} a_l c_l^2 \cos(2\pi f_l nT + \theta_l)\right]. \quad (13)$$

Підставляючи (12) і (13) в (9). знаходимо вираз для оптимального вектора вагових коефіцієнтів адаптивною фільтру:

$$W^* = \begin{bmatrix} \sum_{l=1}^{N} c_l^2 & \sum_{l=1}^{N} c_l^2 \cos(2\pi f_l T) \ldots & \sum_{l=1}^{N} c_l^2 \cos(2L\pi f_l T) \\ \sum_{l=1}^{N} c_l^2 \cos(2\pi f_l T) & \sum_{l=1}^{N} c_l^2 \quad \ldots & \sum_{l=1}^{N} c_l^2 \cos(2(L-1)\pi f_l T) \\ \ldots & & \\ \sum_{l=1}^{N} c_l^2 \cos(2L\pi f_l T) & \ldots \quad \sum_{l=1}^{N} c_l^2 & \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} \sum_{l=1}^{N} a_l c_l^2 \cos(\theta) \\ \sum_{l=1}^{N} a_l c_l^2 \cos(2\pi f_l T + \theta) \\ \ldots \\ \sum_{l=1}^{N} a_l c_l^2 \cos(2L\pi f_l T + \theta) \end{bmatrix}. \quad (14)$$

Сам по собі вираз (14) багато в чому не визначає процес синтезу фільтру і в результаті, в багатьох задачах доцільніше використовувати адаптивний процес відповідно рисунку 2. Проте, в задачах активної радіолокації, при застосуванні в якості вихідного сигналу еталонного фільтру ехо-сигналу від цілі оптимальне рішення є змінним між періодами зондування, доцільно застосовувати саме такий підхід, оскільки матрицю R і вектор P в (14) можна обчислювати безпосередньо по ехо-сигналу. Якщо вагові коефіцієнти адаптивного фільтру відповідають оптимальному вирішенню W^*, то СКВ дорівнює [1]:

$$\xi_{\min} = \sum_{l=1}^{N} \frac{1}{2} c_l^2 \left| S_l - H_l^* \right|^2, \quad (15)$$

де S_l - комплексна перехідна функція заданого еталонного фільтру (комплексна обвідна різницевого сигналу між зондуючим та ехо-сигналом) на частоті f_l; H_l^* - комплексна перехідна функція оптимального адаптивного лінійного суматора з вектором вагових коефіцієнтів W^* на частоті f_l.

Оскільки амплітуди частотних складових, при відбитті сигналу від цілей зі складною поверхнею змінюються по різному [5], коефіцієнти c_l немає необхідності підбирати, як це робиться в (5). При синтезі фільтру достатньо аналізувати отриману різницеву частотну характеристику.

Не використовуючи (14), можна проводити корекцію адаптивного фільтру методом найменших квадратів, отримуючи тим самим наближені рішення. Цей спосіб є простішим, оскільки полягає у формуванні сум синусоїдальних сигналів (6) і (7) для створення відповідних вхідних сигналів адаптивного фільтру.

Структура прийомо-передавача радіолокаційної станції, для реалізації адаптивного алгоритму отримання РЛПЦ приведена на рис. 3.

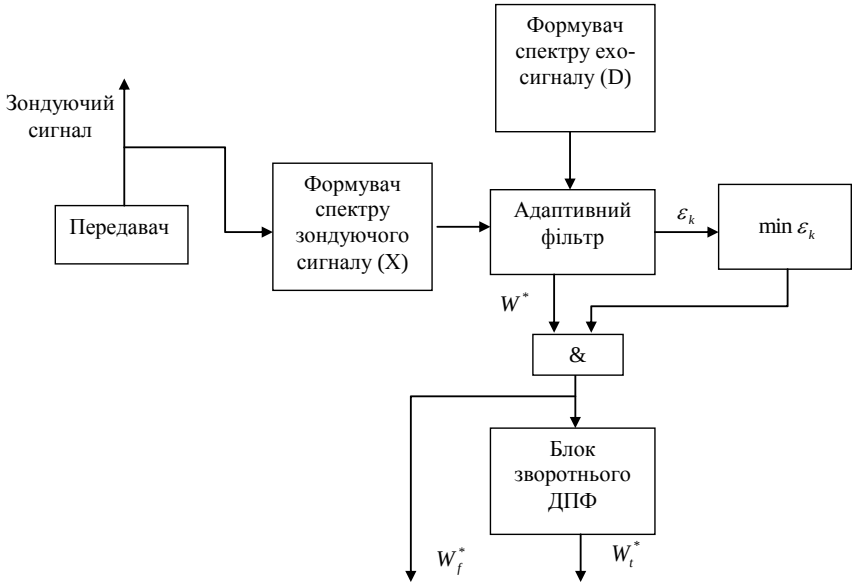


Рис. 3. Структура адаптивного каналу обробки радіолокаційних сигналів

В даній схемі адаптивний фільтр підстроює свої коефіцієнти таким чином, щоб сигнал на його виході максимально відповідав exo-сигналу. Отриманий таким чином вектор коефіцієнтів фільтру (імпульсна характеристика фільтру) є відображенням просторової форми поверхні цілі яке отримується фактично за рахунок аналізу змін в амплітудному, фазовому та частотному спектрах exo-сигналу по відношенню до зондуючого. Результати моделювання роботи даної моделі показують, за умови дії значного рівня шумів на вході приймача, не можливо досягати допустимої похибки адаптації фільтру, а відповідно виникає необхідність застосовувати додаткові методи обробки. В активних радіолокаційних засобах це може бути міжперіодна обробка сигналів, узгоджена обробка при застосуванні складних зондуючих сигналів і т.д.

Висновок. Таким чином, запропонована модель адаптивного каналу обробки радіолокаційних сигналів дає змогу формувати дальнісні радіолокаційні портрети цілей на базі алгоритму адаптивної фільтрації. Використання швидкого та зручного методу найменших квадратів, що достатньо легко може бути практично реалізованим, дає змогу якнайшвидше досягати мінімального значення середньоквадратичного відхилення точності відтворення оптимального вектора коефіцієнтів фільтру.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Уидроу Б., Сеирнз С. Адаптивная обработка сигналов: Пер. С англ. – М .: Радио и связь., 1989. – 440 с.

2. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов/ Сергиенко А.Б. – СПб.: Питер, 2005.– 604 с.

3. Чесановський І.І. Обробка радіолокаційних сигналів з урахуванням внутрішньоімпульсних фазочастотних нестабільностей/ О.М.Шинкарук, І.І. Чесановський / Зб. наук. пр. Військ. ін-ту Київського нац. ун-ту ім. Тараса Шевченко: за ред. С. В. Лєнкова. – Вип. № 17. – К.: ВІКНУ, 2009. – С. 89-92.

4. Чесановський І.І. Трансформування функції невизначеності радіосигналів з урахуванням внутрішньоімпульсної фазочастотної нестабільності/ І.І. Чесановський// Зб. наук. пр. Нац. акад. Держ. прикордон. служби України ім. Б. Хмельницького / за ред. В. О. Балашова. – Хмельницький: НАДПСУ, 2009. – № 50. – С. 58-62.

5. Справочник по радиолокации. Под ред. М.Сколника. С 74 Нью-Йорк. 1970. Пер. с англ. (в четырех томах) под общей ред. К.Н.Трофимова. Том 1. Основы радиолокации. Под ред. Я.С.Ицхоки. – М. Сов.радио, 1976. – 456 с., с ил.

Рецензент: д.т.н., проф. Лєнков С.В.

УДК 531.7 д.т.н., проф. **Кваснiков В.П.** (НАУ)

ПРЕЦИЗІЙНІ ВИМІРЮВАННЯ ОБ'ЄКТІВ НА КООРДИНАТНО-ВИМІРЮВАЛЬНІЙ МАШИНІ ГЕОМЕТРИЧНИХ РОЗМІРІВ ДЕТАЛЕЙ

Розглянута математична модель процесу вимірювання та побудови тривимірних об'єктів на трикоординатній інформаційно-вимірювальній системі механічних величин по заданій базі точок, розташованих по його границі. Методика побудови об'єктів базується на тривимірній поліноміальній апроксимації. Показано, що апроксимуючий поліном по будь-якій змінній володіє гарантованими властивостями гладкості та монотонності.

Ключові слова: математична модель, база точок, тривимірна поліноміальна апроксимація.

Рассмотрена математическая модель процесса измерения и построения трехмерных объектов на трехкоординатной информационно-измерительной системе механических величин по заданной базе точек, расположенных по ее границе. Методика построения объектов базируется на трехмерной полиномиальной аппроксимации. Показано, что аппроксимирующий полином по любой переменной владеет гарантированными свойствами гладкости и монотонности.

Ключевые слова: математическая модель, база точек, трехмерная полиномиальная аппроксимация

The mathematical model of process of measurement and construction of three-dimensional objects on three-coordinate informational-measuring system of mechanical sizes on the given base of the points located on its border is considered. The technique of construction of objects is based on three-dimensional polynominational approximations. It is shown, that approximating polynom on any variable owns guaranteed properties of smoothness and monotony.

Keywords: mathematical model, base of points, three-dimensional polynomial approximation

Вступ. При диференціальному методі координатних вимірювань складних просторових поверхонь на координатно-вимірювальній машині геометричних величин здійснюється контурне керування системою. Виконуючі органи – лінійні двигуни з газовим змащенням, що несуть вимірювальну трикоординатну головку описують еталонну траєкторію, що відповідає номінальному (заданому) контуру деталі. Відхилення геометричних розмірів вимірюється датчиком та передається в систему реєстрації результатів.

В координатних вимірюваннях складних просторових поверхонь широко використовується нульовий метод.

Проблемі побудови складних просторових поверхонь присвячено ряд робіт Фокса А, Шумакера Л., Латипова Ю. В. та Аульченко С. М. [1,2,3]. В них розглянуто ряд методів визначення поверхонь, що базуються на системі побудови двох родин кривих, що перетинаються по Кунсу, кубічна параметризація кривих у формі Фергюсона, сплайн-інтерполяції та ін.

Постановка задачі. Побудувати поверхню в тривимірному просторі із спеціальним вибором границь сполучення складних частин поверхні по заданій базі даних виміряних в контрольних точках з використанням апроксимуючого полінома.

Вихідна інформація, що задається - кінцева дискретна занумерована множина точок, що описують деяку поверхню, організованих певним чином у тривимірному координатному просторі.

Розв'язання проблеми. Сітка кривих ділить поверхню на сукупність топологічно прямокутних порцій, кожна з яких обмежена парою u –кривих і парою v –кривих. Якщо u і v змінюються від нуля до одиниці тоді $r(u,v)$– представляє внутрішню порцію поверхні.

В якості порції поверхні використовуються функції, що задаються аналітично за допомогою введених поліномів, по принципу побудови поліномів Бернштейна. На всій

побудованій поверхні неперервні частинні похідні не нижче четвертого порядку, на кожній порції зберігається знак другої похідної уздовж координатних напрямків.

Згідно теореми Вейєрштрасса для будь-якого $\varepsilon > 0$ існує поліном $B(x)$ степені n такий, що

$$|F(x,y,z) - B(x,y,z)| < \varepsilon. \tag{1}$$

Для заданої цілої величини $F > 0$ і $\xi \in [0,1]$ введемо функції [3]:

$$h_1(\xi) = \xi^{F+1} \sum_{k=0}^{F} \varepsilon_k (1-\xi)^k, \; h_2(\xi) = \xi^{F+1} \sum_{k=1}^{F} \varepsilon_k k (1-\xi)^k,$$

$$h_3(\xi) = (1-\xi)^{F+1} \sum_{k=0}^{F} \varepsilon_k \xi^k, \; h_4(\xi) = (1-\xi)^{F+1} \sum_{k=1}^{F} \varepsilon_k k \xi^k,$$

$$h(\xi) = \xi^{F+1} \sum_{k=0}^{F} \varepsilon_k (F-k)(1-\xi)^k, \tag{2}$$

де $\varepsilon_k = \dfrac{C_{F+k}^F}{F+k}$, $C_1^J = \dfrac{l'}{j^1(i-j)'}$, $d_L = \dfrac{C_{2F}^F}{2^{2F+2}}$.

Функції (2) що задовольняють співвідношенням:

$$h_4(\xi) = \xi - F h_1(\xi), \; F h_3(\xi) = 1 - \xi - h_2(\xi), \; h(\xi) = F h_1(\xi) - h_2(\xi),$$

$$h'(\xi) = dh/d\xi = 2F\xi^F \sum_{k=0}^{F-1} \varepsilon_k (1-\xi)^k,$$

$$h''(\xi) = d^2 h / d\xi^2 = 2F C_{2F-1}^F \xi^{F-1} (1-\xi)^{F-1}. \tag{3}$$

Для параметричного представлення вектор-функції $r(t) = [x(t), y(t), z(t)]^T$, $t \in [0,1]$, задамо рівномірно розподілені по осі t вузлові точки з кроком $\Delta = 1/(K+1)$ так, що $t_{1j} = \Delta$, $t_{ij} = i\Delta$, $i = \overline{1,K}$, $t_{kj} = 1 - \Delta$, $j = \overline{1,F}$. Точки, що обмежують i-ту ділянку, розташуємо в серединах сусідніх відрізків так, що $z_i = i\Delta - \Delta/2$, $i = \overline{1,K}$.

Лінійний каркас, утворений прямими лініями, що з'єднують задані точки представляє собою опорну поверхню об'єкту.

Тоді апроксимуючий поліном на i-й ділянці можемо представити у вигляді:

$$B_1(\xi) = (1-\xi)^{F+1} \sum_{k=0}^{F} \xi^k a_{ki} + \xi^{F+1} \sum_{k=0}^{F} (1-\xi)^k b_{ki}, \tag{4}$$

де $\xi = \dfrac{t - z_i}{\Delta}$, $t \in [z_i, z_{i+1}]$, $\xi \in [0,1]$.

Коефіцієнти полінома (4) визначимо з умов рівності полінома і всіх його похідних до порядку F+1 у граничних точках t=zi , t=zi+1, що відповідають значенням для опорної поверхні. Ці умови висувають вимоги в граничних точках рівності нулю похідних вище першого порядку. Тоді коефіцієнти полінома на i-й ділянці можемо представити [3]

$$a_{ki} = \varepsilon_k \left[(F+k)(r_{i,} + r_{i-1})/2 + k(r_i - r_{i-1}) \right],$$

$$b_{ki} = \varepsilon_k \left[(F+k)(r_i + r_{i+1})/2 + k(r_i - r_{i+1}) \right], \quad k = \overline{0, F}.$$

Апроксимуючий поліном (4) буде:

$$B_i(\xi) = Fh_3(\xi)(r_i + r_{i-1})/2 + h_4(\xi)(3r_i - r_{i-1})/2 + \\ + Fh_1(\xi)(r_i + r_{i+1})/2 + h_2(\xi)(3r_i - r_{i+1})/2. \qquad (5)$$

При тривимірній F-апроксимації в декартовій системі координат, $\{x, y, z\}$, задані матриці базових координат $\{x_{ij}\}$, $\{y_{ij}\}$, $\{z_{ij}\}$, $i = \overline{1, K_x}$, $j = \overline{1, K_y}$, опорної поверхні $f = f(x, y, z)$.

Таке представлення базових координат дозволяє ввести параметри u∈[0,l], v∈[0,1] відповідні рядкам i=const і стовпцям j=const введених матриць. Введемо вектор-функцію r(u,v)=[x(u,v),y(u,v),z(u,v)]T.

При цих вихідних даних побудуємо поверхню неперервну і неперервно-диференційовану до заданого порядку.

Для вибору координат вузлових точок розділимо одиничний куб параметричної площини рівномірною сіткою на (Кх+1)×(Ку+1) прямокутників зі сторонами, по відповідним координатах рівними Δu=1/(Кх+1), Δv = 1/(Ку+1), і будемо вважати, що таблиці для вектора-функції r(u, v) задані в наступних точках площини

(u, v): u=Δu,v1 =Δv, ui=iΔu, vj=jΔv, i=1,2,…kx, j=1,2,…ky,

ukx=1-Δx, uky=1-Δy .

Штриховий прямокутник зображує область визначення (i,j)-й елементів складної поверхні Ωij, на якій будується F-апроксимація. По осях u і v область Ωij обмежується відповідно точками zi=ui-Δu/2, zi+1= ui+Δu/2, wj=vj-Δv/2, wj+1=vj+Δv/2.

Лінійна поверхня визначається наступними формулами апроксимації для (ij)-го елементу опорної поверхні для області IV (рис.2)

$$G_y(\chi, \varphi) = A_{III} + B_{III}\chi + C_{III}\varphi + D_{III}\chi\varphi, \ \chi = (u - u_i)/\Delta_u, \ \varphi = (v - v_j)/\Delta_v,$$
$$A_{III} = r_5, \ B_{III} = r_6 - r_5, \ C_{III} = r_8 - r_5, \ D_{III} = r_9 + r_5 - r_8 - r_6. \qquad (6)$$

Побудуємо на Ωij наступну поліноміальну апроксимацію:

$$B(\xi, \eta) = (1-\xi)^{F+1} \sum_{k=0}^{F} \xi^k a_k(\eta) + \xi^{F+1} \sum_{K=0}^{F} (1-\xi)^k b_k(\eta), \qquad (7)$$

де $\xi = \dfrac{u - z_i}{\Delta_u}$, $\eta = \dfrac{v - w_j}{\Delta_v}$, u∈[zi, zi+1], v∈[wj, wj+1], ξ∈[0,1], η∈[0, 1].

Відмінність від одномірної F-апроксимації полягає в залежності коефіцієнтів полінома від змінної η. Припустимо, як в одномірній F-апроксимації, що всі похідні вище першої по змінній ξ, на границі Ωij дорівнюють нулю. У цьому випадку справедливі наступні формули:

$$a_k(\eta) = \varepsilon_k \left[(F+k)B(0, \eta) + kB_\xi(0, \eta) \right],$$
$$b_k(\eta) = \varepsilon_k \left[(F+k)B(1, \eta) - kB_\xi(1, \eta) \right]. \qquad (8)$$

Чотири вектори-функції B(0, η), B(1, η), Bξ(0, η), Bξ(1, η) - поліноми і їхні перші похідні на границях області Ωij - будемо представляти за допомогою одномірних F-апроксимацій по змінній η. Лінійний каркас для цих апроксимацій буде будуватися на точках, що визначаються по формулах представлення лінійчатих поверхонь на елементах опорної поверхні, що покривають область Ωij. Так, для лівої границі Ωij при ξ=0 точкам лінійного каркаса F-апроксимації для вектор-функції B(0,η) будуть відповідати значення, розраховані в областях I і II. Gi-1j-1 (1/2,0), Gi-1j-1 (1/2, 1), Gi-1j(1/2,0), яким будуть відповідати величини ri-1, ri, ri+1. Аналогічно для інших трьох функцій. Таким чином, величини ri-1, ri, ri+1 (6) у формулах (7) будуть мати вигляд:

для функції B(0, η)

$$(r_1 + r_2)/2,\ (r_4 + r_5)/2,\ (r_7 + r_8)/2,$$

для функції $B(1,\eta)$

$$(r_2 + r_3)/2, \quad (r_5 + r_6)/2, \quad (r_8 + r_9)/2,$$

для функції $B_\xi(0,\eta) = \partial B(0,\eta)/\partial\xi$

$$(r_2 - r_1)/2, \quad (r_5 - r_4)/2, \quad (r_8 - r_7)/2,$$

для функції Bξ(1,η)=∂B(1,η)∂ξ

$$(r_3 - r_2)/2, \quad (r_6 - r_5)/2, \quad (r_9 - r_8)/2\,.$$

Використовуючи рівняння для апроксимуючого вектор-полінома

$$B_i(\xi) = (r_i + r_{i-1})/2 + \xi(r_i - r_{i-1}) + h(\xi)(r_{i-1} + r_{i+1} - 2r_i)/2, \tag{9}$$

одержимо

$$B(0,\eta) = (r_1 + r_2 + r_4 + r_5)/4 + \eta(r_4 + r_5 - r_1 - r_2)/2 + \\ + h(\eta)(r_1 + r_2 + r_7 + r_8 - 2r_4 - 2r_5)/4;$$

$$B(1,\eta) = (r_2 + r_3 + r_5 + r_6)/4 + \eta(r_5 + r_6 - r_2 - r_3)/2 + \\ + h(\eta)(r_2 + r_2 + r_8 + r_9 - 2r_5 - 2r_6)/4;$$

$$B_\xi(0,\eta) = (r_2 + r_5 - r_1 - r_4)/4 + \eta(r_1 + r_5 - r_2 - r_4)/2 + \\ + h(\eta)(r_2 + r_8 - r_1 - r_7 + 2r_4 - 2r_5)/4;$$

$$B_\xi(1,\eta) = (r_3 + r_6 - r_2 - r_5)/4 + \eta(r_2 + r_6 - r_5 - r_3)/2 + \\ + h(\eta)(r_3 + r_9 - r_2 - r_8 + 2r_5 - 2r_6)/4. \tag{10}$$

Підставивши (10) у (8), одержимо співвідношення для коефіцієнтів полінома. Тоді апроксимуючий поліном (7) має наступний вигляд:

$$B(\xi,\eta) = [1 + 2\xi - 2h(\xi)]\,[r_2 + r_5 + 2\eta(r_5 - r_2) + h(\eta)(r_2 + r_8 - 2r_5)]/4 + \\ + [1 - 2\xi + h(\xi)]\,[r_1 + r_4 + 2\eta(r_4 - r_1) + h(\eta)(r_1 + r_7 - 2r_4)]/4 + \\ + h(\xi)[r_6 + r_3 + 2\eta(r_6 - r_3) + h(\eta)(r_3 + r_9 - 2r_6)]/4. \tag{11}$$

Після відповідних перетворень формули для полінома (11) та його похідних приймуть вигляд:

$$B^{ij}(\xi,\eta)=R_1^{ij}+\eta R_2^{ij}+h(\eta)R_3^{ij}+\xi\left[R_4^{ij}+\eta R_5^{ij}+h(\eta)R_6^{ij}\right]+$$
$$+h(\xi)\left[R_7^{ij}+\eta R_8^{ij}+h(\eta)R_9^{ij}\right],$$
$$B_{\xi}^{\ ij}(\xi,\eta)=R_4^{ij}+\eta R_5^{ij}+h(\eta)R_6^{ij}+h'(\xi)\left[R_7^{ij}+\eta R_8^{ij}+h(\eta)R_9^{ij}\right],$$
$$B_{\xi\xi}^{ij}(\xi,\eta)=h''(\xi)\left[R_7^{ij}+\eta R_8^{ij}+h(\eta)R_9^{ij}\right],$$
$$B_{\eta}^{ij}(\xi,\eta)=R_2^{ij}+\xi R_5^{ij}+h(\xi)R_8^{ij}+h'(\eta)\left[R_3^{ij}+\xi R_6^{ij}+h(\xi)R_9^{ij}\right],$$
$$B_{\eta\eta}^{ij}(\xi,\eta)=h''(\eta)\left[R_3^{ij}+\xi R_6^{ij}+h(\xi)R_9^{ij}\right],$$
$$B_{\xi\eta}^{ij}(\xi,\eta)=R_5^{ij}+h'(\eta)R_6^{ij}+h'(\xi)R_8^{ij}+h'(\xi)h'(\eta)R_9^{ij}. \qquad (12)$$

У формулі (12) прийняті наступні позначення:

$$R_1^{ij}=\left(r_{i-1j-1}+r_{ij-1}+r_{i-1j}+r_{ij}\right)/4,$$
$$R_2^{ij}=\left(r_{ij}+r_{i-1j}-r_{i-1j-1}-r_{ij-1}\right)/2,$$
$$R_3^{ij}=\left(r_{i-1j-1}+r_{ij-1}+r_{i-1j+1}+r_{ij+1}-2r_{ij}-2r_{i-1j}\right)/4,$$
$$R_4^{ij}=\left(r_{ij-1}-r_{i-1j-1}+r_{ij}-r_{i-1j}\right)/2,$$
$$R_5^{ij}=r_{ij}-r_{i-1j}+r_{i-1j-1}-r_{ij-1},$$
$$R_6^{ij}=\left(r_{ij-1}-r_{i-1j-1}+r_{ij+1}-r_{i-1j+1}-2r_{ij}+2r_{i-1j}\right)/2,$$
$$R_7^{ij}=\left(r_{i-1j-1}+r_{i+1j-1}+r_{i-1j}+r_{i+1j}-2r_{ij}-2r_{ij-1}\right)/4,$$
$$R_8^{ij}=\left(r_{i-1j}+r_{i+1j}-r_{i-1j-1}-r_{i+1j-1}+2r_{ij-1}-2r_{ij}\right)/4,$$
$$R_9^{ij}=\left(r_{i-1j-1}+r_{i+1j-1}+r_{i-1j+1}+r_{i+1j+1}-2r_{ij-1}-2r_{ij+1}-2r_{i-1j}-2r_{i+1j}+4r_{ij}\right)/4. \qquad (13)$$

Покажемо, що при будь-якому заданому значенні однієї із змінних на Ωij, поліном являє собою одномірну F-апроксимацію по інший змінній.

Нехай задане значення змінної η, тоді, якщо одномірний поліном по змінній ξ, представляє F-апроксимацію, відповідно до формули (9), він повинний мати наступний вигляд:

$$B^{ij}(\xi,\eta)=\left[r_{10}(\eta)+r_{11}(\eta)\right]/2+\xi\left[r_{11}(\eta)-r_{10}(\eta)\right]+$$
$$+h(\xi)\left[r_{10}(\eta)+r_{12}(\eta)-2r_{11}(\eta)\right]/2. \qquad (14)$$

Точки r10(η), r11(η), r12(η) визначаються по аналогічних формулах одномірної F-апроксимації в напрямку змінної η:

$$r_{10}(\eta)=\left(r_4+r_1\right)/2+\eta\left(r_4-r_1\right)+h(\eta)\left(r_1+r_7-2r_4\right)/2,$$
$$r_{11}(\eta)=\left(r_5+r_2\right)/2+\eta\left(r_5-r_2\right)+h(\eta)\left(r_2+r_8-2r_5\right)/2,$$
$$r_{12}(\eta)=\left(r_6+r_3\right)/2+\eta\left(r_6-r_3\right)+h(\eta)\left(r_3+r_9-2r_6\right)/2,$$

звідки, відповідно до позначень (13), маємо

$$\left[r_{10}(\eta)+r_{11}(\eta)\right]/2=R_1^{ij}+\eta R_2^{ij}+h(\eta)R_3^{ij},$$
$$r_{11}(\eta)-r_{10}(\eta)=R_4^{ij}+\eta R_5^{ij}+h(\eta)R_6^{ij},$$
$$\left[r_{10}(\eta)+r_{12}(\eta)-r_{11}(\eta)\right]/2=R_7^{ij}+\eta R_8^{ij}+h(\eta)R_9^{ij}. \qquad (15)$$

Підставимо (15) у (14), одержуємо перше співвідношення (12).

Висновки. Отже, задавши одну з координат у напрямку іншої координати, поліном представляє одномірну F-апроксимацію.

Для F-апроксимації поверхні необхідно розв’язати систему (Кх-1)×(Ку-1) лінійних алгебраїчних рівнянь, побудовану на основі системи рівнянь з (Кх -1) × (Ку -1) невідомими.

Схема побудови апроксимації поверхні забезпечує неперервність апроксимуючого полінома в лініях сполучення разом із усіма похідними аж до 2F + 1-го порядку.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Фокс А., Пратт М. Вычислительная геометрия. – М.: Мир, 1982. – 302 с.
2. Ferguson J.C. Multivariable Curve interpolation // Journ. ACM. 1964. II, N P.221.
3. Завьялов Ю.С., Квасов Б.И., Мирошниченко В.Л. Методы сплайн-функций. – М.: Мир, 1980.
4. Аульченко С.М., Латыпов А.Ф., Никуличев Ю.В. Построение кривых и поверхностей с помощью параметрических полиномов // Автометрия. 2000. – №4. – С.61-75.
5. Координатные измерительные машины и их применение/Гапшис А.А., Каспарайтис А.Ю., М.Б. Модестов, Раманаускас З.А., Серков Н.А., Чудов В.А. - М.: Машиностроение, 1988. – 328 с.

Без рецензії.

УДК 621.396.96

Кольцов Р.Ю. (ВІКНУ)
к.т.н. **Лєнков Є.С.** (КМотЗ)
Лоза В.М. (ВІКНУ)

ЗАСТОСУВАННЯ "ВЕЙВЛЕТ-ТЕХНОЛОГІЙ" ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СПЕКТРАЛЬНОГО МЕТОДУ КУТОВОГО РОЗРІЗНЕННЯ В ОГЛЯДОВИХ РАДІОЛОКАТОРАХ СИСТЕМ РАДІОНАВІГАЦІЇ

Розглянуто особливості спектрального Фур'є-перетворення, що обмежують рівень деталізації функцій, зокрема, ехосигналів з наявністю стрибкоподібних змін. Дана характеристика і сформульована ідеологічна лінія новітньої інструментальної технології аналізу сигналів на основі "вейвлет-перетворень", що дозволяє підвищити ефективність розрізнення двох цілей в межах імпульсного об'єму радіолокатора.
Ключові слова: радіолокаційна система, вейвлет-перетворення, спектральний аналіз.

Рассмотрены особенности спектрального Фурье-преобразования, ограничивающие уровень детализации функций, в частности, эхосигналов с наличием скачкообразных изменений. Дана характеристика и сформулирована идеологическая линия новейшей инструментальной технологии анализа сигналов на основе "вейвлет-преобразований", позволяющая повысить эффективность разрешения двух целей в пределах импульсного объёма радиолокатора.
Ключевые слова: радиолокационная система, вейвлет-преобразование, спектральный анализ.

The features of the spectral - Fourier transform, limiting the level of detail functions, in particular, echoes with the presence of abrupt changes. The characteristic of the ideological line and reads the latest tooling technology signal analysis based on the "wavelet - changes" to enhance the resolution of the two targets within the radar pulse volume.
Keywords: radar system, the wavelet transform, spectrum analysis.

Вступ та постановка завдання. Останній період (після 2000 р.) розвиток теорії і технології радіолокаційних засобів знаменується широким застосуванням методів спектрального оцінювання. Спектральний аналіз, як один з методів обробки сигналів, складає математичну основу нових перспективних алгоритмів побудови цифрових систем вилучення інформації про характеристики цілей.

Практична потреба "надрелєвського" розрізнення об'єктів стимулювало теоретичні розробки великого числа методів "надрозрізнення", як шумових випромінювань, так і імпульсних ехосигналів.

У практиці навігації повітряних суден (цілей) виникає специфічне проблемне завдання, із збільшенням щільності повітряного руху та зростаючою тенденцією підвищення інтенсивності польотів, що призводить до істотного ускладнення сигнально-завадової обстановки. У рішенні задачі забезпечення безпеки польотів в цих умовах з усіх тактичних характеристик радіолокаторів (РЛ) першорядне значення набуває роздільна спроможність (РС), перш за все, по кутових координатах. Одним із методів підвищення РС вище релеєвскої границі є реалізація спектральних відмінностей дискретної пачки ехосигналу двох цілей в імпульсному об'ємі РЛ, що полягають у наявності області швидких флуктуацій в середині пачки.

Алгоритм спектрального розрізнення розглядається в окремій роботі. У цій статті пропонується спосіб підвищення ефективності розрізнення за рахунок застосування нових технологій обробки.

Основні положення дослідження. Методи спектрального оцінювання відрізняються широкою різноманітністю математичних способів формування спектрального образу прийнятих ехосигналів в залежності від області застосування радіолокаційної системи (РЛС).

Так, в дослідженнях проблемної задачі "надрелєвського" розрізнення при радіолокації цілей, що знаходяться в межах одного імпульсного об'єму РЛС і утворюють одну

зосереджену групову ціль (ЗЦ), використовуються методи альтернативного спектрального оцінювання, в яких термін "спектр" розуміється в найзагальнішому сенсі: як представлення сигналу лінійним оператором або матрицею кореляційних функцій сигналів при багатоканальному прийомі або їх власних значень.

У теорії спектрального оцінювання результати розрізнення залежать не стільки від сукупності власних значень кореляційної матриці, скільки від вибору функції від них, що формує матрицю даних. Ефект високого розрізнення при застосуванні методів спектрального оцінювання досягається за рахунок використання модельних уявлень аналізованого процесу, що враховують їх внутрішні зв'язки [1].

Поняттю "узагальнений спектр" більш вдало відповідає термін "псевдоспектр", що зустрічається в деяких публікаціях.

У проекційних методах [2] математична модель портрету ЗЦ представлена як результат проектування сигнального вектора на деякий опорний підпростір, що обирається на основі фізично наявних апріорних відомостей. Метод, за даними [2], має теоретично високу потенційну ефективність при оцінці кількості одиночних цілей у складі ЗЦ при ортогональних ехосигналах, відбитих від одиночних випромінювачів.

При оцінці можливостей практичної реалізації розглянутих вище методів слід виділити декілька принципових обмежень:

1) високі вимоги до обчислювальних ресурсів системи обробки для перетворення сигналу в "псевдоспектр", що перешкоджають у багатьох випадках отриманню інформації в реальному масштабі часу (зокрема, для РЛС з циклом огляду 10 с.);

2) необхідність апріорної інформації про очікувану "форму" ехосигналу і взаємному розташуванні портретів одиночних цілей;

3) вимога для багатьох методів ортогональності сигналів, відбитих від одиночних цілей.

Очевидним шляхом подолання зазначених обмежень, насамперед, пов'язаних із зменшенням обчислювальних процедур, є використання замість "псевдоспектру" спектра частот на основі перетворення Фур'є (у цифрових системах – дискретного перетворення Фур'є (ДПФ)). Такий підхід до вирішення задачі визначення складу парної ЗЦ розглянуто в [3] стосовно до оглядових РЛС як радіонавігації, так і Протиповітряної оборони.

Запропонований метод відрізняється простотою технічної реалізації в порівнянні з будь-яким з методів альтернативного та проекційного аналізу, але вимагає високих енергетичних характеристик системи виявлення-розрізнення у зв'язку з тим, що корисна для розрізнення інформація міститься у вищих складових спектра частот. Модель пачки ехосигналу парної ЗЦ на відміну від одиночної цілі має область швидких флуктуацій в середині пачки, зумовлених явищем інтерференції імпульсів з випадковими фазами.

Флуктуації обвідної пачки призводять до збільшення сумарної потужності вищих гармонік спектру, яке і служить інформаційною ознакою розрізнення в частотній області.

Ілюстрація прямокутної пачки парної ЗЦ (один із фрагментів) показана на рис. 1.

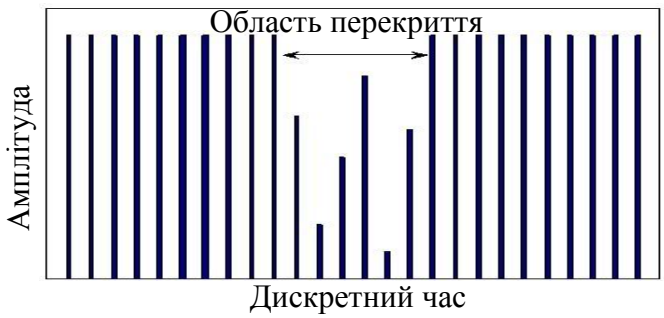


Рис. 1. Фрагмент прямокутної пачки відбитої від парної зосередженої цілі

Виявлення цієї ознаки за результатами ДПФ має суттєві обмеження, пов'язані з принциповими недоліками Фур'є – відображення функцій складної конфігурації.

До таких недоліків відносяться:

- стрибкоподібна зміна сигналу (розриви і піки) викликає незначну зміну частотного образу, яке характеризується "розмазуванням" по частоті, тобто зміною складу вищих складових;

- за складом вищих складових неможливо оцінити місце розташування стрибків і особливості сигналу на часовій осі.

Недоліки пояснюються тим, що синусоїда, як плавна базисна функція, в принципі не може представити перепади сигналу з високою крутизною при обмеженому числі гармонік.

При використанні замість аналогового спектру алгоритму ДПФ виникає додатковий недолік, обумовлений особливостями ДПФ. Значення ДПФ називаються спектральними відліками. Якщо додати до відліків сигналу деяку кількість нулів, то, як відомо, спектральна функція дискретного сигналу не зміниться, але ДПФ дає більшу кількість спектральних відліків, змінюючи тим самим структуру вищих складових спектра. Для ілюстрації недоліку на рис. 2 показані результати ДПФ двох прямокутних пачок: без додаткових нулів (рис. 2а) і з ними (рис. 2б).

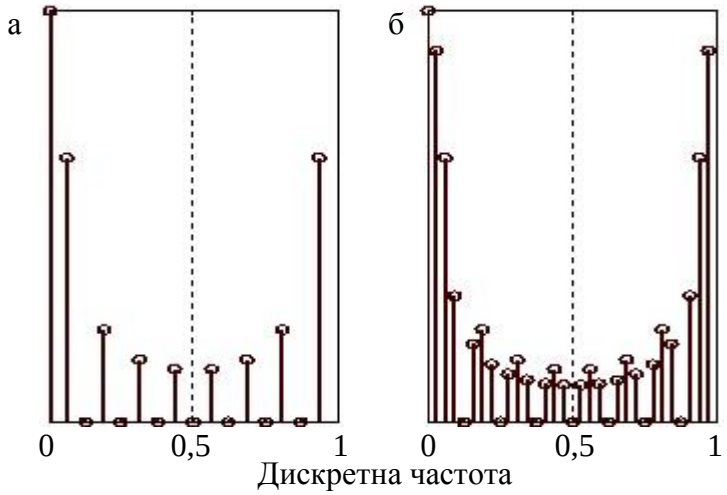


Рис. 2. Дискретне перетворення Фур’є прямокутних пачок:
а – без додаткових нулів; б – з додатковими нулями

З проведеного аналізу інформаційних можливостей ДПФ по розрізненню парної ЗЦ, обвідна пачки якої має область стрибкоподібної зміни функції, призводить до висновку про пошук шляхів і нових методів спектральної обробки, які підвищують детальність портрета частотного образу ехосигналу.

Для досягнення поставленого завдання пропонується використовувати досягнення новітньої інструментальної технології застосування коротких хвильових пакетів "вейвлетів" (перші публікації з основ вейвлет-технології в перекладних виданнях з’явились в кінці 90-х років, в Росії – на початку 2000 рр. (авторам відомі дві публікації: [4] [5])).

За допомогою вейвлет-технології реалізуються принципово нові види декомпозиції та реконструкції сигналів з підвищеною ефективністю і новими якісними можливостями ідентифікації тонких локальних особливостей сигнальних функцій. Набір вейвлет-функцій у їхньому часовому і частотному представленні може наближати складні сигнали ідеально точно або з деякою несуттєвою похибкою. Вейвлет-перетворення мають явні переваги в представленні локальних особливостей сигналу в порівнянні з перетворенням Фур'є.

Цільовим призначенням пропонованого матеріалу є розгляд новітньої методики спектрального вейвлет-аналізу на рівні ідеологічної основи методів та ілюстрації його прикладних аспектів для подальшої розробки алгоритмів вейвлет-фільтрації.

Вихідний момент фізичної інтерпретації методу базується на відомій процедурі формування узагальненого спектру:

$$s(t) = \sum_k C_k \psi_k(t),$$

де при фіксованій системі базисних функцій $\psi_k(t)$ сигнал повністю визначається множиною коефіцієнтів розкладання C_k.

Протилежними з точки зору детальності образу системами базисних функцій є: синусоїдальні (перетворення Фур'є); гранично локалізовані в частотній області і коротко-імпульсні; локалізовані в часовій області. Вейвлет-функції займають проміжне місце між ними. Майже всі вейвлет-функції не мають конкретного аналітичного подання і можуть бути представлені ітераційними виразами або програмно.

Певним рішенням задачі підвищення ефективності спектрального аналізу сигнальних функцій складної структури є застосування короткочасного чи інакше "віконного" перетворення Фур'є. Аналітично воно записується у вигляді:

$$A(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) w(t-b) e^{j\omega t} dt,$$

де $w(t-b)$ – віконна функція.

Ілюстрація віконного перетворення довільної функції показана на рис. 3.

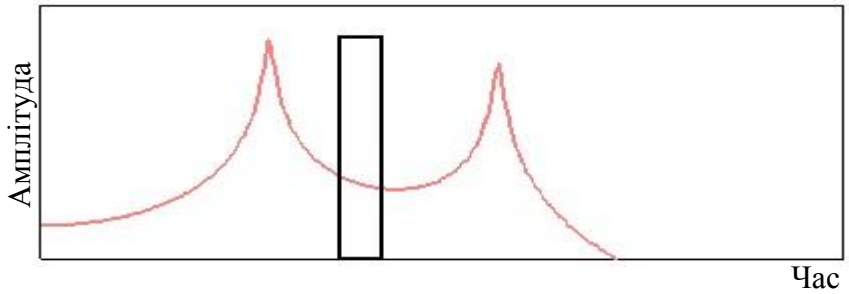


Рис. 3. Віконне перетворення довільної функції

Віконне перетворення не одержало широкого поширення у зв'язку зі складністю в порівнянні із звичайним, крім того, оскільки базисною функцією залишається синусоїда, воно не усуває принципові недоліки стандартного Фур'є-перетворення.

Вейвлет-технологія дозволяє представити сигнал сукупністю хвильових пакетів – вейвлетів, утворених на основі вихідної твірної базисної функції $\psi_0(t)$. Ця сукупність різна в різних частинах часового сигналу і представляє останній з високим ступенем детальності. Такий підхід до спектрального поданням сигналів називається вейвлет-аналізом сигналів. Базисні функції пакета відрізняються часовим зсувом і амплітудою. Число використовуваних для подання сигналу вейвлетів задає рівень декомпозиції сигналу.

На рис. 4 показаний вигляд частотного і часового образу одного з типів вейвлетів.

Загальний вираз вейвлет-функції має вигляд:

$$\psi(t) = a^{-1/2} \psi_0\left(\frac{t-b}{a}\right),$$

де $t-b$ – зсув вихідної базисної функції по осі часу;

$a^{-1/2}(t/a)$ – масштабування.

Кожен ортогональний вейвлет має свій Фур'є-образ, який на частотній осі можна представити реалізацією двох фільтрів: низькочастотного – $H(\omega)$ та узгодженого з ним високочастотного:

$$G(\omega) = e^{-j\omega} \overline{H(\omega + \pi)}.$$

При цьому Фур'є-образ вейвлета має вигляд: $\hat{\psi}(2\omega) = G(\omega)\varphi(\omega)$.

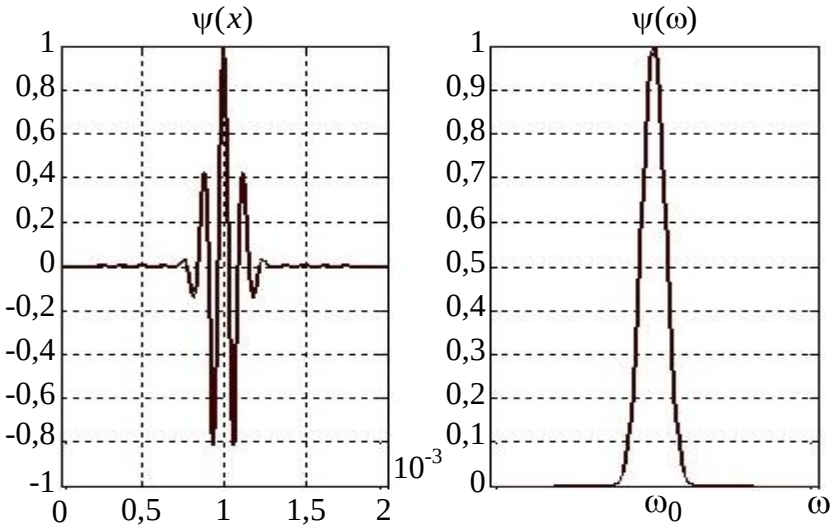


Рис. 4. Вигляд частотного і часового образу одного з типів вейвлетів

Для практичного застосування при технічній реалізації методу більш доцільним є дискретне вейвлет-перетворення, при якому здійснюється дискретизація значень параметрів на деякій множині Z. У цьому випадку вейвлет-функція і функція реконструкції сигналу мають вигляд:

$$\psi_{k,k}(t) = a_0^{-1/2}\psi(a_0^j - k); \qquad s(t) = \sum_{j\in Z}\sum_{k\in Z} C(j,k)\psi_{j,k}(t),$$

де параметри приймають значення: $a = 2^j$, $b = k2^j$, j, k – цілі числа;

$C(j,k)$ – деталізуючи коефіцієнти для вейвлет-композиції сигналу рівня "k".

Сигнал представляється множиною послідовних наближень за допомогою масштабованих версій. Це дозволяє отримати послідовність образів з різним ступенем деталізації. Першим типом вейвлета, на якому була показана можливість практичного використання короткомасштабного аналізу є пакет Хаара.

Висновок. Практичне застосування методу вейвлет-аналізу базується на особливому трактуванні вейвлет-перетворення в частотній області і дозволяє використовувати добре розроблений апарат частотної фільтрації на основі швидкого вейвлет-перетворення. Суть підходу полягає в тому, що частотна область розбивається на дві складових: низькочастотну і високочастотну. Для такого поділу достатньо мати (для кожної вейвлет-функції) два фільтра: L_0 низькочастотний, який дає частотний образ для апроксимації (грубе наближення) і H_i високочастотний для деталізації.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Марлп С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения. Пер. с англ. – М.: Мир,1990.

2. Чижов А.А. Метод разрешения групповых сосредоточенных целей. // Радиотехника, 2009г. – № 10.

3. Лоза В.Н. Цифровой обнаружитель некогерентной пачки эхосигналов с фиксацией числа одиночных излучателей в составе парной групповой сосредоточенной цели // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К.: ВІКНУ, 2012. – № 37. – С. 54–59.

4. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам. – М.: РХД, 2001.

5. Чуи Ч. Введение в вейвлеты. – М.: Мир , 2001 .

Рецензент: к.т.н., доц. Долгушин В.П.

УДК 681.3(07)

д.т.н.. проф. **Ленков С.В.** (ВИКНУ)
д.т.н. **Боряк К.Ф.** (ОДАТРЯ)
к.т.н., доц. **Браун В.О.** (ВИКНУ)
к.т.н. **Банзак Г.В.** (ДП НЦТМ)
к.т.н., доц. **Цыцарев В.Н.** (ВИКНУ)

ИМИТАЦИОННАЯ СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Розробляється імітаційна статистична модель процесу технічного обслуговування й ремонту складного відновлюваного об'єкта РЕТ. Модель реалізована засобами програмування Delphi.

Ключові слова: імітаційна модель, відновлюваний об'єкт, програма Delphi.

Разрабатывается имитационная статистическая модель процесса технического обслуживания и ремонта сложного восстанавливаемого объекта РЭТ. Модель реализована средствами программирования Delphi.

Ключевые слова: имитационная модель, восстанавливаемый объект, программа Delphi.

The imitating statistical model of process of maintenance service and repair of difficult restored object RET is developed. The model is realised by means of programming Delphi.

Keywords: imitating model, restored object, program Delphi.

Введение. В процессе эксплуатации сложных объектов радиоэлектронной техники (РЭТ) для обеспечения требуемого уровня их надежности производится техническое обслуживание и ремонт (ТОиР). *Процесс ТОиР* осуществляется средствами *системы ТОиР*, которая включает в себя обслуживающий персонал (расчеты) объектов РЭТ, ремонтные органы (РО), подсистему обеспечения запасным имуществом и принадлежностями (ЗИП). В [1] была разработана математическая модель, в которой процесс ТОиР представлялся как случайный процесс, описываемый графом состояний и переходов, изображенным на рис. 1. Произведенный анализ показал, что реализовать модель процесса

ТОиР средствами только математического аппарата случайных процессов не удается, и был сделан вывод о целесообразности применения метода имитационного статистического моделирования.

В данной статье разрабатывается имитационная статистическая модель (ИСМ) процесса ТОиР. При разработке ИСМ за основу взято то же формализованное описание процесса, которое использовалось в [1].

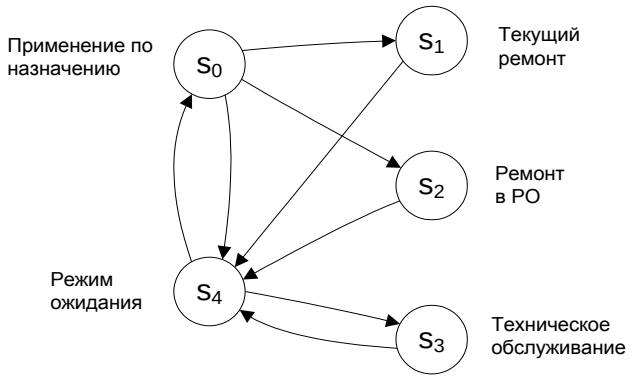


Рис. 1. Граф состояний и переходов процесса ТОиР

Объектом обслуживания и ремонта является объект РЭТ, состоящий из большого количества разнотипных элементов и имеющий иерархическую конструктивную структуру. Среди всех элементов объекта различных конструктивных уровней выделяется подмножество восстанавливаемых элементов $E_{в}$, которые предполагается заменять в процессе эксплуатации в случае их отказа. Объект РЭТ имеет встроенную систему технического диагностирования (СТД), с помощью которой обнаруживаются неисправности с точностью до элементов из подмножества $E_{в1}$ ($E_{в1} \subset E_{в}$). Все остальные восстанавливаемые элементы образуют

подмножество $E_{в2}$ ($E_в = E_{в1} \cup E_{в2}$). Для обнаружения неисправностей элементов $E_{в2}$ требуются средства, имеющиеся в РО.

Выходной информацией ИСМ должны быть оценки показателей надежности и стоимости эксплуатации объекта, прогнозируемые на заданный период времени. Ниже описывается алгоритм ИСМ, при разработке которого были приняты следующие допущения:

- отказы элементов объектов независимы, все элементы соединены в смысле надежности последовательно (условием работоспособности объекта является работоспособное состояние всех элементов $E_в$);
- индикация отказов мгновенная, после отказа сразу начинается восстановление (текущий ремонт) силами и средствами расчета или РО;
- РО многоканальный – один канал ремонта в каждый момент времени обслуживает (ремонтирует) один объект РЭТ;
- время прибытия канала РО (или доставки объекта в РО) одинаково для всех объектов (пространственное расположение объектов не учитывается);
- ТО проводится с обязательным участием РО, при ТО производится замена подлежащих обслуживанию элементов новыми;
- ресурс элементов расходуется только в состоянии применения объекта по назначению;
- состав ЗИП объектов и ЗИП РО поддерживается постоянным в течение всего периода эксплуатации объектов, состав ЗИП центрального склада неограничен.

1. Алгоритм имитационной статистической модели

1.1. Исходные данные

Исходными данными для ИСМ являются:

▪ параметры объекта РЭТ:

$E_в$ - множество восстанавливаемых элементов (с выделением подмножеств $E_{в1}$ и $E_{в2}$);

$\langle \mu_i, \nu_i \rangle$ - параметры закона распределения наработки до отказа элементов (математическое ожидание и коэффициент вариации). В качестве закона распределения используется диффузионное немонотонное распределение (*DN*-распределение). Выбор *DN*-распределения связан с тем, что это распределение является наиболее адекватной моделью отказов для разнотипных элементов: радиоэлектронных, механических и др. [2];

$\tau_{замi}$ - среднее время замены элемента;

C_{0i} - стоимость элемента; ($i = \overline{1, |E_â|}$)

▪ параметры системы ТО[1]:

$E_{то}$ - подмножество обслуживаемых элементов ($E_{то} \subset E_в$);

$T_{то}$ - периодичность ТО;

$\tau_{тоi}$ - средняя продолжительность ТО элемента;

$C_{тоi}$ - стоимость операции ТО элемента; ($i = \overline{1, |E_{òî}|}$)

▪ параметры системы РО:

$n_{ро}$ - число каналов ремонта;

$\tau_{аро}$ - среднее время подготовки ремонтного оборудования;

---

[1] Для простоты рассматривается случай регламентированной стратегии с одним видом ТО.

▪ параметры системы обеспечения ЗИП:

$K_{\text{гзип-о}}$, $K_{\text{гзип-р}}$ и $K_{\text{гзип-с}}$ - коэффициент готовности ЗИП-О, ЗИП-Р и ЗИП-С;

$T_{\text{дзип-с}}$ - среднее время доставки элементов из ЗИП-С;

▪ параметры моделирования:

$n_{\text{об}}$ - число объектов РЭТ;

$T_{\text{э}}$ - продолжительность эксплуатации объектов;

$N_I^{\max}$ - максимальное число реализаций, при выполнении которых процесс моделирования завершается;

$\varepsilon^{\text{òð}}$ - требуемая точность результатов (относительная ошибка).

Вся исходная информация вводится в базу данных (БД) модели.

1.2. Структурная схема алгоритма

Работа алгоритма основана на использовании принципа «календаря событий», идея которого заключается в следующем [3]. Календарь событий (КС) представляет собой массив (или список), в который записываются значения моментов времени всех запланированных модельных событий. В процессе моделирования производится просмотр КС и определение в качестве текущего модельного времени наименьшего значения из имеющихся в КС. Затем производится обработка текущего события, содержание которой зависит от типа события. После обработки события генерируется новое значение времени наступления этого события (случайное или детерминированное), которое записывается в КС вместо прежнего значения. Потом вновь производится просмотр КС и определение нового значения текущего модельного времени, и т.д. Таким образом, происходит последовательное «продвижение» модельного времени до тех пор, пока его значение не достигнет заданной продолжительности эксплуатации объекта РЭТ (на этом заканчивается одна итерация моделирования). При обработке каждого события производится накапливание необходимой статистики, которая после завершения процесса моделирования используется для вычисления оценок интересующих нас показателей качества процесса ТОиР.

Структурная схема алгоритма ИСМ изображена на рис. 2. Рассмотрим кратко работу алгоритма.

Оператор 1 осуществляет ввод исходных данных. Вся информация берется из БД модели, которая создается и заполняется заранее.

Оператор 2 инициирует переменные и массивы, в которых будет накапливаться необходимая статистическая информация. Также выполняются такие действия:

- переменная kan – число свободных каналов ремонта, устанавливается в начальное значение ($\text{kan} := n_{\text{ро}}$);

- создаются пустые множества (списки) oRO и oTO, в которых будут формироваться очереди объектов, ожидающих РО для проведения ремонта и ТО;

- устанавливается начальное значение переменной N_I - количество выполненных итераций ($N_I = 0$).

Оператор 3 генерирует и сохраняет в КС запланированные значения времени наступления всех событий. Непосредственно планируются следующие типы событий: «отказ», «ТО», «освобождение РО».

Оператор 4 определяет текущее модельное время t и тип связанного с ним события. Одновременно с этим определяется объект О, с которым связано данное событие, и отказавший элемент Е (если событие является отказом).

Оператор 5 проверяет условие завершения итерации моделирования. Если текущее событие «отказ», то оператор 6 передает управление операторам 7-9, которыми осуществляется обработка этого события.

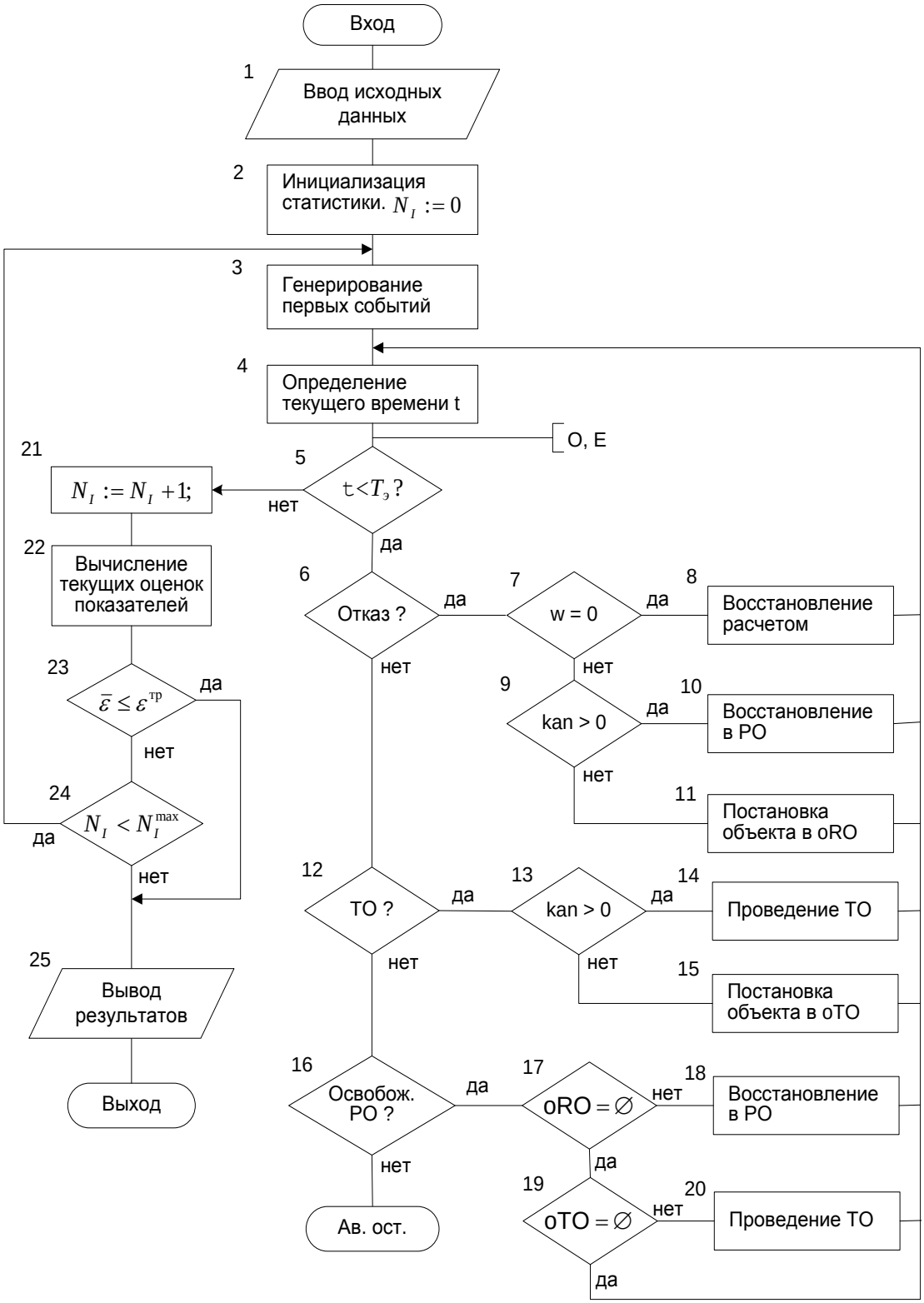


Рис. 2. Структурная схема алгоритма моделирования

Если текущий отказ объекта вызван отказом элемента, принадлежащего множеству $E_{в1}$ (признаком этого является значение E.w=0[2]), то выполняется оператор 8, в котором

[2] Запись E.w означает, что признак w относится к элементу E

имитируется восстановление объекта О путем замены элемента Е. Оператором 8 выполняются такие действия:

- определяется среднее значение продолжительности восстановления:

$$\tau_{â} := E.\tau_{çàì} + (1 - Î.K_{ãçëï\text{-}î}) \cdot T_{äçëï\text{-}ñ}; \quad (1)$$

- генерируется новое значение наработки до отказа элемента Е с помощью процедуры Gen_DN:

$$\tau_{î} := Gen\_DN(E.\mu, E.\nu); \quad (2)$$

процедура-функция $Gen\_DN(\mu, \nu)$ генерирует случайную величину, подчиняющуюся *DN*-распределению. Использовался датчик случайных чисел, описанный в [4].

- в КС записывается новое запланированное значение времени отказа элемента Е:

$$E.t := E.t + \tau_{î}; \quad (3)$$

- накапливается следующая статистика:

$$t_{âΣ} := t_{âΣ} + \tau_{â}; \quad t_{îΣ} := t_{îΣ} + \tau_{î}; \quad c_{âΣ} := c_{âΣ} + E.C_0, \; n_{îòêΣ} := n_{îòêΣ} + 1, \quad (4)$$

где $t_{вΣ}$ - суммарное время восстановления; $t_{оΣ}$ - суммарная наработка до отказа, $c_{вΣ}$ - суммарные затраты стоимости на восстановление объекта, $n_{откΣ}$ - суммарное число отказов (восстановлений) объекта.

Если текущий отказ связан с отказом элемента, принадлежащего множеству $E_{в2}$ (E.w=1), то в этом случае для восстановления объекта требуются средства, имеющиеся в РО. Оператор 9 проверяет, есть ли в данное время свободные каналы ремонта (kan – текущее число свободных каналов ремонта). Если kan>0, выполняется оператор 10, в котором производятся действия, аналогичные выражениям (2)-(4). Вместо (1) выполняется оператор:

$$\tau_{â} := \tau_{àðî} + E.\tau_{çàì} + (1 - K_{ãçëï\text{-}ð}) \cdot T_{äçëï\text{-}ñ}, \quad (5)$$

где $\tau_{àðî}$ - среднее административное время РО, которое требуется для подготовки ремонтного оборудования, доставки объекта в РО (или РО к объекту) и, возможно, другие составляющие.

Число свободных каналов ремонта уменьшается на 1 (kan= kan-1).

Если в данный момент времени отсутствуют свободные каналы ремонта (kan=0), то выполняется оператор 11, которым текущий отказавший объект включается в очередь оРО :

$$O.t_{îæ\,ðî} := t; \quad îÐÎ := îÐÎ \cup Î. \quad (6)$$

Первый оператор запоминает время постановки в очередь, вторым оператором объект О включается в множество (список) оРО.

Оператор 12 проверяет, является ли текущее событие, событием «ТО». Если да, то выполняются операторы 13-15.

Если есть свободные каналы ремонта, то выполняется оператор 14, в котором выполняются такие действия:

- определяется среднее значение продолжительности ТО. В случае регламентированной стратегии ТО продолжительность ТО $\tau_{то}$ определяется как сумма:

$$\tau_{òî} := \sum_{E \in E_{òî}} E.\tau_{òî} + \tau_{àðî};^{3} \quad (7)$$

- имитируется выполнение ТО путем перепланирования времени отказов элементов следующим образом:

а) для всех элементов $E \in E_{то}$ генерируются новые значения наработки до отказа $\tau_{о}$ с помощью процедуры $Gen\_DN(E.\mu, E.\nu)$;

---

[3] Предполагается, что требуемый для ТО ЗИП всегда имеется.

б) затем для этих же элементов в КС записываются новые запланированные значения времени их отказа:

$$E.t := t + \tau_{\text{î}} \quad (\forall E \in E_{\text{òî}}) \tag{8}$$

- накапливается статистика ТО:

$$t_{\text{òî}\Sigma} := t_{\text{òî}\Sigma} + \tau_{\text{òî}}; \quad c_{\text{òî}\Sigma} := c_{\text{òî}\Sigma} + \sum_{E \in E_{\text{òî}}} (E.C_0 + E.C_{\text{òî}}), \tag{9}$$

где $t_{\text{то}\Sigma}$ - суммарные затраты времени на проведение ТО, $c_{\text{то}\Sigma}$- суммарные затраты стоимости на ТО.

Если свободные каналы РО отсутствуют, то оператор 13 передает управление оператору 15, который текущий объект О, требующий проведения ТО, включает в очередь оТО :

$$O.t_{\text{î÷ òî}} := t; \quad \text{îÒÎ} := \text{îÒÎ} \cup \text{Î}. \tag{10}$$

Оператор 16 проверяет наступление события «освобождение РО». Если событие наступило, выполняются операторы 17-20. Если есть очередь объектов, ожидающих РО ($oPO \neq \varnothing$), то выполняется оператор 18, в котором производятся действия такие же, как и в операторе 10. Отличие состоит только в том, что в (5) добавляется еще одно слагаемое – время ожидания в очереди:

$$\tau_{\text{â}} := \tau_{\text{à ðî}} + E.\tau_{\text{çàì}} + (1 - K_{\text{ã çëï -ð}}) \cdot T_{\text{ä çëï -ñ}} + (t - O.t_{\text{î÷ ðî}}). \tag{11}$$

Также накапливается статистика времени ожидания РО:

$$t_{\text{î÷ ðî}\Sigma} := t_{\text{î÷ ðî}\Sigma} + (t - O.t_{\text{îæ ðî}}), \quad n_{\text{î÷ ðî}\Sigma} := n_{\text{î÷ ðî}\Sigma} + 1. \tag{12}$$

Если есть непустая очередь объектов, ожидающих ТО, то выполняется оператор, аналогичный оператору 14. Только дополнительно накапливается статистика времени пребывания в очереди ТО:

$$t_{\text{î÷ òî}\Sigma} := t_{\text{î÷ òî}\Sigma} + (t - O.t_{\text{îæ òî}}), \quad n_{\text{î÷ òî}\Sigma} := n_{\text{î÷ òî}\Sigma} + 1. \tag{13}$$

Если при выполнении оператора 5 текущее время t превысит заданное значение максимальной суммарной наработки $T_{\text{э}}$, управление передается оператору 21, в котором подсчитывается число выполненных итераций моделирования N_I. Оператором 22 рассчитываются оценки показателей качества процесса ТОиР, а также текущая оценка точности результатов моделирования ε.

Если текущая точность ε достигла требуемого значения $\varepsilon^{\text{òð}}$, или количество выполненных итераций N_I достигло заданного максимального значения $N_I^{\max}$, то на этом процесс моделирования завершается – выполняется оператор 25, который полученные результаты выводит на экран ПК. В противном случае процесс моделирования продолжается – оператор 24 передает управление оператору 3.

1.3. Формулы расчета оценок показателей качества

По накопленной в процессе моделирования статистике вычислялись оценки следующих показателей, характеризующих качество процесса ТОиР (вычисления производятся в операторе 22):

- средняя наработка на отказ объекта:

$$T_0 = t_{\text{î}\Sigma} / (n_{\text{îòê}\Sigma} \cdot n_{\text{îá}}); \tag{14}$$

- коэффициент готовности:

$$K_{\text{ã}} = t_{\text{î}\Sigma} / (t_{\text{î}\Sigma} + t_{\text{â}\Sigma}); \tag{15}$$

- коэффициент технического использования:

$$K_{òè} = t_{î\Sigma} /(t_{î\Sigma} + t_{â\Sigma} + t_{ðï\Sigma}); \quad (16)$$

- удельные затраты стоимости[4]:

$$c_{óä} := (c_{â\Sigma} + c_{òî\Sigma})/t_{î\Sigma}; \quad (17)$$

- средняя продолжительность ожидания РО в состоянии восстановления:

$$T_{î÷\,ðî} = t_{î÷\,ðî\Sigma} / n_{î÷\,ðî\Sigma}; \quad (18)$$

- средняя продолжительность ожидания РО в состоянии ТО:

$$T_{î÷\,ðî} = t_{î÷\,ðî\Sigma} / n_{î÷\,ðî\Sigma}. \quad (19)$$

Помимо указанных показателей, являющихся математическими ожиданиями, при реализации алгоритма моделирования вычислялись также оценки среднеквадратических отклонений соответствующих показателей.

Заключение и выводы. Рассмотренный алгоритм ИСМ процесса ТОиР реализован программно с использованием системы программирования Delphi [5]. БД модели разработана с помощью СУБД InterBase.

Разработанная программа , реализующая данную ИСМ, проверена на тестовых примерах. Детальные исследования и верификация программы еще предстоят. Пока можно сделать следующие выводы:

1. Приведенное описание алгоритма ИСМ позволяет сделать вывод о достаточной степени адекватности модели реальному процессу ТОиР. Основные допущения, принятые в модели, не снижают ее практическую полезность.

2. Применение разработанной ИСМ позволит на этапе проектирования объектов РЭТ получать прогнозные оценки показателей надежности и стоимости эксплуатации с учетом параметров системы ТОиР. По полученным результатам моделирования можно делать выводы о потребности средств системы ТОиР, оценивать ее эффективность.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Моделі процесів витрат і поповнення ресурсу складних відновлюваних об’єктів і систем радіоелектронної техніки : монографія / [Боряк К.Ф., Браун В.О., Лєнков С.В. та ін.] ; під ред. С.В. Лєнкова. – К.: Знання України, 2008. – 267 с. – Бібліогр.: с. 265-266.

2. Стрельников В. П., Федухин А. В. Оценка и прогнозирование надежности электронных элементов и систем. – К.: Логос, 2002. – 486 с.

3. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. М.: Наука, 1978. – 400 с.

4. Федухин А.В., Сеспедес-Гарсия Н.В. К вопросу о статистическом моделировании надежности // Математические машины и системы. – 2006. – №1. – С. 156 – 163.

5. Дарахвелидзе П.Г., Марков Е.П. Программирование в Delphi 7. СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 784 с.

Без рецензії.

[4] Учитывается только стоимость заменяемых элементов и операций ТО

УДК 621.391 **Міночкін Д.А.** (НТУУ „КПІ”)

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНКИ СИГНАЛІВ В СИСТЕМІ MIMO

У роботі проаналізовано основні методи демодуляції сигналів в системах MIMO з просторово-часовою обробкою. Показано напрямки підвищення спектральної та енергетичної ефективності сучасних систем широкосмугового радіодоступу.

Ключові слова: система широкосмугового радіодоступу, система MIMO, демодуляція.

В статье проведен анализ основных методов демодуляции сигналов в системах MIMO с пространственно-временной обработкой. Предложены пути повышения спектральной и энергетической эффективности современных систем широкополосного радиодоступа.

Ключевые слова: система широкополосного радиодоступа, система МИМО, демодуляция.

The analysis of the basic methods of signals demodulating in MIMO with space-time processing is conducted in the article. The ways of spectral and energy efficiency improving of modern broadband radio access system are proposed.

Keywords: system of broadband radio access, system MIMO, demodulation

Постановка проблеми. Одним із головних напрямків розвитку сучасних телекомунікацій є удосконалення існуючих і створення нових систем широкосмугового радіодоступу (СШР) [1–5].

Однією із вимог до сучасних СШР є забезпечення високої швидкості передачі даних (пропускної здатності системи). Задача підвищення пропускної здатності є особливо актуальною для мобільних (стільникових) систем зв’язку та високошвидкісних комп’ютерних мереж, які функціонують в складних умовах багатопроменевого розповсюдження радіохвиль. Причому, на сучасному етапі розвитку телекомунікацій задачу підвищення пропускної здатності СШР необхідно вирішувати в умовах жорстких обмежень на частотну смугу сигналів та потужність передавальних пристроїв.

Як показує проведений аналіз, пропускну здатність та якість передачі інформації в СШР можна значно підвищити за рахунок використання технології „багато входів – багато виходів” (MIMO – Multiple-Input Multiple-Output), яка дозволяє більш ефективно використовувати потужність передавача і боротися із завмираннями сигналів [1, 4, 6–9]. Підвищення ефективності досягається за рахунок використання методів просторово-часової обробки (STC – Space Time Coding), що забезпечують передачу і приймання паралельних потоків інформації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретично пропускна здатність системи MIMO з STC може бути збільшена пропорційно кількості антен на передавальному боці (за умови, що кількість приймальних антен не менша ніж кількість передавальних антен) у порівнянні з традиційними системами радіозв'язку з однією передавальною антеною (SISO – Single-Input Single-Output). Аналіз відомих систем STC [6, 10–13] показує, що підвищення спектральної ефективності системи MIMO, як правило, пов’язане з ускладненням демодулятора STC і зі зниженням завадостійкості системи. Тому важливою задачею є вибір методу обробки сигналів на приймальному боці, який забезпечує задану якість передачі інформації і характеризується помірною обчислювальною складністю.

Формулювання цілей статті. *Метою* роботи є порівняльний аналіз методів демодуляції сигналів в системі MIMO з STC з погляду їх ефективності та обчислювальної складності.

Виклад основного матеріалу статті. У загальному випадку структура системи MIMO має в своєму складі M_t передавачів (передавальних антен) і M_r приймачів (приймальних антен) (рис. 1). Передані сигнали після впливу релеєвських завмирань і білого гаусовського шуму (БГШ) у радіоканалі, надходять в M_r приймальних трактів.

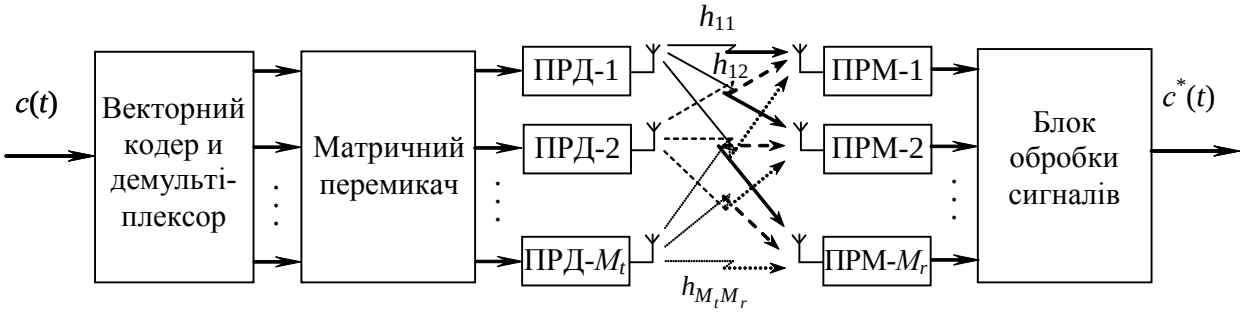


Рис. 1. Структурна схема системи MIMO

Відліки комплексних обвідних на виході M_r приймачів на одному інтервалі можна описати векторно-матричним рівнянням [6, 9]:

$$\mathbf{Z} = \mathbf{HA} + \mathbf{B}, \tag{1}$$

де **Z** – вектор, кожний компонент якого z_i, $i = \overline{1, M_r}$, являє собою відлік комплексної обвідної на i-му вході демодулятора STC; **A** – вектор, кожний компонент якого a_j, $j = \overline{1, M_t}$ – переданий комплексний інформаційний символ, що належить множині $\{a^{(1)}, \ldots, a^{(K)}\}$, K – кратність квадратурної амплітудної модуляції (КАМ); **H** – матриця, кожний елемент якої h_{ij} – комплексний коефіцієнт передачі тракту поширення сигналу, який випромінюється j-ю антеною і приймається i-ю антеною; **B** – вектор, кожний компонент якого b_i – відлік комплексного гаусовського шуму на i-му вході демодулятора STC, що має нульове середнє та дисперсію $2\sigma^2$.

На передавальному боці інформаційні символи a_i розділяються на блоки з L символів, відповідним чином обробляються і випромінюються через M_t передавальних антен за задану кількість часових інтервалів $K_{\text{зад}}$. Просторово-часовий код можна подати у вигляді породжувальної матриці, у якій рядки відповідають передавальним антенам, а стовпці – часовим інтервалам передачі символів:

$$\begin{vmatrix} s_{11} & s_{12} & \ldots & s_{1K_{\text{çàä}}} \\ s_{21} & s_{22} & \ldots & s_{2K_{\text{çàä}}} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ s_{M_t1} & s_{M_t2} & \ldots & s_{M_tK_{\text{çàä}}} \end{vmatrix}, \tag{2}$$

де s_{jk}, $j = \overline{1, M_t}$, $k = \overline{1, K_{\text{çàä}}}$ – функція від комплексних інформаційних символів a_i, i = 1, 2, ..., яка випромінюється j-ю антеною на k-му часовому інтервалі.

Символьна швидкість системи MIMO визначається як відношення довжини блоку інформаційних символів L до кількості необхідних для передачі цього блоку часових інтервалів $K_{\text{зад}}$: $R_{\text{STC}} = L/K_{\text{зад}}$. Чим вища символьна швидкість R_{STC} просторово-часового коду, тим вища ефективність використання частотних ресурсів безпроводового каналу зв'язку.

Просторово-часові коди розділяють на два класи: ортогональні й неортогональні. Серед ортогональних кодів варто виділити код Аламоуті, породжувальна матриця якого має вигляд [7]:

$$G = \begin{vmatrix} a_1 & -a_2' \\ a_2 & a_1' \end{vmatrix}. \tag{3}$$

Символьна швидкість коду Аламоуті $R_{\text{STC}} = 1$. У матриці (3) рядки ортогональні один одному, те ж справедливо й для її стовпців. Завдяки цій властивості на приймальному боці стає можливим обчислення оцінок максимальної правдоподібності (МП) переданих символів з використанням алгоритму вагового додавання прийнятих сигналів. Енергетичний виграш від застосування схеми Аламоуті з двома передавальними і однією приймальною антенами в

порівнянні зі звичайною системою SISO дорівнює 7 дБ для ймовірності помилкового приймання $P_{пом} = 10^{-2}$ при використанні чотирьохкратної фазової модуляції (ФМ-4).

Нажаль, для систем з кількістю передавальних антен більше двох при використанні КАМ не існує ортогональних кодів зі швидкістю $R_{STC} = 1$. При переході до більшої кількості передавальних антен, наприклад, 3 і 4, символьна швидкість відповідних ортогональних кодів не перевищує 3/4. Символьна швидкість кодів для п'яти й більше передавальних антен не перевищує 1/2.

Підвищити пропускну здатність каналів зв'язку можна за допомогою неортогональних просторово-часових кодів. Символьна швидкість при неортогональному кодуванні може досягати величини, що відповідає кількості передавальних антен M_t, тобто за $K_{зад}$ часових інтервалів можна передати блок з $L = K_{зад}M_t$ інформаційних символів. Цій умові задовольняє код V-BLAST (від англ. Vertical Bell Labs Layered Space Time) [6, 7]. Іншим прикладом неортогонального коду є подвійний код Аламоуті.

На рис. 2 наведені характеристики демодуляції за методом максимальної правдоподібності для систем з 4 передавальними та 4 приймальними антенами, що використають код V-BLAST (крива 2) і подвійний код Аламоуті (крива 1) для модуляції ФМ-4. Для демодуляції коду V-BLAST із символьною швидкістю 4 потрібне відношення сигнал/шум Q^2 на 5 дБ вище (при $P_{пом} = 10^{-2}$), чим для демодуляції подвійного коду Аламоуті із символьною швидкістю 2. Підвищення спектральної ефективності в системі MIMO за рахунок використання просторово-часового коду з більш високою символьною швидкістю при заданій кількості передавальних і приймальних антен призводить до зниження енергетичної ефективності системи.

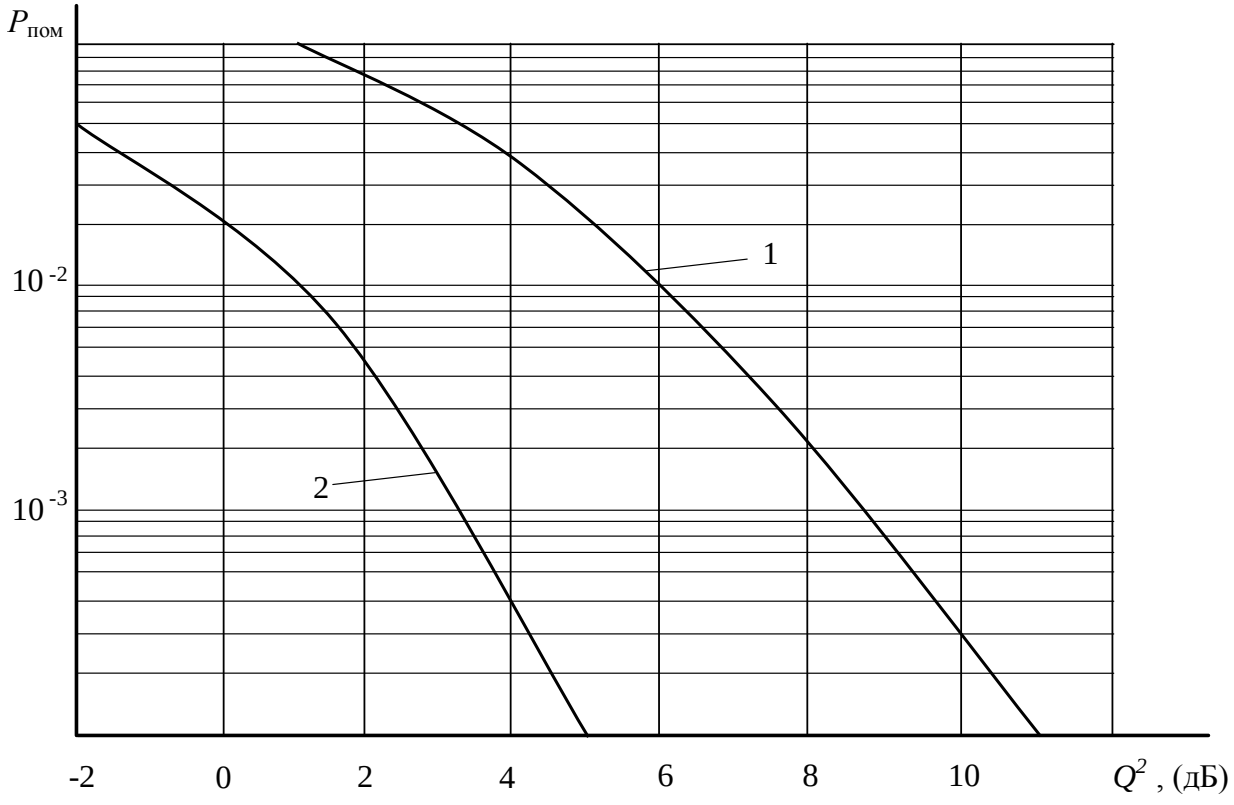


Рис. 2. Залежності ймовірності помилкового приймання від відношення сигнал/шум для подвійного коду Аламоуті і V-BLAST

Процес демодуляції STC зводиться до розв'язання рівняння (1) щодо невідомого *a*, але оскільки в рівнянні присутній випадковий компонент у вигляді гауссовського шуму **B**, традиційні методи рішення лінійних рівнянь не забезпечують необхідної точності. Для обчислення оцінок переданих символів можуть використовуватися різні методи: метод обнуління (ZF – Zero Forcing), метод мінімуму середньоквадратичного відхилення (МСКВ),

метод послідовного виключення демодульованих компонент (SIC – Successive Interference Cancellation), метод максимальної правдоподібності (МП), метод сферичного декодування (СД) тощо [6].

Оцінки переданих символів за методом ZF обчислюються таким чином:

$$\hat{\boldsymbol{\theta}} = (\text{Í}'\text{Í})^{-1}\text{Í}'\mathbf{Y}. \quad (4)$$

Вираз для обчислення оцінки МСКВ має вигляд:

$$\hat{\boldsymbol{\theta}} = (\text{Í}'\text{Í} + 2\sigma^{2}\text{²})^{-1}\text{Í}'\mathbf{Y}. \quad (5)$$

Метод МСКВ дозволяє врахувати наявність шуму й забезпечує більше високу завадостійкість у порівнянні з ZF. Обчислювальна складність обох методів пропорційна $\grave{I}\ {}^{3}_{t}$.

Істотно кращі характеристики в порівнянні з методами ZF і МСКВ має алгоритм SIC, що зводиться до послідовного виключення демодульованих компонент з прийнятого сигналу. На кожній ітерації цього алгоритму за методом МСКВ обчислюється жорстка оцінка однієї з компонент, переданої *i*-ю антеною, репліка якої потім віднімається з прийнятого сигналу. Метод SIC має істотний недолік – ефект "розмноження помилок". Кількість арифметичних операцій у цьому методі пропорційно $\grave{I}\ {}^{4}_{t}$.

Найкращі характеристики серед відомих методів демодуляції має метод МП. Оцінка інформаційних символів за методом МП здійснюється за допомогою перебору всіх комбінацій вектора $\boldsymbol{\theta}$ з множини можливих значень вектора символів КАМ $\Theta = \left\{\theta^{(1)},...,\theta^{\left(\hat{E}_{\text{çàä}}^{M_t}\right)}\right\}$:

$$\hat{\boldsymbol{\theta}} = \arg\min_{\theta} \left\|\mathbf{Y} - \text{Í}\ \theta\right\|^{2}. \quad (6)$$

Обчислювальна складність цього алгоритму экспоненциально зростає в міру збільшення кількості передавальних антен M і пропорційна величині $\hat{E}_{\text{çàä}}^{M_t}$. Реалізувати цей алгоритм у реальному часі для системи V-BLAST, наприклад, при M_t = 4 і використанні модуляції КАМ-16, досить проблематично. У цьому випадку на інтервалі тривалості одного інформаційного символу необхідно здійснити перебір $16^4 = 65536$ комбінацій символів.

У сферичному декодері на відміну від алгоритму МП здійснюється скорочений перебір комбінацій шляхом обмеження їх деякою підмножиною комбінацій $\Theta^d \in \Theta$ [14]. У межах підмножини Θ^d відстань Хеммінга від кожної з комбінацій до деякої початкової оцінки вектора $\boldsymbol{\theta}$ не перевищує величини d – радіуса “сфери пошуку”. Якість демодуляції $\boldsymbol{\theta}$ залежить від радіуса d. Чим більше радіус, тим вища достовірність оцінки, обчисленої за цім методом. Однак, при збільшенні d збільшується розмір підмножини векторів Θ^d, яка перевіряється, і обчислювальна складність алгоритму СД. Недоліком цього алгоритму є випадкова обчислювальна складність, що залежить від відношення сигнал/шум. При невисокій середній обчислювальній складності алгоритму СД її максимальна величина може збігатися з обчислювальною складністю алгоритму МП. Цей факт ускладнює апаратну реалізацію СД, оскільки обмеження обчислювальної складності в апаратних засобах призводить до деградації характеристик алгоритму. На рис. 3 та в табл. 1 наведені характеристики описаних вище методів демодуляції для системи V-BLAST з 4 передавальними та 4 приймальними антенами при модуляції КАМ-16, де крива 1 – завадостійкість методу ZF, 2 – методу МКСВ, 3 – методу SIC, 4 – методу МП. Характеристики демодуляції за методом СД збігаються з характеристиками методу МП при необмеженій кількості кроків. Отримані залежності ймовірності помилки від відношення сигнал/шум Q^2 показують, що відомі алгоритми з прийнятною обчислювальною складністю значно поступаються за характеристиками завадостійкості алгоритму МП.

Таблиця 1

Завадостійкість та обчислювальна складність різних методів демодуляції

Метод демодуляції	Відношення сигнал/шум Q^2 (дБ) при $P_{пом} = 10^{-2}$	Обчислювальна складність
ZF	25	$\grave{I}_t^3$
МКСВ	22,5	$\grave{I}_t^3$
SIC	17,2	$\grave{I}_t^4$
МП	14	$\hat{E}_{\varsigma\grave{a}\ddot{a}}^{M_t}$
СД	14	залежить від відношення сигнал/шум

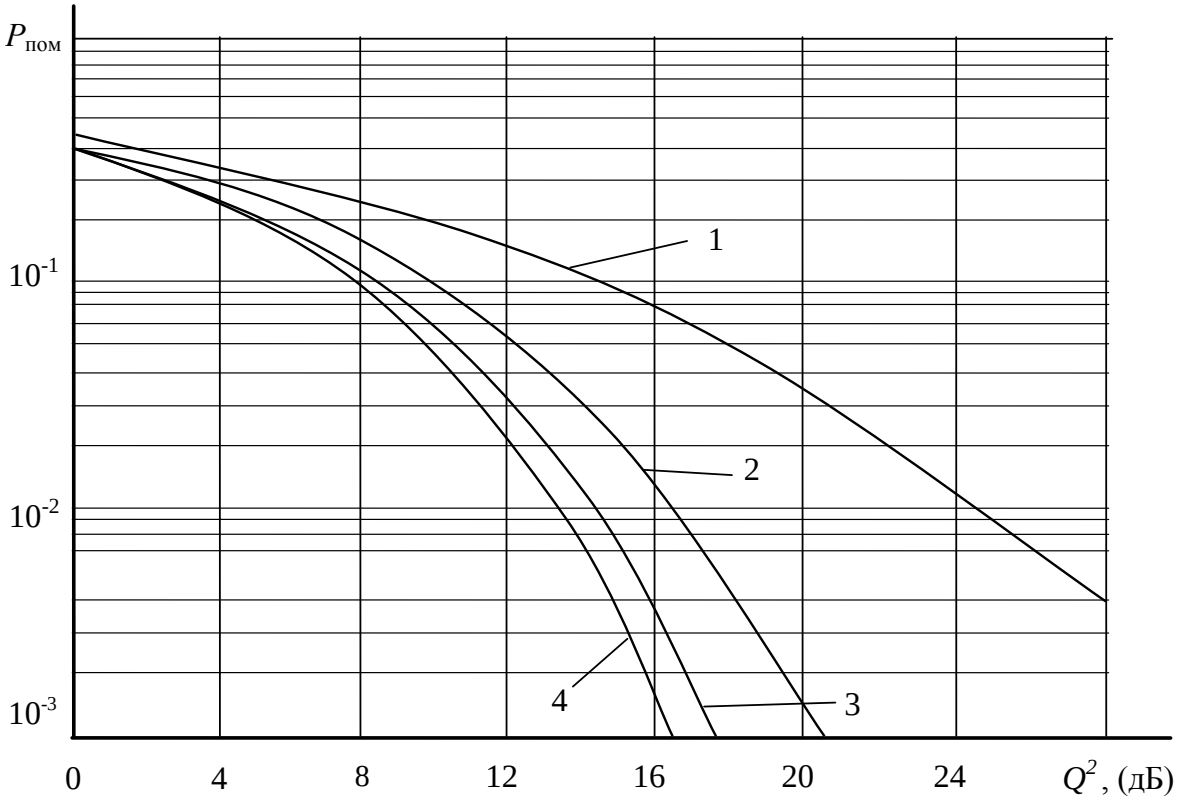


Рис. 3. Характеристики різних методів демодуляції

Висновки. Таким чином, найкращу завадостійкість серед відомих методів демодуляції має метод максимальної правдоподібності. Перспективним напрямком подальших досліджень для підвищення спектральної та енергетичної ефективності систем MIMO є розробка ефективних алгоритмів демодуляції сигналів з характеристиками, що наближаються до характеристик методу максимальної правдоподібності з прийнятною обчислювальною складністю.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Широкополосные беспроводные сети передачи информации / [В.М. Вишневский, А.И. Ляхов, С.Л. Портной, И.В. Шахнович]. – М.: Техносфера, 2005. – 592 с.

2. Григорьев В.А. Сети и системы радиодоступа / В.А. Григорьев, О.И. Лагутенко., Ю.А. Распаев. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 384 с.

3. Ільченко М.Ю. Телекомунікаційні системи широкосмугового радіодоступу / Ільченко М.Ю., Кравчук С.О. – К.: Наукова думка, 2009. – 312 с.

4. Ильченко М.Е. Информационно-телекоммуникационные системы широкополосного радиодоступа / Ильченко М.Е., Кравчук С.А. // Проблемы управления и информатики. – 2006. – № 1–2. – С. 285–293.

5. Волков Л.Н. Системы цифровой радиосвязи: базовые методы и характеристики: учебное пособие / Л. Н. Волков, М.С. Немировский, Ю.С. Шинаков. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 392 с.

6. Голдсмит А. Беспроводные коммуникации / А. Голдсмит. – М.: Техносфера, 2011 – 904 с.

7. Слюсар В. Системы MIMO: принципы построения и обработка сигналов / В. Слюсар // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. – 2005. – № 8. – С. 52–58.

8. Веселовский К. Системы подвижной радиосвязи / К. Веселовский; пер. с польск. И.Д. Рудинского; под ред. А.И. Ледовского. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 536 с.

9. Кравчук С.О. Моделі ергодичної пропускної здатності і імовірності помилки багатоантенної радіосистеми з просторово-часовим кодуванням в каналі із завмираннями / Кравчук С.О., Міночкін Д.А. // Збірник наукових праць ВІКНУ ім. Тараса Шевченка. – 2009. – № 20. – С. 63–71.

10. Larsson E.G. On maximum-likelihood detection and decoding for space-time coding systems / Larsson E.G., Stoica P., Li J. // IEEE Trans. Signal Processing. – 2002. – V. 50. – No. 4. – P. 937–944.

11. Tarokh V. Space-time block coding for wireless communication: Performance results / Tarokh V., Jafarkhanii H., Calderbank A. R. // IEEE Journal on Selected Areas in Communications. – March 2005. – V. 17. – P. 451–460.

12. Capacity limits of MIMO channels / A.J. Goldsmith, S.A. Jafar, N. Jindal, S. Vishwanath // IEEE J. Select. Areas Commun. – 2003. – Vol. 21, № 6. – P. 684–702.

13. Andrews J.G. Inteference cancellation for celluar systems: A contemporary overview / Andrews J.G. // IEEE Wireless Communications Magazine. – 2005. – vol. 12, № 2. – P. 19–29.

14. Черников В.А. Сферический детектор для канала MIMO 2x2 в приемниках абонентских станций стандарта 802.16e: тези науково-технічної конференції [„Проблеми телекомунікацій”], (м. Київ, 25–27 квітня 2007р.) / Черников В.А. // – К.: НТУУ „КПІ”, 2007. – С. 94–95.

Рецензент: д.т.н., проф. Лєнков С.В.

УДК 519.683
д.т.н., проф. **Мясіщев О.А.** (ХмНУ)

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ GPU NVIDIA ПРИ ВИРІШЕННІ СИСТЕМ ЛІНІЙНИХ РІВНЯНЬ

У статті проведені дослідження доцільності застосування графічних процесорів NVIDIA для розв'язання систем лінійних рівнянь в порівнянні зі звичайними багатоядерними процесорами. Показано, що GPU Tesla C2075 рішення систем лінійних рівнянь з матрицею загального вигляду виконує в 7 разів швидше для чисел з подвійною точністю, ніж паралельна обчислювальна система на базі шестиядерних процесора AMD Phenom II X6 1090T з частотою 3.2 ГГц.
Ключові слова: графічний процесор, факторизація матриці, GPU.

В статье проведены исследования целесообразности применения графических процессоров NVIDIA для решения систем линейных уравнений по сравнению с обычными многоядерными процессорами. Показано, что GPU Tesla C2075 решение систем линейных уравнений с матрицей общего вида выполняет в 7 раз быстрее для чисел с двойной точностью, чем параллельная вычислительная система на базе шестиядерного процессора AMD Phenom II X6 1090T з частотой 3.2 ГГц.
Ключевые слова: графический процессор, факторизация матрицы, GPU.

The paper investigated the feasibility of NVIDIA GPUs to solve systems of linear equations as compared to conventional multi-core processors. Shown that the GPU Tesla C2075 solving systems of linear equations with a general matrix performs 7 times faster for double-precision numbers than the parallel computer system with a six-core processor AMD Phenom II X6 1090T 3.2GHz h.
Keywords: GPU, matrix factorization, GPU.

Постановка проблеми. Задачі теорії пружності, пластичності зводяться до системи диференціальних рівнянь в напругах і швидкостях. Зазвичай вони розв'язуються чисельно з використанням методу кінцевих елементів. У свою чергу цей метод зводиться до побудови так званих матриць жорсткості та рішенням систем лінійних рівнянь, що містить тисячі і навіть десятки тисяч невідомих. Для пружнопластичних і пластичних задач рішення систем рівнянь доводиться виконувати сотні і тисячі разів для виявлення кінцевої конфігурації деформованого матеріалу. Для цих цілей потрібні обчислювальні системи високої продуктивності. В даний час широкого поширення набули комп'ютери з багатоядерними процесорами. Наприклад, 6-й ядерний процесор AMD Phenom II X6 1090T (CPU), що представляє собою паралельну обчислювальну систему із загальною пам'яттю (SMP-система). З появою чіпа NVIDIA восьмого покоління G80 (2007р.) виникла програмно-апаратна архітектура CUDA, що дозволяє робити обчислення з використанням графічних процесорів NVIDIA. Ця технологія являє собою, як і у випадку з процесором, паралельну обчислювальну систему, у складі якої працює близько 500 процесорних ядер, наприклад для Tesla C2075. Проблема полягає в тому, щоб распараллеліть рішення систем лінійних рівнянь так, щоб отримати максимальне завантаження багатоядерного процесора CPU і процесорних ядер GPU і зіставити, наскільки відрізняється продуктивність різних моделей GPU від CPU AMD Phenom II X6 1090T для вирішення цього завдання при використанні чисел одинарної і подвійної точності.

Аналіз результатів попередніх досліджень. Невирішені завдання. В даний час відомі численні роботи, присвячені дослідженню продуктивності роботи паралельних систем, як на базі кластерних систем, так і багатоядерних процесорів [1,2,3,6]. В роботі [4] представлені рішення ряду задач і на GPU NVIDIA. Однак не був проведений детальний аналіз можливостей сучасних GPU NVIDIA при використанні методів програмування на базі бібліотек програм MAGMA (Matrix Algebra on GPU and Multicore Architectures) [8] для розв'язання систем лінійних рівнянь з числами одинарної і подвійної точності.

Мета статті. В роботі досліджується доцільність застосування графічних процесорів при рішенні зокрема задач розв'язання систем лінійних рівнянь в порівнянні зі звичайними багатоядерними процесорами. Розглядаються особливості використання та проблеми установки бібліотеки MAGMA.

Виклад основного матеріалу. Для проведення обчислювальних експериментів розглянемо дві системи. У кожній з них встановлений процесор (CPU) AMD Phenom II X6 1090T з частотою 3.2 ГГц. У першій системі встановлений графічний процесор (GPU) Tesla C2075, у другій GeForce GTX 480 фірми NVIDIA. GPU будуть виконувати роль обчислювальних прискорювачів для розв'язання систем лінійних рівнянь. Причому в першому випадку розрахунок буде виконуватися с урахуванням розпаралелювання по 6-ядер процесора з використанням бібліотек MPI, ScaLAPACK і ATLAS [1,2,3]. У другому і третьому випадках - розпаралелюванням по ядрам GPU Tesla C2075 і GeForce GTX 480 з використанням технології CUDA [4]. Обчислювальні системи працюють під управлінням операційної системи Linux Ubuntu ver. 10.10 desktop (64bit). На них встановлені компілятори фортран F77, gfortran з перерахованими вище бібліотеки для 6-та ядерного процесора. Для програмування на GPU Tesla C2075 і GeForce GTX 480 інстальовані відеодрайвер nvidia і програмне забезпечення CUDA Toolkit 4.0 із сайту http://developer.nvidia.com/cuda-toolkit-archive. Послідовність установки програмного забезпечення для GPU представлена в джерелі [5].

У тестовій програмі на фортране розрахунок проводитиметься для чисел з подвійною точністю. Рішення системи рівнянь розбито на два етапи:

-факторизація матриці системи (A) [7];

-саме рішення системи з використанням результатів, отриманих на першому етапі.

Кожен етап виконується за допомогою звернення до відповідних підпрограм бібліотек ScaLAPACK, BLACS, ATLAS. Перший етап використовує підпрограму PDGETRF, другий - PDGETRS [2]. У програмі для кожної підпрограми розраховується час її виконання. Розраховуються кількість операцій для першого (ops) та другого етапу (ops1), і обчислюється продуктивність системи для LU-факторизації і рішення системи в цілому.

Розглянемо процедуру вирішення цієї ж задачі на GPU. Для забезпечення максимальної продуктивності будемо також використовувати готові бібліотеки для вирішення систем рівнянь методом LU - факторизації. З цією метою на обчислювальній системі були встановлені бібліотеки lapack-3.4.0 і MAGMA (Matrix Algebra on GPU and Multicore Architectures) версії 1.1.0 [8].

Нижче представлена для GPU програма ur_f1.f90, написана на fortran 90, для рішення системи рівнянь методом LU-факторизації:

```
program testing_dgetrf_gpu_f
use magma
external cublas_init, cublas_set_matrix, cublas_get_matrix
external cublas_shutdown, cublas_alloc
integer cublas_alloc
double precision, allocatable :: h_A(:), h_B(:), h_X(:)
magma_devptr_t              :: devptrA, devptrB
integer,  allocatable     :: ipiv(:)
integer                   :: i, n, info, stat, lda, size_of_elt, nrhs
real(kind=8)              :: ops,ops1, t, t1
integer                   :: tstart(2), tend(2), tstart1(2), tend1(2)
call cublas_init()
write (*,*) "Input n"
read (*,*) n
nrhs = 1
lda  = n
ldda = ((n+31)/32)*32
```

```
    size_of_elt = sizeof_double
    allocate(h_A(lda*n))
    allocate(h_B(lda*nrhs))
    allocate(h_X(lda*nrhs))
    allocate(ipiv(n))
    stat = cublas_alloc(ldda*n, size_of_elt, devPtrA)
    stat = cublas_alloc(ldda*nrhs, size_of_elt, devPtrB)
    do 10 i=1,n
    do 10 j=1,n
    h_A(i+(j-1)*n)=(sqrt(i/1.0d0))/11.0d0+(sqrt(j/1.0d0))/12.0d0
    if(i.eq.j) h_A(i+(j-1)*n)=10.0d0
10  continue
    do 11 i=1,n
    h_B(i)=(sqrt(i/1.0d0))/20.0d0 - 1.0d0
11   continue
    h_X(:) = h_B(:)
    call cublas_set_matrix(n, n, size_of_elt, h_A, lda, devptrA, ldda)
    call cublas_set_matrix(n, nrhs, size_of_elt, h_B, lda, devptrB, ldda)
    call magma_gettime_f(tstart)
    call magmaf_dgetrf_gpu(n, n, devptrA, ldda, ipiv, info)
    call magma_gettime_f(tend)
    call magma_gettimervalue_f(tstart, tend, t)
    write(*,*) "time LU =", t
    call magma_gettime_f(tstart1)
    call magmaf_dgetrs_gpu('n', n, nrhs, devptrA, ldda, ipiv, devptrB, ldda, info)
    call magma_gettime_f(tend1)
    call magma_gettimervalue_f(tstart1, tend1, t1)
    write(*,*) "time solve =", t1
    call cublas_get_matrix (n, nrhs, size_of_elt, devptrB, ldda, h_X, lda)
    write(*,*) "X(1)=",h_X(1),"X(",n,")=",h_X(n)
    ops = 2.0d0 * (dfloat(n))**3 / 3.0d0
    ops1 = 2.0d0 * (dfloat(n))**3 / 3.0d0 + 2.0d0*(dfloat(n))**2
    write(*,*)   '  Gflops LU  = ', ops /(t*1e6)
    write(*,*)   '  Gflops summa solve  = ', ops1 /(1e6*(t+t1))
    deallocate(h_A, h_X, h_B, ipiv)
    call cublas_free(devPtrA)
    call cublas_free(devPtrB)
    call cublas_shutdown()
    end
```

Тут для LU-факторизації використовуються підпрограма magmaf_dgetrf_gpu, а для вирішення системи рівнянь - magmaf_dgetrs_gpu [8]. Для них також розраховується час виконання і продуктивності обчислень окремо для LU-факторизації та вирішенні системи в цілому.

Розглянемо результати обчислювальних експериментів. У таблиці 1 зведені результати розрахунків по представлених вище програмам для CPU AMD і GPU Tesla C2075 при подвійної точності обчислень. Для процесора даються два варіанти: розрахунок виконується одним ядром і 6-ма ядрами. Представлена величина прискорення, яка ніде не досягає шестиразовій величини. Результати наведені у вигляді дробу: чисельник - час рахунки в секундах, знаменник - продуктивність в гігафлопс в секунду. Окремими стовпцями представлені розрахунки для LU-факторизації і рішення системи. У стовпці "рішення" у чисельнику дано час роботи підпрограми PDGETRS, тобто зворотного ходу, а в знаменнику - сумарна продуктивність при рішенні системи. Видно, що основна трудомісткість обчислень

пов'язана з LU-факторизації. Для CPU вона в 26.491/0.121 = 219 разів більше часу зворотного ходу, а для GPU в 3.718/0.071 = 52 рази для розміру матриці 11008x11008. Співвідношення збільшується при збільшенні розміру рівнянь. Таким чином, оцінку продуктивності можна виконувати тільки по LU-факторизації.

Таблиця 1

Мат-риця NxN	CPU AMD Phenom II X6 1090T					GPU Tesla C2075	
	6 ядер		1 ядро		Прис-кор.	LU-фактор.	Рішен.
	LU-факт.	Рішен.	LU-факт.	Рішен.			
1920	0.31/15.4	0.01/14.9	0.60/7.89	0.01/7.77	1.92	0.076/61.7	0.010/54.4
3072	0.91/21.1	0.02/20.7	2.38/8.11	0.03/8.03	2.58	0.230/84.0	0.017/78.4
4992	2.62/31.7	0.03/31.3	8.51/9.75	0.06/9.68	3.24	0.518/160.0	0.029/151.7
7104	7.61/31.4	0.05/31.2	23.52/10.2	0.12/10.1	3.09	1.180/202.6	0.043/195.6
8064	10.88/32.1	0.07/31.9	33.92/10.3	0.15/10.3	3.10	1.684/207.6	0.050/201.7
9984	20.23/32.8	0.10/32.6	61.90/10.7	0.24/10.7	3.05	2.882/230.2	0.063/225.3
11008	26.49/33.6	0.12/33.4	82.28/10.8	0.28/10.8	3.09	3.718/239.2	0.071/234.7
25344	-	-	-	-	-	38.665/280.7	0.204/279.2

У таблиці 2 наведені результати розрахунків продуктивностей виконання LU-факторизації в гігафлопс в секунду для GPU Tesla C2075, GeForce GTX 480 і CPU AMD Phenom II X6 1090T для одинарної (real) і подвійний (double) точність. Видно, що для розміру рівнянь до 3072, дешевший GPU GeForce 480 обганяє GPU Tesla C2075. При великих рівняннях перевага за Tesla C2075. В цілому при подвійної точності обчислень для розміру в 11008 рівнянь GPU Tesla C2075 “обганяє” процесор в 239.2/34.1 = 7.01 разів.

Таблиця 2

Матриця NxN	GPU Tesla C2075		GPU GeForce 480		CPU AMD	
	real	double	real	double	real	double
1920	77.9	61.7	90.9	66.4	18.3	15.4
3072	**132.3**	**84.2**	**170.1**	**84.2**	**30.8**	**21.1**
4992	150.9	160.3	161.2	128.5	50.0	31.7
7104	221.4	203.3	234.3	143.1	60.9	32.1
8064	251.4	208.1	263.4	145.0	58.5	32.7
9984	317.3	230.2	329.7	150.9	71.6	33.3
11008	351.4	239.2	365.3	153.2	73.9	34.1

У таблиці 3 наведені результати обчислень першого аргументу системи рівнянь. Тут Xr (1) відповідає одинарної точності, а Xd (1) - подвійної точності. Видно, що чим менше розмір рівнянь, тим менше відрізняються Xr (1) і Xd (1). При розмірі системи в 3000 рівнянь можна "вірити" тільки першим трьом значущим цифрам першого аргументу, а при розмірі 10000 рівнянь похибка ставати такою великою, що й перші значущі цифри стають під питанням. Таким чином, для систем понад 3000 рівнянь доцільно використовувати при розрахунках тільки числа з подвійною точністю.

Таблиця 3

Матриця NxN	Аргумент Xr(1), одинарна точн.	Аргумент Xd(1), подвійна точність	Різниця |Xr(1)-Xd(1)|
100x100	-9.904994E-02	-9.904992E-02	2.0E-06
1000x1000	7.36474E-03	7.36434E-03	4.0E-04
2000x2000	2.50738E-03	2.50710E-03	2.80E-04
3000x3000	**1.16325E-03**	**1.16273E-03**	**4.80E-04**
4000x4000	4.93012E-04	5.01715E-04	8.70E-02
5000x5000	4.92534E-04	5.03876E-04	1.13E-01
10000X10000	7.34304E-04	7.90892E-04	5.66E-01

Рішення системи в 11008 рівнянь з числами подвійної точності для Xd (1) показали наступні результати:
GPU Tesla C2075 Xd(1)=**9.93926624**47128E-004
CPU AMD Phenom II X6=**9.93926624**52686E-004
Тут можна припустити, що перші дев'ять значущих цифр є правильними.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

1. При вирішенні систем рівнянь оцінку продуктивності можна виконувати тільки по LU-факторизації.

2. Для систем понад 3000 рівнянь доцільно при розрахунках використовувати тільки числа з подвійною точністю.

3. При вирішенні систем до 3000 рівнянь доцільно використовувати більш дешевий GPU GeForce 480 для обчислень з будь-якою точністю. Він працює в цьому діапазоні рівнянь швидше CPU AMD Phenom II X6 1090T в 4 рази для подвійної точності і в 5.5 рази для одинарної.

4.Для системи в 11008 рівнянь при подвійної точності обчислень GPU "обганяє" CPU в 7 разів.

5. При вирішенні систем рівнянь на 6-й ядерному CPU вдається досягти максимального прискорення в 3.24 рази порівняно з розрахунками на 1-му ядрі для використовуваних бібліотек ScaLAPACK і ATLAS.

6. Перевага GPU в порівнянні з CPU зростає зі збільшенням числа рівнянь. Наприклад, GPU Tesla C2075 для 1920 рівнянь в системі працює в 4 рази швидше CPU AMD, а для 11008 рівнянь в 7 разів.

7. Розглянутий спосіб розв'язання систем лінійних рівнянь справедливий для використання в обчислювальній системі тільки одного GPU. Однак невідомо, наскільки ефективно розпаралелювання цього завдання на декількох встановлених GPU в багатоядерної системі.

ЛІТЕРАТУРА:

1.Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 71 с.

2. The ScaLAPACK Project. [Electronic resource]. – Mode of access: http://www.netlib.org

3. Automatically Tuned Linear Algebra Software (ATLAS). [Electronic resource]. – Mode of access: http://math-atlas.sourceforge.net/

4.Боресков А.В., Харламов А.А. Основы работы с технологией CUDA. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 232 с.: ил.

5.Установка CUDA Toolkit и драйвера NVIDIA для разработчиков. [Electronic resource]. - Mode of access: http://forum.ubuntu.ru/index.php?topic=114802.0

6.Мясищев А.А. Достижение наибольшей производительности перемножения матриц на системах с многоядерными процессорами. – Кривий Ріг: Видавничний відділ НметАУ, 2010. – Т. 3: Теорія та методика навчання інформатики. – 303 с.

7. LUP-разложение. Материал из Википедии – свободной энциклопедии. [Electronic resource]. – Mode of access: http://ru.wikipedia.org/wiki/LUP-разложение.

8. Matrix Algebra on GPU and Multicore Architectures. [Electronic resource]. – Mode of access: http://icl.cs.utk.edu/magma/

Рецензент: д.т.н., проф. Лєнков С.В.

УДК 621. 375 к.т.н., доц. **Орнатський Д.П.** (НАУ)

КОРЕКЦІЯ ПОХИБОК ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ МЕХАНІЧНИХ ВЕЛИЧИН З ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИМИ ПАРАМЕТРИЧНИМИ ДАТЧИКАМИ

Запропоновано спосіб корекції похибок пов'язаних з синфазними складовими вихідних сигналів диференціальних параметричних датчиків. Наведено приклад реалізації вимірювального перетворювача з диференціальними параметричними датчиками та вимірювальним підсилювачем з диференціально- струмовими входами. Приведені результати аналізу синфазних похибок для різних вимірювальних перетворювачів.

Ключові слова: параметричні датчики, підсилювач, вимірювальні перетворювачі.

Предложен способ коррекции ошибок связанных с синфазными составляющими исходных сигналов дифференциальных параметрических датчиков. Приведен пример реализации измерительного преобразователя с дифференциальными параметрическими датчиками и измерительным усилителем с дифференциально-токовыми входами. Приведены результаты анализа синфазных погрешностей для различных измерительных преобразователей.

Ключевые слова: параметрические датчики, усилитель, измерительные преобразователи.

We propose a method for correcting errors related to the in-phase component of the original signals parametric differential sensors. An example of a differential transmitter parametric sensor and amplifier with differential current inputs. The results of the analysis of common mode errors for different transmitters.

Keywords: modulating transducer, the amplifier, measuring transducer.

Вступ. Диференціальні параметричні датчики сьогодні широко використовуються для вимірювання багатьох неелектричних, насамперед, механічних величин таких як переміщення, сила, прискорення, тиск, вага, тощо. Одним з вагомих джерел похибок таких перетворювачів є наявність синфазної складової у вихідних сигналах диференціальних параметричних датчиків. Тому для роботи з такими датчиками сьогодні найчастіше використовуються мостові схеми з вимірювальними підсилювачами напруги на виході [1, 2], які забезпечують послаблення синфазної (неінформативної) складової сигналів та підсилення диференціальної (інформативної) складової. Вимірювальні підсилювачі можна поділити на дві групи:

- на базі неінвертуючих та/ або диференціальних підсилювачів;
- на основі інвертуючих підсилювачів та суматорів.

Аналіз синфазної похибки. Однак в обох випадках найбільш вагомими факторами, що впливають на виникнення синфазних похибок (похибок, що пов'язані з наявністю синфазних сигналів) є похибки зумовлені впливом неідеальності резисторів, динамічними властивостями операційних підсилювачів та паразитними ємностями. Загалом синфазну похибку можна представити у вигляді:

$$\delta_{сф} = \frac{\kappa_{сф}}{КОСС_{вп}}\ , \qquad (1)$$

де $\kappa_{сф} = \frac{U_{сф}}{U_{д}}$ - відношення синфазної складової вихідного сигналу датчика $U_{сф}$ до диференціальної $U_{д}$;

$КОСС_{вп}$ - коефіцієнт послаблення синфазного сигналу вимірювального підсилювача.

Результати досліджень. Значення $KOCC_{вп}$ може бути представлено у вигляді:

$$KOCC_{вп} = \frac{K_{\partial}}{\sum_{i=1}^{n}\gamma_{R_i} + \frac{1}{|KOCC_{ОП}(f)|} + \Delta\varphi + \frac{1}{|K_{ОП}(f)\cdot\beta|}}, \quad (2)$$

де K_{∂} - коефіцієнт пропорційний (в залежності від схеми) коефіцієнту підсилення диференціального сигналу вимірювальним підсилювачем (ВП);

γ_{R_i} - клас точності і- го резистора ;

$|KOCC_{ОП}(f)|$ - модуль коефіцієнта послаблення синфазного сигналу на даній частоті;

Δφ - фазова похибка, зумовлена паразитними ємностями входів операційного підсилювача (ОП);

$|K_{ОП}(f)\cdot\beta|$ - модуль петльового підсилення ОП.

Значення коефіцієнту $\kappa_{сф}$ для різних диференціальних датчиків наведено в табл. 1:

Тип датчика	$\kappa_{сф}$ при одно полярному живленні моста	$\kappa_{сф}$ при біполярному живленні моста
Міст Уитстона з металевими тензодатчиками	200-300	<1
Міст Уитстона з напівпровідниковими тензодатчиками	50-100	<<1
Індуктивний датчик переміщень диференціально - трансформаторного типу (LVDT)	1,2-2	1,2-2
Міст Блумлейна з ємнісними датчиками	2,5-5	<<1

З цієї таблиці видно, що найбільше значення цього коефіцієнта мають мостові схеми з тензодатчиками при одно полярному живленні моста, яке притаманне багато точковим системам (відстань між об'єктом вимірювання та системою збору даних сягає сотень метрів). Це зумовлено тим, що резидентна частина аналогового інтерфейсу таких систем живиться одно полярним живленням, яке потрапляє до неї по двох- або трьох провідній лінії зв'язку , яка одночас є каналом передачі корисного сигналу. В цьому випадку синфазна складова вихідного сигналу мостових схем буде дорівнювати приблизно половині напруги живлення моста. При цьому шестипровідна схема підключення моста, яка забезпечує суттєве зменшення синфазної складової завдяки біполярному живленню моста, практично не використовується через складність практичної реалізації. Але цей метод набув сьогодні широкого застосування у аналогових інтерфейсах інформаційно- вимірювальних систем для лабораторних досліджень (відстань між об'єктами вимірювання та системою збору даних не перевищує декілька метрів) фірми National Instruments в системах SCXI, SCC, SC, 5B [3]. Проте цей метод можна використати не для всіх типів диференціальних параметричних датчиків навіть при наявності біполярного живлення, наприклад для датчиків переміщення диференціально- трансформаторного типу (LVDT) (див. табл. 1).

Розробка способу корекції. Вага впливу нестабільності резисторів на значення коефіцієнту послаблення синфазного сигналу у ВП є одною з визначальних. Дійсно у ВП на трьох ОП, які використовуються переважно на постійному струмі через те що векторна похибка $\Delta\varphi$, зумовлена паразитними ємностями $C_П$, зменшить коефіцієнт $КОСС_{вп}$ до приблизно 40- 50 дБ на частоті 10 кГц при паразитних ємностях $C_П$ в декілька пФ (при $K_д = 1$), а значення динамічних коефіцієнтів ОП сягає 100-120 дБ на постійному струмі. На змінному струмі ВП будують як правило на базі інвертуючих схем, в яких компенсація впливу векторних похибок ефективно компенсується використанням коригуючих RC- ланок в певній смузі частот [4, 5]. Слід відзначити, що корекція синфазних похибок через обмеження пов'язані з нестабільністю резисторів ВП виконується шляхом використання прецизійних резисторів $\gamma_R < 0{,}1\%$ з узгодженими температурними коефіцієнтами опору та підлаштовувальних резисторів опір яких повинен перевищувати нестабільність їх обох, але такий спосіб корекції має суттєві недоліки- низьку надійність, високу вартість прецизійних підлаштовувальних резисторів, вплив механічних вібрацій, необхідність періодичних регулювань.

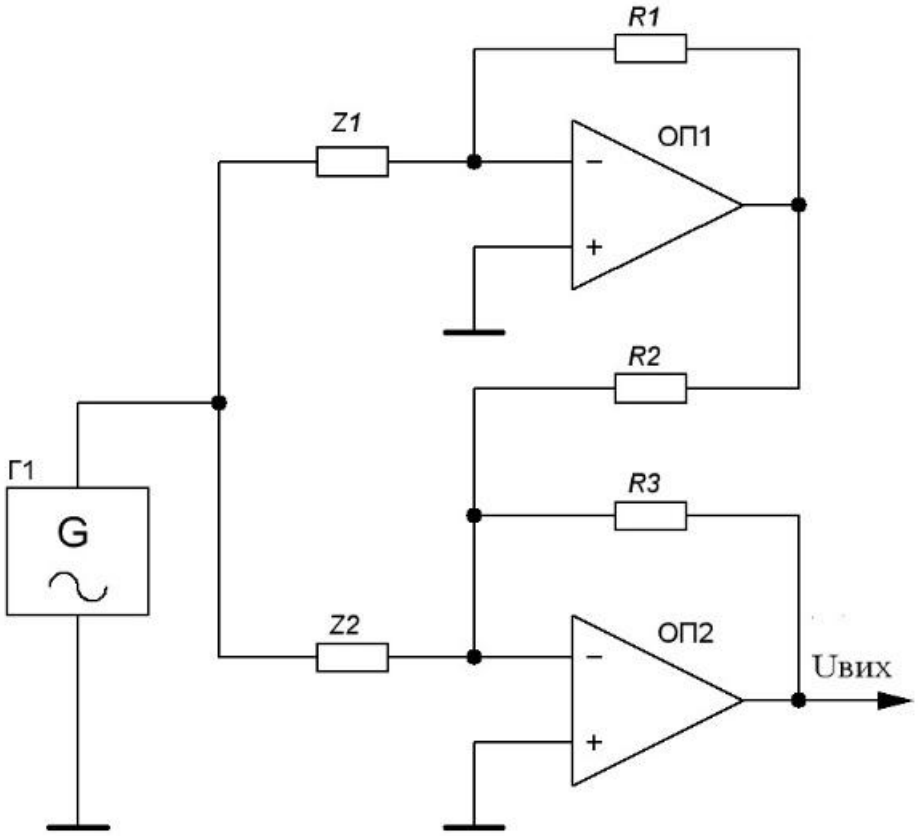


Рис. 1. Функціональна схема вимірювального перетворювача з диференціальними параметричними датчиками та вимірювальним підсилювачем з диференціально- струмовими входами

На рис. 1 представлена схема ВП з диференціально- струмовими входами [6] підключеного до напівмостової схеми з диференціальним параметричним датчиком (Z_1, Z_2) в режимі "короткого замикання" по вимірювальній діагоналі та генератором $Г_1$ змінного струму I_0. Напруга $U_{вих}$ на виході цього підсилювача з урахуванням синфазної похибки, яка буде викликана нерівністю резисторів R_1 та R_2 буде дорівнювати:

$$U_{вих} = R_3 \cdot I_0 \cdot \delta(1+2 \cdot \gamma_R \cdot \kappa_{сф}) \ , \qquad (3)$$

де δ - відносна зміна опорів Z_1 та Z_2 диференціального датчика при цьому будемо вважати, що добротність Q опорів Z_1, Z_2, що утворюють диференціальний датчик перевищує 20, тоді похибкою $\gamma_{90} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{Q}\right)^2$ через наявність квадратурних опорів в схемі заміщення опорів датчика, тобто заміною двохелементної схеми заміщення датчика одноелементною, можна буде знехтувати.

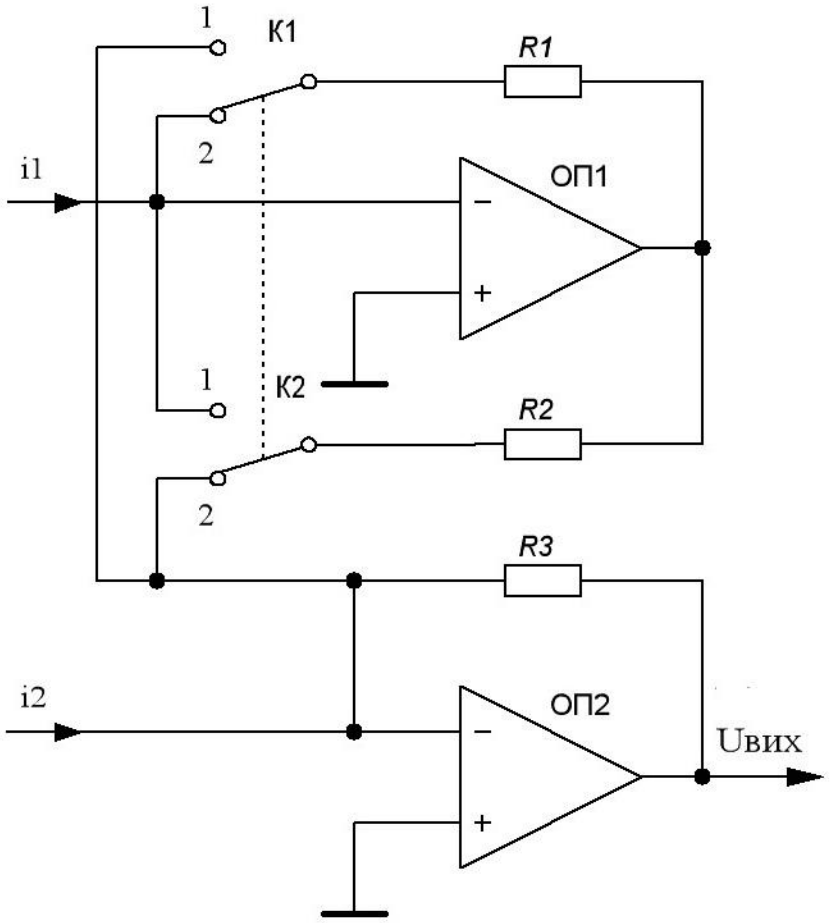


Рис. 2. Функціональна схема вимірювального перетворювача з диференціально- струмовими входами з корекцією синфазних похибок

Для зменшення синфазної похибки $\delta_{сф}$ на вході вимірювального підсилювача включено подвійний перемикач $К_1$, $К_2$ (див. рис. 2) та цикл вимірювання складається з двох тактів. В першому такті перемикачі $К_1$, $К_2$ будуть знаходитись в положенні 1, при цьому резистор R_2 буде знаходитися в β - колі операційного підсилювача $ОП_1$, а резистор R_1 в β - колі операційного підсилювача $ОП_2$. Результат вимірювання вихідної напруги $U_{вих1}$ в першому такті запам'ятовується. В другому такті перемикачі $К_1$, $К_2$ будуть знаходитися в положенні 2, при цьому резистори R_1 та R_2 поміняються місцями. Результат вимірювання вихідної напруги $U_{вих2}$ в другому такті також запам'ятовується. Скоригований результат $U^*_{вих}$ отримаємо сумуючі результати вимірювання вихідної напруги вимірювального підсилювача в першому та другому такті за формулою:

$$U^{*}_{вих} = U_{вих1} + U_{вих2}\,. \qquad (4)$$

При цьому синфазна похибка буде дорівнювати:

$$\delta_{сф} = \gamma_R^2 \cdot (\kappa_{сф} + 0{,}5)\ . \qquad (5)$$

Висновки. Запропонований спосіб корекції синфазних похибок через неідеальність резисторів в вимірювальному підсилювачі з диференціально- струмовими входами дозволяє зменшити похибку в тисячі разів та уникнути недоліків характерних існуючим методам.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Пейтон А. Дж., В. Волш. Аналоговая электроника на операционных усилителях – М.: БИНОМ, 1994. – 352 с.

2. Проектирование и применение операционных усилителей / под ред. Грэм Дж., Тоби Дж., Хьюлсмана Л. – М.: Мир, 1974. – 512 с.

3. SCXI Universal Strain Gage Input, datasheet/ http://www.ni.com/ pdf/products/us/4scxisc286_ETC_196.pdf

4. Достал И. Операционные усилители: Пер. с англ. – М.: Мир, 1982. – 512 с., ил.

5. Орчинський С. В., Орнатський Д. П., Петко І.В. Стенд для експериментальних досліджень вібраційних характеристик барабанних машин. – Вісник Хмельницького національного університету, Технічні науки, Том 2, №6, 2005. – С. 44- 47.

6. Бабак В.П., Орнатський Д.П. Трипровідний аналоговий інтерфейс. – Патент №74738 (UA) Опубл 16.01.2006, Бюл. №1.

Без рецензії.

УДК 004.896.7
Покидько Л.М. (НАУ)

АЛГОРИТМИ ПОБУДОВИ 3D-МОДЕЛІ ОБ'ЄКТУ ЛАЗЕРНОГО СКАНУВАННЯ

У статті запропоновано синтез алгоритму, що дозволяє підвищити точність побудови 3D-моделі об'єкту сканування та зменшити вплив випадкових похибок вимірювання. Розглянуто та проаналізовано недоліки та переваги тривимірного моделювання.
Ключові слова: 3D-модель, лазерне сканування, сегментація, тривимірне моделювання.

В статье предложен синтез алгоритма, что позволяет повысить точность построения 3D-модели объекта сканирования и уменьшить влияние случайных погрешностей измерения. Рассмотрены и проанализированы недостатки и преимущества трехмерного моделирования.
Ключевые слова: 3D-модель, лазерное сканирование, сегментация, трехмерное моделирование.

The paper presents a synthesis of algorithm that can improve the accuracy of constructing 3D-model of the object scanning and reduce the impact random measurement errors. Considered and analyzed the shortcomings and advantages of three-dimensional modeling.
Keywords: 3D-model, laser scanning, segmentation, three-dimensional modeling.

Вступ. Технологія безконтактного лазерного 3D-сканування дозволяє отримувати точні електронні копії реальних об'єктів у вигляді об'ємних комп'ютерних моделей. За допомогою спеціалізованих програмних пакетів отримані моделі можуть піддаватися обробці, аналізу, модифікації, а також відтворені фізично на спеціальному обладнанні (верстати з ЧПУ). Умовно скановані об'єктивним ти можна розділити на художні та технічні. Різниця в загальному випадку проявляється в наявності в останніх граней, ребер, гострих кутів і т.д. У цьому сенсі технічні об'єкти вимагають більш копіткої обробки.

Постановка проблеми. Сучасні системи комп'ютерного проектування CAD (Computer Aided Design) в машинобудуванні є складним комплексом алгоритмічних, програмних і апаратних засобів [1]. До числа останніх відносяться пристрої двовимірного (2D) [2] і тривимірного (3D) [2] сканування реальних об'єктів, параметри яких вводяться в систему CAD.

Необхідність введення опису об'єктів шляхом їх багатовимірного сканування виникає при рішенні завдань створення математичних моделей об'єктів, вимірювання деталей і заготовок [3], контролю параметрів готових виробів. При цьому сам процес сканування і опису 3D об'єктів є складною задачею. Проблема вдосконалення технологій сканування і введення в системи комп'ютерного проектування інформації про об'єкти реального світу є досить актуальною.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В роботах [3] та [4] показані способи лазерного сканування та приведені різні алгоритми побудови 2D і 3D моделей. Основні методи побудови моделей викладені в [5] та в роботі [6], де проводиться математична обробка отриманих результатів, що пов'язана з комп'ютерним моделюванням і інтерполяцією, де не передбачені похибки інтерполяційних поліномів. Тому доцільно розробити синтез алгоритму побудови 3Dмоделі підвищеної точності як результату сканування лазерним променем.

Мета роботи: розробити синтез алгоритму побудови 3D моделі.

Основна частина. Головне завдання, що постає в процесі сканування – це виділення об'єкту зі сканерної хмари. Після побудови 3D-моделі практично не складно визначити геометричні параметри об'єкту контролю або порівняти з еталонною моделлю. Практично відразу створити тривимірну модель великогабаритного об'єкту зі складною формою поверхні дуже складно. Цей процес супроводжується значною кількістю похибок. Тому в процесі сканування подібні об'єкти контролю потрібно розділити на геометричні примітиви

та прості поверхні і шляхом їх комбінації відтворюють тривимірну модель. Цей процес має назву сегментації.

Під сегментацією розуміють процес поділу точок на різні множини, що відносяться до різних геометричних об'єктів (прямі, площини, поверхні, ребра та ін.) [1]. Різні способи сегментації відрізняються між собою критерієм подібності, який дає змогу віднести точки до різних груп. Виділяють три головні способи сегментації: сегментація за границями; сегментація за поверхнями і сегментація за лініями сканування.

Перший алгоритм має два етапи: виділення границі, що розділяє різні області і присвоєння точок відповідним областям. Оскільки виділення границі ґрунтується на миттєвій зміні властивостей (напрямок нормалі до локальної ділянки поверхні, градієнт, головна кривина, похідні вищого порядку), то такий метод дуже чутливий до місцевих нерівностей об'єкта та випадкових похибок вимірювань.

Сегментація за поверхнями використовує як критерій подібності властивості локальної ділянки поверхні і поступово приєднує до поверхні сусідні точки, які мають подібні властивості. Цей метод є менш чутливим до випадкових похибок вимірювань. Для визначення характеристик локальної ділянки поверхні (напрямок нормалі до локальної ділянки поверхні, градієнт, головна кривина, похідні вищого порядку) використовують робасті методи оцінювання.

В основу третього алгоритму покладено принцип, що лінія сканування на поверхні утворює просторову лінію. Рухаючись поступово вздовж цієї лінії, можна класифікувати точки, що відносяться до різних поверхонь.

Існують також гібридні алгоритми, що об'єднують перераховані вище методи. Звичайно, потрібно пам'ятати, що до початку сегментації виконано попередню обробку всіх лазерних сканів і видалено шуми [2].

Сутність запропонованого алгоритму сегментації полягає у тому, що на першому етапі виконують сегментацію за лініями сканування для визначення точок, що належать одній поверхні. На другому етапі виконують повторну сегментацію за поверхнею, причому вид поверхні задається в інтерактивному режимі.

Очевидно, що профіль лінії сканування буде відрізнятися від профілю лінії. Графічно цю різницю зображено на рис. 1.

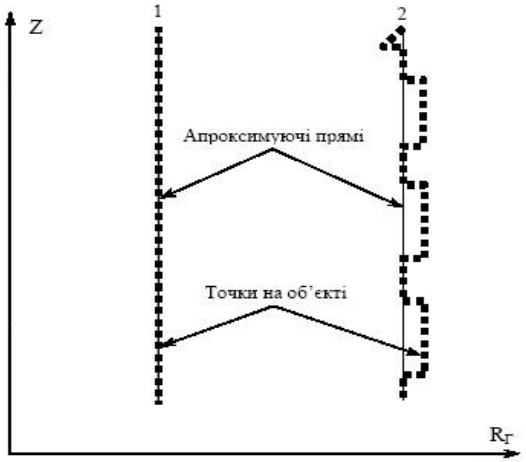


Рис. 1. Виділення площини об'єкту сканування з хмарини точок шляхом сегментації за лініями сканування

Незалежним параметром обрано висоту точки *Z*, а залежною змінною є проекція відстані R на площину сканування – *Rr*. Для реалізації першого етапу сегментації використовуємо алгоритм звичайної крокової регресії. Рівняння запишемо в такому вигляді:

$$R_{r_i} = a + bZ_i .$$

Алгоритм сегментації послідовно виконує такі операції (рис. 2).

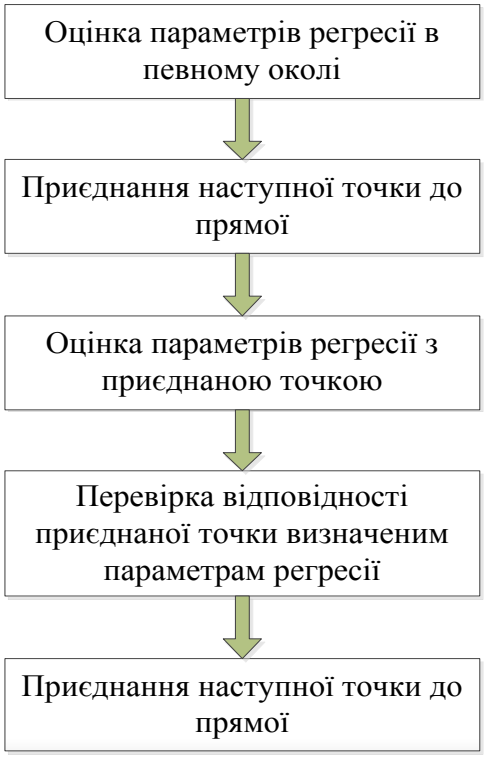


Рис. 2. Алгоритм сегментації за лініями сканування

Визначення параметрів рівняння регресії виконують за традиційною схемою методу найменших квадратів (МНК). Коефіцієнти рівняння регресії *x* знаходять як:

$$x = (A^T PA)^{-1} APl ,$$

де *A*– матриця частинних похідних, *P* - вагова матриця.

Варто пам'ятати, що точність визначення координат точок змінюватиметься залежно від відстані, тому вагові коефіцієнти у ваговій матриці *P* для різних точок будуть різними . Ваги точок обчислюють через середню квадратичну похибку (СКП) спостережень. Матриця СКП вимірювання відстаней та кутів *Ms* без врахування кореляційних зв'язків має вигляд:

$$M_s = \begin{pmatrix} m_\alpha^2 & 0 & 0 \\ 0 & m_\beta^2 & 0 \\ 0 & 0 & m_P^2 \end{pmatrix}$$

Оскільки безпосередньо спостережуваними величинами є горизонтальні та вертикальні кути і відстані, для отримання СКП координат точок, матрицю *Ms* перетворюють відповідно до правила перетворення коваріацій:

$$M_c = A \cdot M_s \cdot A^T \ . \qquad (1)$$

де M_c - – матриця СКП координат точки; *A*– матриця частинних похідних.

Критерієм відповідності оберемо максимальне відхилення точки від прямої після апроксимації $\nu_{\max}^{\min}$ Довірчий інтервал для перевірки відповідності приєднаної точки також змінюється залежно від відстані і кутів нахилу і розраховується за апріорними значеннями похибок, за допомогою коваріаційної матриці *Mc*.

Якщо прийняти СКП визначення положення точки в горизонтальній площині $m_{P_{\max}^{\min}} = \sqrt{m_x^2 + m_y^2}$, то умова для визначення довірчого інтервалу матиме вигляд $\nu_{\max}^{\min} \geq z_q m_{P_{\max}^{\min}}$, де z_q – коефіцієнт, що залежить від прийнятого рівня довірчої ймовірності *p*.

Значення СКП m_x, m_y отримують з виразу (1). Після сегментації за лініями сканування, за точками, що залишились після сегментації переходимо до другого етапу.

На другому етапі виконуємо сегментацію за поверхнею. Алгоритм цього процесу наведено на рис. 3.

Рис. 3. Алгоритм сегментації за поверхнею

У якості найпростішої поверхні в нашому випадку обираємо площину. Порядок побудови апроксимуючої площини аналогічний до побудови апроксимуючої прямої. Відмінність полягає, по-перше у критерії відповідності приєднаної точки до площини і по-друге у способі приєднання нових точок до площини. В якості критерію відповідності оберемо відхилення нормалі у приєднаній точці від нормалі у раніше апроксимованій площині.

З метою визначення рівняння апроксимуючої площини в нормальній формі, використаємо алгоритм, запропонований в [4]. Рівняння площини в нормальній формі має вигляд $AX + BY + CZ + D = 0$.

Відповідно до [7] сформуємо матрицю P координат точок локальної ділянки площини:

$$P = \begin{pmatrix} X_1 & Y_1 & Z_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ X_n & Y_n & Z_n \end{pmatrix}.$$

Обчислимо матрицю M: $M = nC^T C - P^T P$, де C - матриця, що містить середні значення координат.

Для матриці M обчислюємо T – вектор, елементами якого є власні значення матриці M. Для максимального власного значення з T отримуємо власний вектор N. Коефіцієнти рівняння площини дорівнюють

$$-N = (A \quad B \quad C)^T D = NC^T.$$

Процедура розрахунку власних значень матриць та нормованих власних значень векторів, що їм відповідають, досить добре розроблена і є практично у всіх математичних програмних засобах [5]. Після знаходження за допомогою сегментації всіх площин, які

утворюють об’єкт сканування, визначаємо лінії перетину між площинами. Знайдемо рівняння прямої, як результат перетину двох площин.

У векторній формі рівняння просторової прямої має вигляд

$$P(t) = P_0 + Vt .$$

У координатній формі рівняння записують як:

$$X(t) = X_0 + lt ,\ Y(t) = Y_0 + mt ,\ Z(t) = Z_0 + nt .$$

Якщо пряма визначається як результат перетину двох площин, які задані $F_1 = [N_1 \quad D_1]$ та $F_2 = [N_2 \quad D_2]$ то пряма, по якій вони перетинаються, має невідомі вектори P_0, V.

Скористаємось алгоритмом, який розповсюджений в обчислювальній геометрії [6]. Запишемо систему рівнянь двох площин:

$$[p \quad 1]\begin{bmatrix} N_1^T & N_2^T \\ D_1 & D_2 \end{bmatrix} = [0 \quad 0] \Rightarrow p[N_1^T \quad N_2^T] = [-D_1 \quad -D_2].$$

Отримане векторне рівняння є еквівалентним невизначеній системі двох рівнянь з трьома невідомими. Розв’язок системи знаходять, використовуючи множники Лагранжа. Функція Лагранжа має вигляд

$$L(p,\lambda) = \frac{1}{2}(p \cdot p^T) + \lambda \cdot \varphi(p)^T ,$$

де λ - вектор множників Лагранжа; $\varphi(p) = p\left[N_1^T \quad N_2^T\right] + [D_1 \quad D_2]$ - векторна функція зв’язку координат точки *p*.

Вектор множників Лагранжа отримують як

$$\lambda = [D_1 \quad D_2]\left(\begin{bmatrix} N_1 \\ N_2 \end{bmatrix} \cdot [N_1^T \quad N_2^T]\right)^{-1} .$$

Координати точки *p* знаходять

$$p = -[D_1 \quad D_2]\begin{bmatrix} N_1 \cdot N_1^T & N_1 \cdot N_2^T \\ N_1 \cdot N_2^T & N_2 \cdot N_2^T \end{bmatrix}^{-1}\begin{bmatrix} N_1 \\ N_2 \end{bmatrix}.$$

Визначимо очікувану точність. Якщо рівняння двох площин задані у вигляді $A_1X + B_1Y + C_1Z + D_1 = 0$, $A_2X + B_2Y + C_2Z + D_2 = 0$, то напрямні косинуси прямої, по якій перетинаються площини визначають за виразами (2).

$$l_1 = B_1C_2 - B_2C_1 ,\ A_1X + B_1Y + C_1Z + D_1 = 0 ,\ n_1 = A_1B_2 - A_2B_1 . \qquad (2)$$

Точність визначення напрямних косинусів прямої можна отримати звичайним переходом до середніх квадратичних похибок.

$$m_{l_1}^2 = C_2^2 m_{B_1}^2 + B_1^2 m_{C_2}^2 + C_1^2 m_{B_2}^2 + B_2^2 m_{C_1}^2 ,$$
$$m_{m_1}^2 = C_2^2 m_{A_1}^2 + A_1^2 m_{C_2}^2 + C_1^2 m_{A_2}^2 + A_2^2 m_{C_1}^2 ,$$
$$m_{n_1}^2 = B_2^2 m_{A_1}^2 + A_1^2 m_{B_2}^2 + B_1^2 m_{A_2}^2 + A_2^2 m_{B_1}^2 .$$

Значення середньої квадратичної похибки обчислюють за формулою

$$m_0^2 = \frac{n_1^2 l_1^2}{(l_1^2 + m_1^2 + n_1^2)^3} m_{l_1}^2 + \frac{m_1^2 l_1^2}{(l_1^2 + m_1^2 + n_1^2)^3} m_{l_1}^2 + \left(\frac{1}{\sqrt{l_1^2 + m_1^2 + n_1^2}} + \frac{n_1^4}{(l_1^2 + m_1^2 + n_1^2)^3}\right) m_{n_1}^2 .$$

Точність лазерного сканера становить кілька мікрон, тому CAD-модель, в кінцевому рахунку, буде передавати всі дефекти вихідного об'єкта. Тобто в результаті реінженерінгових робіт ми отримаємо точну копію об'єкта, за якою можливий аналіз розбіжності з теорією (контроль якості). Зрозуміло, що це має величезне значення на виробництві, де комплекс робіт по зворотному проектування дозволяє виявити ті місця у виробничому циклі, які й дають дефекти на моделях.

За отриманими даними сканування в першу чергу проводиться аналіз якості моделі. Технічні об’єкти вимагають найбільшої точності відтворення і отримання математичної моделі (CAD-моделі). Складність полягає і в тому, сам процес сканування найчастіше не дозволяє одержати інформацію про приховані частинах об'єкта. За великим рахунком ця проблема вирішується шляхом добудовування («додумування») моделі в програмному пакеті (найчастіше це вдається зробити з великою точністю).

Природно, що для роботи в конструкторських програмах необхідна додаткова обробка моделі, і до недавнього часу існувала проблема перекладу хмари точок в «тверде тіло» (mesh to solid). Зараз створені програмні продукти (наприклад, RepidFormXO компанії INUS Technology), що дозволяють, з одного боку, повторити поверхню об'єкта, з іншого боку - отримати модель, доступну конструкторським програмами.

Незважаючи на всю уявну простоту тривимірного моделювання, є ряд проблем, які виникають при роботі з хмарами точок, а саме:

- Обсяги інформації: в CAD програмах положення кожної точки розраховується окремо, тому обробка мільйонів точок вимагає великих ресурсів, та й «движок» CAD програми не завжди справляється з такими розрахунками;

- Труднощі, пов'язані з обробкою хмари точок: тривимірна модель в «класичному» варіанті являє собою набір тіл і поверхонь, а не набір точок.

Ці проблеми частково дозволяють вирішити спеціальні програмні продукти, серед них особливо хотілося б відзначити Leica CloudWorks. Це плагін для AutoDesk Autocad, Microstation, PDMS, PlantDesign, який дозволяє працювати з хмарою точок у зазначених додатках. Основні переваги даного продукту:

- Швидкість робота з хмарою точок;

- Облік параметра кольору точки при відображенні.

Тривимірне моделювання на основі лазерного сканування можна виконати за трьома принциповими схемами:

Перша схема (рис. 4) передбачає тривимірне моделювання як наступний крок після створення двомірних креслень і полягає в доданні двомірним об'єктів третьої координати.

Рис. 4. Технологічна схема 3D – моделювання

Друга схема полягає в поверхневому моделюванні безпосередньо по точкової моделі, тобто створення тріангуляціонних мереж і NURBS-об'єктів автоматично за хмари точок.

Третя схема полягає в спільному застосуванні першої та другої схеми, тобто «Несучі» об'єкти створюються за першою схемою, а складні об'єкти, які важко побудувати геометричними примітивами і булевими операціями, створюються у вигляді поверхонь автоматично.

Перша схема є досить трудомісткою, але дозволяє легко редагувати створені об'єкти, як у процесі створення, так і надалі. Друга ж схема більш автоматизована, але можуть виникнути труднощі з редагуванням одержані поверхонь.

Висновок. Запропонований алгоритм сегментації дозволяє підвищити точність побудови 3D – моделі об'єкту сканування. Точність лазерного сканера становить кілька мікрон, тому CAD-модель, в кінцевому рахунку, буде передавати всі дефекти вихідного об'єкта. Тобто в результаті реінженерінгових робіт ми отримаємо точну копію об'єкта, за якою можливий аналіз розбіжності з теорією (контроль якості). Зрозуміло, що це має величезне значення на виробництві, де комплекс робіт по зворотному проектування дозволяє виявити ті місця у виробничому циклі, які й дають дефекти на моделях.

За отриманими даними сканування в першу чергу проводиться аналіз якості моделі. Технічні об'єкти вимагають найбільшої точності відтворення і отримання математичної моделі (CAD-моделі). Складність полягає і в тому, сам процес сканування найчастіше не дозволяє одержати інформацію про приховані частинах об'єкта. За великим рахунком ця проблема вирішується шляхом добудовування («додумування») моделі в програмному пакеті (найчастіше це вдається зробити з великою точністю).

Можливі й інші варіанти створення 3D - моделі на основі лазерного сканування. Уже зараз є програмне забезпечення, які дозволяють автоматично створювати твердотільні об'єкти (Cyclone). Як вже було зазначено, кожен проект потребує розробки окремої технології виробництва робіт і вибір відповідного програмного забезпечення.

Подальший розвиток тривимірного моделювання йде шляхом автоматизації процесу створення 3D - моделей, поліпшення реалістичності створюваних моделей і вдосконалення засобів візуалізації.

ЛІТЕРАТУРА:

1.Иларионов Р. Въвеждане на 3D обекти в изчислителна середа / Р. Иларионов и др. // Сборник с доклади на International Scientific Conference «Uniteh 07» (България). – Vol. I. – 23-24 ноември, 2007. – С.134-142.

2. Шпак Ю.А. 3ds Max 2009 / Ю.А. Шпак. – М.: Эксмо, 2008. – 412 с.

3. Schaeffer R. Galvo based laser scanning systems / R. Schaeffer // CircuiTree. – Vol. 16. – N 9, 2003. – PP. 32-38.

4. Галуев С.В. Составные сканаторы / С.В. Галуев, Б.С. Розов // Измерения, контроль, автоматизация. – № 3, 2003. – С.33-36.

5. Кривобок А.С. 3D сканирование и моделирование / А.С. Кривобок. – СПб: ООО «Оптика-сканер», 2007. – 326 с.

6.Красильников Н.Н. Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений / Н.Н. Красильников. – СПб.: БХВ, 2011. – 608 с.

Рецензент: д.т.н., проф. Корченко О.Г.

УДК 621.396.1

д.т.н., доц. **Толюпа С.В.** (ДУІКТ)
к.т.н., с.н.с. **Дружинін В.А.** (ДУІКТ)
Жиров Б.Г. (ВІКНУ)
Лалєтін С.П. (ВІКНУ)

ПРИНЦИПИ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ВИПРОМІНЮВАННЯМИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ЕНЕРГІЇ В БАГАТОПОЗИЦІЙНИХ СИСТЕМАХ РАДІОЛОКАЦІЇ

За допомогою введеного оптимального керування досягається просторово-часове «мерехтіння» передавальними пристроями системи за єдиною в масштабі системи програмі, що виключає або перешкоджає противнику пеленгації джерел випромінювання електромагнітної енергії, прицілювання та пуск по них зброї, що самонаводиться. Розроблена модель оптимального керування випромінюваннями ЕМЕ в системі з декількох РЛС дозволяє не тільки досліджувати всі технологічні процеси щодо виявлення, супроводу й обстрілу повітряних цілей в умовах вогневого впливу супротивника, але й обґрунтовувати необхідні тактико-технічні характеристики до елементів таких систем, розробляти пропозиції по розміщенню на місцевості, маскуванню, вибору позицій, їх інженерному встаткуванню.

Ключові слова: радіолокація, електромагнітне випромінювання, діаграма направленності.

С помощью введенного оптимального управления достигается пространственно-временное «мерцание» передающими устройствами системы по единой в масштабе системы программе, что исключает или затрудняет противнику пеленгации источников излучения электромагнитной энергии, прицеливание и пуск по ним самонаводящегося оружия. Разработана модель оптимального управления излучениями ЕМЕ в системе из нескольких РЛС позволяет не только исследовать все технологические процессы по выявлению, сопровождению и обстрелу воздушных целей в условиях огневого воздействия противника, но и обосновывать необходимые тактико-технические характеристики до элементов таких систем, разрабатывать предложения по размещению на местности, маскировке, выбора позиций, их инженерному оборудованию.

***Ключевые слова:** радиолокация, электромагнитное излучение, диаграмма направленности.*

By means of the entered optimum control existential** "blinking" by system sending devices on uniform on the scale of system to the program that excludes **is reached** or complicates to the opponent of direction finding of sources of radiation of electromagnetic energy, an aiming and start-up on them of the self-directed weapon. The model of optimum control by radiations EME in system from several RLS is developed allows not only to investigate all technological processes on revealing, support and bombardment of air targets in the conditions of fire influence of the opponent, but also to prove necessary taktiko-technical characteristics to elements of such systems, to develop offers on placing on district, masking, a choice of positions, to their engineering equipment.

***Keywords:** a radar-location, electromagnetic radiation, the orientation diagramme.*

Вступ та постановка задачі. Досвід локальних війн останніх десятиліть показує, що здійснення ударів з повітря починається з вогневого й радіоелектронного придушення найбільш важливих засобів протиповітряної оборони (ППО). Основному нальоту, як правило, передують дія групи (однієї або декількох) придушення засобів ППО за допомогою зброї, яка самонаводиться (СНЗ), основу якого становлять протирадіолокаційні ракети (ПРР) і безпілотні літальні апарати (БЛА) з радіолокаційними головками самонаведення (ГСН).

Зменшення інформації для СНЗ про радіолокаційні засоби ППО на цьому етапі досягається за рахунок підвищення енергетичної та часової скритності.

Задачею енергетичної скритності є зменшення рівня випромінення, часової – часу випромінення. Способи здійснення часової скритності можуть бути різними і залежать як від характеру об'єкта, так і особливостей апаратури системи виявлення СНЗ [1]. Найбільш загальним способом може вважатися регламентація часу випромінення, під яким розуміють організацію функціонування радіолокаційного засобу таким чином, щоб випромінення

займало час, який мінімально необхідний для виконання бойової задачі. Застосування режиму багатопозиційного виявлення та супроводження (БПВС) може "дезорганізувати" план нанесення повітряного удару. При цьому ймовірні ситуації, коли супротивник установить факт його опромінення радіолокаційним засобом, але не встигне запеленгувати координати радіолокаційної станції (РЛС), а отже, не зможе зробити прицільний пуск СНЗ. Ударні літаки, які прямували за групою придушення ППО будуть змушені або чекати, коли будуть знищені засоби ППО, або неефективно реалізувати запас бомб, або взагалі відмовляться від нанесення удару та щоб уникнути великих втрат, повернуться на свої аеродроми. Вихід з ладу одної РЛС не означає придушення всієї системи ППО, тому що залишаться боєздатні РЛС, які у режимі БПВС перемикаються на роботу від чергової ведучої РЛС.

В формалізованому вигляді розглянута ситуація для гіпотетичної інформаційної системи (ІС) з трьох РЛС (підсистем, які можуть бути однотипними чи відрізнятися за своїм функціональним призначенням, тобто РЛС – виявлення повітряних цілей, супроводження повітряних цілей, візирування зенітно-керованих ракет (ЗКР)) надана граф-моделлю, рис.1.1, де позначено:

$A_0 ... A_4$ - j -і засобів повітряного нападу (ЗПН) в характерних точках простору;

$Z_1 ... Z_3$ - РЛС із врахуванням розміщення їх на місцевості;

$Z_{1T} ... Z_{3T}$ - передавальні антени РЛС;

$Z_{1R} ... Z_{3R}$ - приймальні антени РЛС;

$Z_1^* ... Z_3^*$ - РЛС, які вийшли з ладу;

$Z_{1C} ... Z_{3C}$ - антени для просторово-часової синхронізації; Р - пункт управління;

C_h - h -й об'єкт удару;

C_h^* - h -й об'єкт, який виведений з ладу;

$A_1^* ... A_3^*$ - уражені ЗПН;

υ_0 - час на зліт ЗПН із аеродрому й входження в зону виявлення ІС;

$\upsilon_1(\upsilon_7, \upsilon_{13})$ - час виявлення випромінювання *i*-РЛС, визначення її типу й координат;

$\upsilon_2(\upsilon_8, \upsilon_{14})$ - час прицілювання й пуску ПРР;

$\upsilon_3(\upsilon_9, \upsilon_{15})$ - час польоту ПРР;

$\upsilon_4(\upsilon_{10}, \upsilon_{16})$ - час поразки *i*-РЛС із моменту підриву ПРР;

$\upsilon_5(\upsilon_{11}, \upsilon_{17})$ - час прийняття рішення про поразку *i*-РЛС;

$\upsilon_6, \upsilon_{12}$ - час входження *j*- ЗПН у зону виявлення чергової РЛС, яка працює на випромінювання;

υ_{18} - час виходу *j*- ЗПН у район нанесення удару по $\tilde{N}_h$ -му об'єкту;

υ_{19} - час нанесення удару *j*- ЗПН по $\tilde{N}_h$ -му об'єкту;

υ_{20} - час прийняття рішення про нанесення поразки $\tilde{N}_h$ -му об'єкту;

υ_{21} - час повернення *j*- ЗПН на аеродром;

e_1, e_2, e_3 - час на призначення ведучої РЛС;

e_4, e_{23}, e_{57} - час настроювання передавача на задану несучу частоту;

$e_5, e_{10}, e_{11}, e_{34}, e_{35}, e_{51}$ - час настроювання приймача на частоту відповідної ведучої РЛС;

e_6, e_{37}, e_{52} - час опромінення цілі ведучою і- РЛС;

e_7, e_{33} - час підготовки лінії зв'язку для передачі по несучій частоті;

e_8, e_9, e_{36} - час на передачу даних просторово-часової синхронізації відомих РЛС;

$e_{12}, e_{13}, e_{14}, e_{38}, e_{44}, e_{55}$ - прийом відбитого сигналу (час контакту з ціллю);

e_{15}, e_{16} - час просторово-часової синхронізації відомих РЛС;

$e_{17}, e_{18}, e_{19}, e_{20}, e_{21}, e_{22}, e_{30}, e_{31}, e_{32}, e_{39}, e_{40}, e_{41}, e_{45}, e_{48}, e_{49}, e_{54}, e_{55}$ - час передачі даних на ПУ про

перехід *i*-ї РЛС у режим ведучої, а інших у режим відомих, про виявлення *j*- цілі, про знищення цілі й про вивід з ладу РЛС;

$e_{24}, e_{26}, e_{28}, e_{42}, e_{46}$ - час наведення ЗКР;

$e_{25}, e_{27}, e_{29}, e_{43}, e_{47}, e_{56}$ - час прийняття рішення про поразку цілі.

Особливості функціонування даної ІС полягають у тому, що в початковий момент ведучою призначається РЛС першої підсистеми Z_1 яка опромінює j-ю ціль *(*A_1*),* (дуга e_6) та здійснює просторово-часову синхронізацію РЛС другої та третьої підсистем Z_2 и Z_3 (дуги e_8 и e_9). З виводом її з ладу (дуга υ_4 вершина Z_h^*) призначається РЛС другої підсистеми Z_2, яка підсвічує j-у ціль *(*A_2 - відповідає новому просторовому положенню, оскільки пройшов час, не менший циклу стрільби СНЗ), дуга e_{37} перемикає на себе просторово-часову синхронізацію третьої підсистеми Z_3 (дуга e_{36}*),* а з виводом з ладу другої підсистеми Z_2 (дуга υ_{10}, вершина Z_2^*) у автономний режим переходить РЛС Z_3. Мінімальний час живучості такої системи оцінюється сумою

$$T_{Ж\min} = \sum_{i=1}^{M} T_{Жi} \ , \tag{1}$$

де M - кількість РЛС в системі (в даному випадку M = 3).

Отриманий таким чином виграш у живучості може бути легко нівельований супротивником при зміні програми нальоту. Наприклад, наданням групі придушення більшого часу на вивід із ладу елементів системи ППО, природно на шкоду раптовості нанесення основного удару.

Досягти суттєвого підвищення живучості системи з адаптацією під технічні характеристики СНЗ, що виключає або суттєво утрудняє його запуск із літаків - носіїв такої зброї, можна шляхом впровадження оптимального керування вибором ведучою *i*-ї РЛС, встановленням часу роботи на випромінювання $t_{випрі}$ та призначенням несучої частоти $f_н$ випромінюваних нею зондуючих сигналів.

$$\mu_S \left\{ t, P_{ЗВП}, S_{tR}, \upsilon\left(i, t_{випрі}, f_н\right) \right\} \to \max \tag{2}$$

при обмеженнях

$$\begin{aligned} & t \le T_н ; \\ & P_{ЗВП} \le \sum_{n=1}^{M_{оп}} P_{ПН} ; \\ & i \subseteq Z_c ; \\ & t_{випр} \prec \left(\upsilon_1 + \upsilon_2\right) ; \\ & f_н \subseteq \left[f_{н\min} f_{н\max} \right] \end{aligned} \tag{3}$$

де $T_Н$ - час нальоту ЗПН;

$P_{ЗВП}$ - потенціал засобів вогневого придушення, який застосовується в даному нальоті для придушення елементів системи ППО;

$M_{ЗП}$ - кількість ЗПН, що наряджені для придушення засобів ППО;

$P_{ПН}$ - потенціал *n*-го ЗПН;

S_{tR} - структура засобів ППО, яка визначена штатною кількістю РЛС Z_0, наявністю засобів управління, зв'язку і т.ін.;

υ_1, υ_2 - часові (технічні) характеристики апаратури прийому, аналізу випромінювання та пуску СНЗ (див. рис. 1).

Граф-модель функціонування системи ППО з режимом БПВС із оптимальним керуванням випромінюваннями електромагнітної енергії (ЕМЕ), яка складається (для

простоти) з трьох РЛС, надана на рис. 2, де позначено:

A_0 - ЗПН знаходиться на аеродромі;

A_1 - група придушення засобів ППО $M_{ЗП}$ в зоні поразки ВЗ БПСРЛ, що розглядається;

A_2 - ударна група (ешелон) на рубежі нанесення удару по C_h-му об'єкту;

C_h^* - виведений з ладу об'єкт;

A_1^1 - апаратура прийому й аналізу випромінювань радіолокаційних засобів БПСРЛ;

A_2^1 - апаратура прицілювання й пуску СНЗ;

υ_0 - час польоту до входу в зону поразки ЗК досліджуваної системи ППО;

υ_1 - час прийому й аналізу випромінювань РЛС;

$\upsilon_2, \upsilon_6, \upsilon_7$ - час повернення на аеродром посадки;

υ_3 - час виходу на рубіж атаки $\tilde{N}_h$-го об'єкта після придушення системи ППО;

υ_4 - час нанесення удару по $\tilde{N}_h$ - му об'єкту;

υ_5 - час поразки $\tilde{N}_h$ - го об'єкта;

$Z_1 ... Z_3$ - вогневих засобів (ВЗ) БПСРЛ;

$Z_{1T}\,(Z_{2T}, Z_{3T})$ - передавальний пристрій;

$Z_{1R}\,(Z_{2R}, Z_{3R})$ - приймальний пристрій;

$Z_{1C}\,(Z_{2C}, Z_{3C})$ - антени для просторово-часової синхронізації в режимі БПВС;

P - пункт бойового управління (КП);

$e_1\,(e_2, e_3)$ - час призначення ведучої РЛС;

$e_4\,(e_5, e_6)$ - час настроювання передавального пристрою на задану несучу частоту f_H;

$e_7\,(e_8, e_9)$ - час роботи передавального пристрою на випромінювання;

$e_{10}\,(e_{11}, e_{12})$ - час реалізації сигналів для просторово-часової синхронізації відомих РЛС системи;

$e_{13} ... e_{18}$ - час передачі сигналів просторово-часової синхронізації РЛС системи;

$e_{19} ... e_{21}$ - час настроювання приймальних пристроїв на частоту f_H, що задається;

$e_{22}, e_{23}, e_{24}, e_{25}, e_{26}, e_{27}$ - час настроювання приймальних пристроїв на синхросигнали ведучих РЛС;

$e_{28} ... e_{30}$ - час прийому відбитих від цілі сигналів;

$e_{31} ... e_{36}$ - час обміну інформацією про ціль з ПУ;

$e_{37} ... e_{39}$ - час роботи передавача (наведення ракети на ціль);

$e_{40} ... e_{42}$ - час прийняття рішення щодо поразки цілі;

$e_{43} ... e_{45}$ - час затримки сигналів просторово-часової синхронізації в апаратурі РЛС (приймається рівним нулю, якщо передача здійснюється з випередженням хоча б в один період посилки зондуючого сигналу $T_П$).

Центральним місцем такого способу підвищення скритності, а в наслідок цього і живучості є призначення ведучої РЛС, яка працює в інтересах всієї БПСРЛ.

Як показано на рис.1, кінцевою вершиною графу для засобів БПСРЛ є досягнення вершини A_1^* (знищення повітряного об'єкту) будь яким боєздатним на даний момент часу з ВЗ системи $Z_Ж^{МП}(t)$ (застосованих для роботи в режимі БПВС). Тому в графі (рис. 1) можна виділити $Z_Ж^{МП}(t)$ факторойдів (контурів, які не мають спільних ребер) [1,2,4], із яких в кожен момент часу один формує ведуча РЛС, а інші відносяться до $(Z_Ж^{МП}(t) - 1)$ боєздатних відомих РЛС. Виділені факторойди можна вважати незалежними не дивлячись на те, що кожен з них бере початок від дуги, яка описує випромінювання зондуючого сигналу i-ї ведучої РЛС (дуга e_7, чи e_8, чи e_9).

Для математичного представлення процесів, які описуються граф-моделями, зручно

перейти до матриць [1,2,4] інциденцій $M^{(u)}$ та суміжності $M^{(c)}$, що дозволяє в подальшому використовувати методи матричного обчислення та машинні процедури обчислень.

Хроматичне число $P(t)$ [4], як функція часу відбиття нальоту визначається з матриці $M^{(u)}$ за максимальним числом вхідних до вершини A_1^* дуг (за кількістю «-1»). Хроматичне число $P(t)$ характеризує потенційні можливості системи в режимі БПВС за кількістю одночасно обсртрілювальних цілей, в тому числі і для багатоканальних (цільових) вогневих засобів, які також можуть входити до складу багатопозиційної системи радіолокації.

Довжина маршрутів факторoїдів виявлення істотним чином залежать від довжини дуги e_7 (e_8 або e_9), тобто від часу опромінення цілі *i*-ї ведучою РЛС. Для кожної РЛС $t_{випрі}$ може задаватися з ПУ при керуванні оглядом простору. Для цього на ПУ формується матриця $\|t_{випрк}\|$ розміром $Z_0 \times K_t$, K_t де - кількість фіксованих значень $t_{випрі}$. Матриця $\|t_{випрк}\|$ може зберігатися в запам'ятовувальних пристроях ПУ та всіх РЛС.

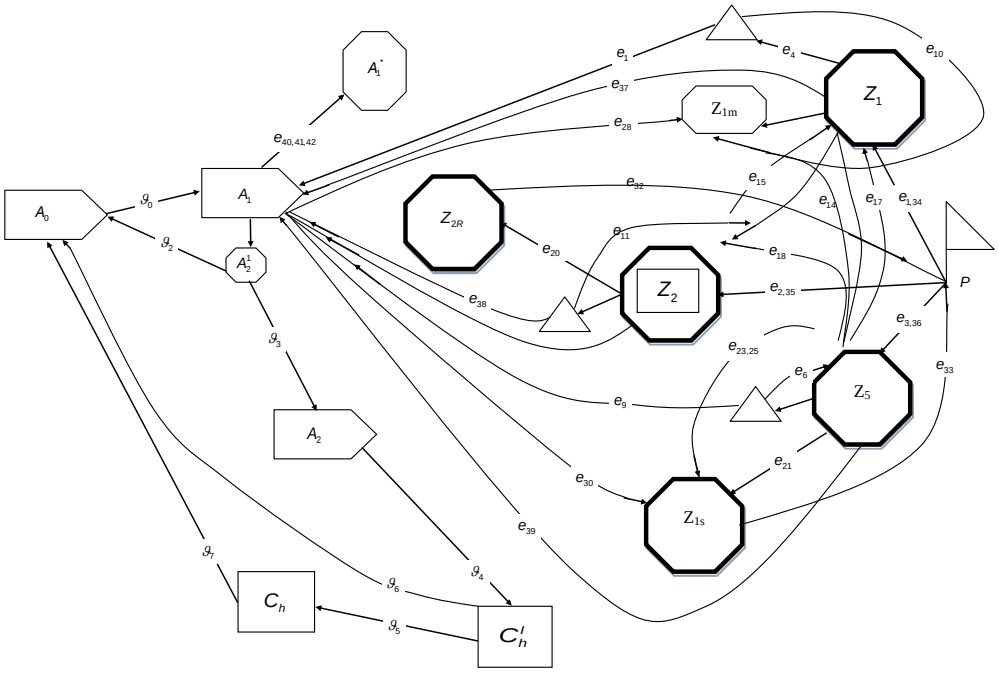


Рис. 1. Граф-модель функціонування БПСРЛ в режимі БПВС із оптимальним керуванням випромінюваннями ЕМЕ

Прийняття рішення на знищення цілі являє собою вибір L^* - го факторoїду графа. Цей вибір повинен здійснюватися найкращим чином з точки зору очікуваного результату обстрілу цілі та неможливості (чи істотного утруднення) вогневого впливу хоча б за одним ВЗ БПСРЛ. Формально вибір L^* - го факторoїду є результатом рішення багатокритеріальної задачі.

Неможливість вогневого впливу на ВЗ системи означає також дії, які викликають розрив дуг контуру (факторoїда), що описує обстріл із борту ЗПН відповідного ВЗ системи. Такими дугами (див. рис. 1), наприклад, для Z_1 можуть бути: $e_6, \upsilon_1, \upsilon_2, \upsilon_3, \upsilon_4$. З врахуванням можливостей технічної реалізації розрив контуру можна забезпечити на ділянці $\{e_6, \upsilon_1, \upsilon_2\}$ за рахунок обмеження довжини дуги $e_6 \prec \upsilon_1 + \upsilon_2$ т.ч. вибираючи $t_{випрі}$ таким, щоб на борту ЗПН неможливо було запеленгувати джерело випромінювання ЕМЕ та провести по ньому прицільний пуск СНЗ.

Суттєве утруднення вогневого впливу зводиться до непомірного збільшення довжин дуг υ_3, υ_4. Наприклад, при застосуванні СНЗ без прицільного пуску по джерелу

випромінювання ЕМЕ знижується ймовірність успішного наведення ПРР на джерело випромінювання, зростає промах, що еквівалентно для досягнення необхідної ймовірності поразки РЛС запуску декількох ПРР. Аналогічний результат може бути досягнутий застосуванням перебудови несучої частоти f_H від імпульсу до імпульсу, чи від позиції до позиції. Для цього в межах виділеного частотного діапазону $[f_{H\min}, f_{H\max}]$ призначається K_f фіксованих частот, значення чи номери зберігаються в запам'ятовуючих пристроях на всіх РЛС, пункті збору та обробки інформації (ПЗОІ). Бронювання найбільш уразливих вузлів та агрегатів РЛС може приводити чи до розриву дуги υ_4, чи до її збільшення, кратному кількості пусків ПРР по визначеній РЛС.

Отже, для оцінки якості реалізації перерахованих заходів можна ввести критерій максимальної довжини маршруту V_{jL} з вершини A_j у вершину Z^* визначеного для обстрілу *j*-ї цілі L^*-го ВЗ (РЛС) (чи по-іншому, критерій мінімуму часу обстрілу *j*-ю ціллю L^*-ї РЛС), $L^* \in z_0$.

Очікуваний результат обстрілу *j*-й цілі, оцінюваний звичайно необхідною ймовірністю її поразки $P^*_{УРLj}$ визначеним L^*-м ВЗ (РЛС) багатопозиційної системи, за інших рівних умов (достатньому запасі ракет, боєприпасів, наявності боєздатних пускових установок і т.ін.) буде досягатися стійкістю супроводження й точністю визначення її координат, тобто дугами, що описують випромінювання зондуючого сигналу й приймання відбитих від цілі сигналів (одне з комбінацій $\{e_7, e_{28}, e_{29}, e_{30}\}$, $\{e_8, e_{28}, e_{29}, e_{30}\}$, $\{e_9, e_{28}, e_{29}, e_{30}\}$), що забезпечують на вході приймального пристрою РЛС L^*-го ВЗ БПСРЛ відношення сигнал/завада не нижче необхідного $g^{L^*} \geq g^{L^*}_{ПОТР}$. Отже, ступінь реалізації очікуваного результату обстрілу j-цілі в системі з М РЛС можна оцінювати за критерієм максимуму ймовірності поразки *j*- цілі.

Аналіз можливостей технічної реалізації оптимального керування показує, що запропонованих критеріїв (критерію максимальної довжини маршруту з вершини A_j в вершину Z^* L^*-*го* ВЗ (РЛС) та критерію максимуму імовірності поразки *j*-ї цілі визначеним для обстрілу L^*-м ВЗ БПСРЛ цілком достатньо, при цьому задача з багатокритеріальної зводиться до двокритеріальної і може бути вирішена на базі обчислювальної техніки нинішнього покоління. З врахуванням наведених міркувань оптимальне керування можна представити в вигляді [1,4]

$$\nu\left(i, t_{випрі,k}, f_H, L^*\right) = \begin{cases} i = \arg\left(\max V_{jl} \,|\varphi_{iL} \succ \Theta_{ПРР}\right) \\ t_{випрі,k} \subseteq \left\| t_{випрі,k} \right\| \\ f_H \subseteq \left[f_{H\min}, f_{H\max} \right] \end{cases} . \qquad (4)$$

При допустимих значеннях керуємих перемінних

$$\begin{aligned} & i, L^* \subseteq Z_0; \\ & t_{випрі,k} \subseteq \left\| t_{випрі,k} \right\|; \\ & k = \overline{1, K_t}; \\ & f_H = \left[f_{H\min}, f_{H\max} \right], \end{aligned} \qquad (5)$$

де φ_{iL} - кут в площині «і-а – РЛС – j-а ціль РЛС», рис. 1. 2;

Θ - ширина ДСА бортової апаратури прийому випромінювання на j-му ЗПН;

$Д_{ЦL}$ - дальність до j-ї цілі відносно *L*-ї РЛС;

$Д_{ДМЗУ}$ - дальність до дальньої границі зони поразки L-го ВЗ БПСРЛ

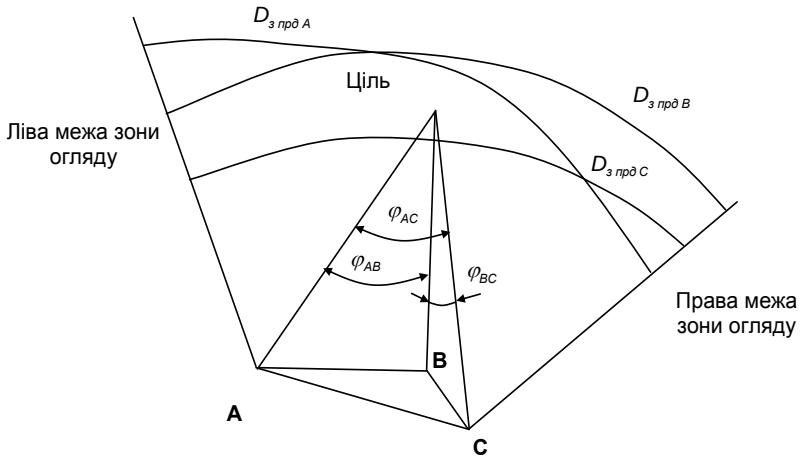


Рис. 2. До обґрунтування критерію мінімальної протяжності маршруту факторoїду

Очевидно, що час одного циклу оптимального керування не повинний накладати обмеження на алгоритм функціонування забезпечуваних радіолокаційною інформацією ВЗ БПСРЛ, рис. 3.

Для скорочення часових втрат на реалізацію оптимального керування в системах із імпульсним випромінюванням зондуючих сигналів команди на призначення ведучої РЛС та встановлення їй інтервалу часу роботи на випромінювання $t_{випрі,k}$, а також команду на призначення L^*-го ВЗ БПСРЛ для обстрілу j-ї цілі найбільш доцільно передавати з випередженням в один чи декілька періодів посилки зондуючого сигналу [1,4].

Цільову функцію системи в режимі БПВС із врахуванням введеного оптимального керування можна записати у вигляді

$$G\left\{t, Z_{ж}(t), \vartheta\left(i, t_{випрі,k}, L^*\right)\right\} \to \max, \tag{6}$$

при допустимих значеннях перемінних

$$\begin{aligned} & t \le T_H; \\ & i \subseteq Z_0; \\ & L^* \subseteq Z_0 \\ & Z(t) \subseteq Z_0; \\ & t_{випрі,k} \prec (\vartheta_1 + \vartheta_2), \end{aligned} \tag{7}$$

де $G\{\bullet\}$ математичне очікування відверненого системою збитку;

$Z_{ж}(t)$ - боєздатні на момент часу t ВЗ БПСРЛ системи, що дозволяє враховувати можливості щодо відновлення боєздатності ВЗ БПСРЛ, поповнення з резерву і т. ін.

Таким чином, за допомогою введеного оптимального керування досягається просторово-часове «мерехтіння» передавальними пристроями системи за єдиною в масштабі системи програмі, що виключає або перешкоджає противнику пеленгації джерел випромінювання ЕМЕ, прицілювання та пуск по них СНЗ.

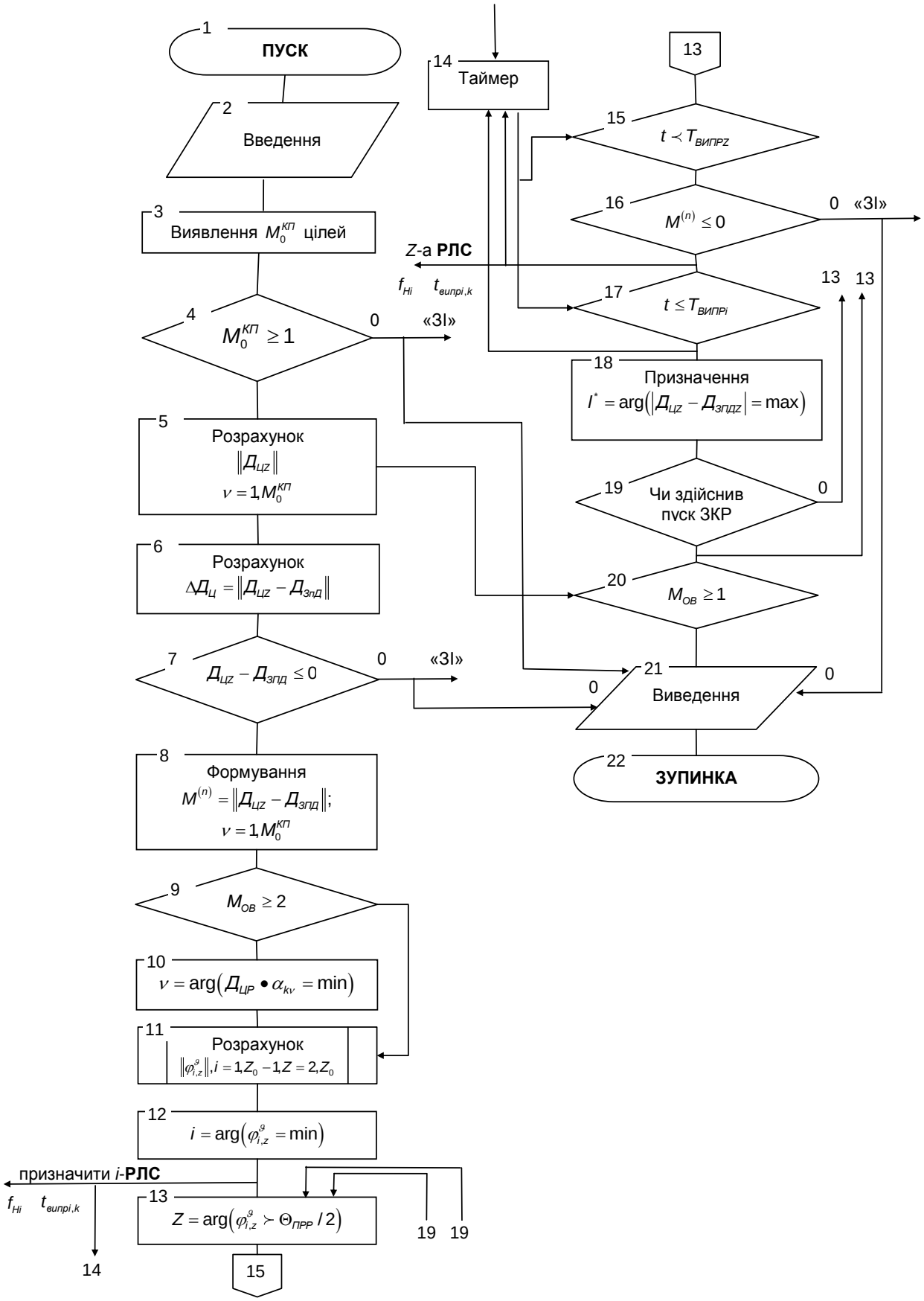


Рис. 3. Блок-схема алгоритму оптимального керування випромінюваннями ЕМЕ в БПСРЛ

Запропонований спосіб оптимального керування просторово-часовим випромінюваннями ЕМЕ в системі з M РЛС допускає адаптацію керуємих змінних під технічні характеристики СНЗ, в першу чергу вибором та врахуванням значення ширини діаграма спрямованості головки самонаведення (ДСА ГСН) $\Theta_{ПРР}$.

Використання оптимального керування дозволяє призначати вогневі засоби багатопозиційної системи радіолокації не тільки з умов досягнення максимальної імовірності поразки цілей, але і з урахуванням забезпечення мінімальної вразливості від СНЗ.

Розроблена модель оптимального керування випромінюваннями ЕМЕ в системі з декількох РЛС дозволяє не тільки досліджувати всі технологічні процеси щодо виявлення, супроводу й обстрілу повітряних цілей в умовах вогневого впливу супротивника, але й обґрунтовувати необхідні тактико-технічні характеристики до елементів таких систем, розробляти пропозиції по розміщенню на місцевості, маскуванню, вибору позицій, їх інженерному встаткуванню.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Богданович В.Ю. Пути повышения живучести зенитных средств современной противовоздушной обороны в условиях применения противником самонаводящегося на источник электромагнитного излучения оружия. – К.: ВПЦ «Тираж», 2004. – 116 с.

2. Богданович В.Ю. Повышение живучести зенитных комплексов в условиях огневого воздействия противника // Арсенал XXI века. ДП «МИИВЦ» УкрНИИАТ. - 2000. - № 1. – С. 40-42.

3. Волжин А.Н. Борьба с самонаводящимися ракетами / А.Н. Волжин, Ю.Г. Сизов – М.: Воениздат, 1983. – 144 с.

4. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход / Н. Кристофидес; [пер. с англ. Г.П. Гаврилова]. – М.: Мир, 1976. – 215 с.

Рецензент: д.т.н., доц. Вишнівський В.В.

УДК 621.317.73

д.т.н., проф. **Шинкарук О.М.** (ХмНУ)
Клепіковський А.В. (БДМУ, м. Чернівці)
Дармороз М.М. (НАДПСУ)

ОЦІНКА ТЕМПЕРАТУРНИХ НАПРУЖЕНЬ В ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛЯХ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ АПАРАТУРИ

У статті наведена методика оцінки надійності терморегулюючих систем на основі термоелектричних елементів, що дає змогу урахувати поряд з електричною міцністю матеріалу елементів їх механічну стійкість в багатокаскадних конструкціях.
Ключові слова: радіотехнічні засоби, терморегулюючі системи, термоелектричні елементи, механічні напруження, елементи Пельтьє, температурні коливання.

В статье показана методика оценки надёжности терморегулирующих систем на основе термоэлектрических элементов, что даёт возможность учитывать наряду с электрической прочностью материала элементов их механическую стойкость в многокаскадных конструкциях.
Ключевые слова: радиотехнические средства, терморегулирующие системы, термоэлектрические элементы, механические напряжения, элементы Пельтье, температурные колебания.

In the article the technique of an estimation of reliability of thermoregulating systems on the basis of thermoelectric elements that gives possibility to consider along with electric durability of a material of elements their mechanical firmness in multicascade designs is shown.
Keywords: the radio engineering means, thermoregulating systems, thermoelectric elements, mechanical pressure, elements Peltier, temperature fluctuations

Вступ. Постійне зростання функціональності та складності радіотехнічних засобів (РТЗ), призвело до значного ускладнення методології оцінки та забезпечення їх надійності. Особливо актуальним є питання забезпечення надійності функціонування РТЗ в специфічних умовах кліматичної та температурної динаміки, що притаманно багатьом сучасним прийомо-передаючим системам (прийомо-передавачів системі стільникового зв'язку, радіолокаційні станції і т.д.). Крім того, мініатюризація і постійне збільшення обчислювальної потужності мікро-ЕОМ, що застосовуються в РТЗ, призвело ще й до появи значної внутрішньо-системної температурної динаміки, в результаті чого виникла необхідність застосування додаткових термостабілізуючих підсистем. В простому випадку – це повітряні або рідинні охолоджувачі, а в більш складному – термоелектричні елементи Пельтьє, що дають змогу електронно регулювати температуру в широкому діапазонні. Проте, через застосування елементів Пельтьє у вигляді багатокаскадних конструкцій, задача оцінки їх надійності значно ускладнюється, оскільки її необхідно проводити не лише за показниками електричної, а і за показниками механічної міцності. Це пов'язано з тим, що висока температурна динаміка окремих елементів призводить до появи значних механічних напружень як в самій конструкції елементів Пельтьє так і в елементах вузлів РТС, температуру яких вони стабілізують.

Мета даної роботи полягає в розробці методики оцінки величин температурних напружень в багатокаскадних конструкціях термоелектричних елементів, що дає змогу урахувати діапазон можливих значень температурних коливань, фізико-механічні характеристики матеріалів, що входять до складу конструкцій, а також врахувати допуски на розміри різних елементів.

Основна частина. Оцінка механічних напружень в багатокаскадних конструкціях термоелектричних елементів (ТЕЕ), залежить від багатьох факторів. Основними з них, є властивості матеріалу самого термоелемента, його фізико-механічні характеристики, властивості матеріалу припою, за допомогою якого термоелемент кріпиться до

струмопровідної смужки на сталевій підложці, від геометричних розмірів та форми елементів конструкції та перепадів температури ΔT, що виникають на кожному каскаді.

Слід взяти до уваги, що розкид значень фізико-механічних характеристик матеріалів, коливання розмірів елементів, товщини шарів припою (навіть у межах допуску), може призвести, при номінальних розмірах конструкції, до досить суттєвих коливань вихідної функції напружень, тобто – впливають на значення зусиль, які виникають по торцях термоелементів та на величини механічних напружень, які при цьому з'являються в матеріалі конструкції.

В роботі розглянуто три можливі випадки:

а) розміри термоелемента, а також – шарів припою знаходиться у номінальних значеннях розмірів (рис. 1);

б) призми термоелементів виготовлені на верхній межі допуску на розмір, а товщина кожного з шарів припою дорівнює половинні різниці відстані між теплопереходами та є максимальною в межах допуску довжини термоелементу;

в) призма термоелементу виготовлена на нижній межі допуску її довжини, а товщина шарів припою у цьому випадку є максимальною та дорівнює половині різниці між відстанями теплопереходів та мінімальною довжиною призми термоелемента.

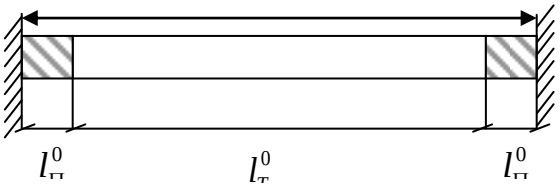


Рис. 1. Розрахункова схема розмірів термоелементу при номінальних значеннях розмірів(l_T^0 – номінальна довжина термоелементів, $l_{\text{П}}^0$ – номінальна товщина шарів припою, l_Σ

Реакцію між теплопереходами та термоелементами (рис. 1), можна розрахувати з виразу (1):

$$R = \frac{(t_2 - t_1)(2\alpha_{\text{П}} L_{\text{П}}^{\circ} + \alpha_{\text{Т}} L_{\text{Т}}^{\circ})F}{\frac{2L_{\text{П}}^{\circ}}{E_{\text{П}}} + \frac{L_{\text{Т}}^{\circ}}{E_{\text{Т}}}}, \quad (1)$$

або напруження (2):

$$\sigma = \frac{(t_2 - t_1)(2\alpha_{\text{П}} L_{\text{П}}^{\circ} + \alpha_{\text{Т}} L_{\text{Т}}^{\circ})}{\frac{2L_{\text{П}}^{\circ}}{E_{\text{П}}} + \frac{L_{\text{Т}}^{\circ}}{E_{\text{Т}}}}, \quad (2)$$

де t_1 і t_2 – значення початкових та кінцевих величин температур;

α_n – коефіцієнт лінійного температурного розширення матеріалу припою;

α_m – коефіцієнт лінійного температурного розширення термоелектричного матеріалу;

E_n – модуль пружності І-го роду матеріалу припою;

E_m – модуль пружності І-го роду матеріалу термоелемента;

E_n^o – номінальне значення модуля пружності І-го роду матеріалу припою;

L_m^o – номінальне значення довжини термоелемента;

L_m^{max} – максимальне значення довжини термоелемента;

L_m^{min} – мінімальне значення довжини термоелемента;

L_n^o – номінальне значення товщини шару припою;

L_n^{max} – максимальне значення товщини шару припою;

L_n^{min} – мінімальне значення товщини шару припою;

$[\sigma]$ – допустиме значення напружень;

Δ – зазор між торцевими поверхнями термоелементів та теплопереходом.

Якщо враховувати, що в кожному каскаді компонуються термоелементи різної довжини, розміри яких знаходяться у межах допуску, але на верхній межі, або вище номінального значення, а також нижче номінального значення, впритул до нижньої величини поля допуску, то це значно складніше буде впливати на загальну картину розподілу зусиль, напружень та переміщень в цілому. Отже, якщо врахувати температурні деформації, тобто переміщення теплопереходів внаслідок впливів температури, то положення їх торцевих поверхонь буде різним (оскільки їх початкова довжина буде також різною).

Тоді нормальні напруження в матеріалі термоелементів можуть бути розраховані за наступною формулою (3):

$$\sigma = \frac{R}{F}, \qquad \sigma = \frac{\Delta}{\frac{2\left(L_{п}^{min}+L_{п}^{max}\right)[1-\alpha_{п}(t_2-t_1)]}{E_{п}}+\frac{\left(L_{т}^{min}+L_{т}^{max}\right)[1-\alpha_{т}(t_2-t_1)]}{E_{т}}}. \qquad (3)$$

Для практичних розрахунків було розглянуто три випадки, для яких використано наступні значення:

Випадок а).

$L_т^{o} = 14 \cdot 10^{-4}$м, $L_п^{o} = 0{,}5 \cdot 10^{-4}$м, $L_\Sigma = 15 \cdot 10^{-4}$м, $E_т = (2 \div 10) \cdot 10^{10}$ н/м^2, $E_п = 1{,}2 \cdot 10^{10}$ н/м^2, $\alpha_п = 24{,}7 \cdot 10^{-6}$м ^{1}/$_{град}$, $\alpha_т = 22{,}2 \cdot 10^{-6}$м ^{1}/$_{град}$, $t_1 = 20^oC$, $t_2 = -60^oC$.

Випадок б).

$L_т^{max} = 14{,}2 \cdot 10^{-4}$м, $L_п^{min} = 0{,}4 \cdot 10^{-4}$м, $L_\Sigma = 15 \cdot 10^{-4}$м, $E_т = (2 \div 10) \cdot 10^{10}$ н/м^2, $E_п = 1{,}2 \cdot 10^{10}$ н/м^2, $\alpha_п = 24{,}7 \cdot 10^{-6}$м ^{1}/$_{град}$, $\alpha_т = 22{,}2 \cdot 10^{-6}$м ^{1}/$_{град}$, $t_1 = 20^oC$, $t_2 = -60^oC$.

Випадок в).

$L_т^{min} = 13{,}8 \cdot 10^{-4}$м, $L_п^{max} = 0{,}6 \cdot 10^{-4}$м, $L_\Sigma = 15 \cdot 10^{-4}$м, $E_т = (2 \div 10) \cdot 10^{10}$ н/м^2, $E_п = 1{,}2 \cdot 10^{10}$ н/м^2, $\alpha_п = 24{,}7 \cdot 10^{-6}$м ^{1}/$_{град}$, $\alpha_т = 22{,}2 \cdot 10^{-6}$м ^{1}/$_{град}$, $t_1 = 20^oC$, $t_2 = -60^oC$.

Підставляючи в рівняння (3) відповідні числові значення отримано: *σ=0,1261 МПа=1,28 кг/см^2* .

Якщо прийняти, що розкид значень довжини термоелементів відбувається у відповідності із нормальним законом розподілу, приймаючи до уваги сформульовані вище припущення можна зробити висновок, що величина механічних напружень в матеріалі термоелементів внаслідок дії впливу перепаду температур та внаслідок деформації усієї системи в цілому, незначна та не створює загрози механічній цілісності виробу.

Проте, важливо дослідити як впливає на міцність конструкції розкид значень модуля пружності І-го роду матеріалу термоелементів, який відповідно із довідниковими даними може коливатись в досить широких межах: $E_т = (2 \div 10) \cdot 10^{10}$Па.

Для випадку, коли $E_т = 2 \cdot 10^{10}$ Па, тобто, – знаходиться на нижній межі поля допуску $\sigma_{min} = 5{,}097 \cdot 10^4$ Па = 0,52 кг/см^2.

За умови, що $E_т = 10 \cdot 10^{10}$ Па, тобто знаходиться на верхній межі поля допуску $\sigma_{max} = 17{,}88 \cdot 10^4$ Па = 1,82 кг/см^2.

Отже – зміна величини модуля пружності І-го роду несуттєво впливає на міцність термоелементів, оскільки напруження хоч і відрізняються у декілька разів, але їх величина залишається за модулем досить несуттєвою.

Ці співвідношення можуть бути різними, головна мета – визначити методику розрахунку напружень в матеріалі термоелементів при будь-яких, довільних співвідношеннях.

Враховуючи все вищевказане, вираз (1), який враховує усі перераховані фактори, отримає наступний вигляд (4):

$$R = \frac{\Delta \cdot F}{\frac{2[1-\alpha_{п}(t_2-t_1)]}{E_{п}}\left(\frac{L_{п}^{min}}{31}+\frac{L_{п}^{max}}{6}\right)+\frac{[1-\alpha_{т}(t_2-t_1)]}{E_{т}}\left(\frac{L_{т}^{max}}{31}++\frac{L_{т}^{min}}{6}\right)}. \qquad (4)$$

З проведених розрахунків видно, що розкид значень допуску модуля пружності термоелектричного матеріалу $E_m(E_m^{max}, E_m^{min})$ не впливає суттєво на міцність виробу в цілому через створення значних механічних напружень у кристалах Bi_2Te_3 від перепаду температур.

Аналогічний висновок справедливий також при оцінці впливу на міцність виробів можливих температурних коливань, у межах допуску довжини термоелементів, що створюються кожним каскадом. Якщо одночасно враховувати можливий розкид значень модуля пружності І-го роду термоелектричного матеріалу та технологічні коливання в межах допуску довжини термоелементів, то розрахунки з урахуванням прийнятих вище числових значень всіх параметрів дають змогу розрахувати інтервали можливих значень напружень, що графічно зображенні на рис. 2.

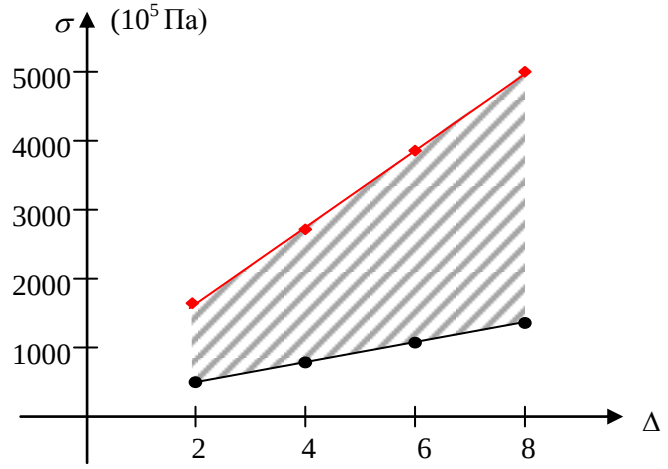


Рис. 2. Область можливих розкидів напружень, що можуть виникати в термоелементах при коливанні значень модуля пружності І-го роду

Таким чином, можливі експлуатаційні напруження не перевищують допустимих значень у статичних режимах роботи і як показали розрахунки, навіть при екстремально можливих режимах, з врахуванням максимальних значень допусків на виготовлення при холодному ударі: $(t_2\text{-}t_1) = 28^0$C, та при гарячому ударі: $(t_2\text{-}t_1)=50^0$C , значення механічних напружень будуть складати: σ =[(-0,1542)÷(-0,2744)] МПа. З урахуванням можливих коливань значень модуля пружності І-го роду ці значення будуть σ =[(16,02÷22,59)] МПа.

Отримані величини також не перевищують допустимих значень діючих напружень у статичних режимах.

Висновки. 1. Таким чином, приведена методика дає змогу оцінити надійність термоелектричних елементів з урахуванням набагато ширшого спектру можливих чинників, що особливо актуально при їх комплексуванні.

2. Проведенні розрахунки показали, що при невеликій кількості елементів та при їх невисокому температурному коливанні величина механічних напружень в матеріалі термоелементів через дію температурних перепадів в різних точках конструкції незначна та не створює загрози механічній цілісності виробу. Проте, в екстремальних умовах діапазон механічних коливань стає небезпечним для цілісності конструкції терморегулюючої системи, особливо в граничних точках геометричної форми окремих елементів, в місцях їх електричного контакту. Крім того, ситуація може значно погіршитись, якщо до загальної картини додати ще й можливі механічні вібрації всієї РТЗ в цілому та термоелектричної системи зокрема.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Клепіковський А.В. Методика проектного підвищення надійності технічних систем з декількома степенями свободи / А.В. Клепіковський: тези доп. III Всеукр. наук.-техн. конф. [“Актуальні проблеми комп’ютерних технологій”], (Хмельницький, 30 квітня 2009 р.). – 2009. – С. 59-61.

2. Клепіковський А.В. Конструктивно-технологічні шляхи керування параметрами термоелектричного охолоджувача на модулях Пельтьє / А.В. Клепіковський, О.Г. Шайко-Шайковський // Термоелектрика. – 2003. – № 3. – С. 80-83.

Рецензент: д.т.н., проф. Лєнков С.В.

УДК 683.3 к.т.н. **Шкуліпа П.А.** (ОДАТРЯ)

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДІАГНОСТУВАННЯ АНАЛОГОВИХ ПРИСТРОЇВ ДИНАМІЧНИМ МЕТОДОМ

Розробляється методика проведення діагностування аналогових пристроїв, що працюють як система автоматичного управління динамічним методом. Це дозволяє застосувати динамічний метод діагностування до широкого класу аналогових пристроїв.
Ключові слова: динамічний метод, перевіряючий тест, аналоговий пристрій

Разрабатывается методика проведения диагностирования аналоговых устройств, которые работают как система автоматического управления динамическим методом. Это позволяет применить динамический метод диагностирования к широкому классу аналоговых устройств.
Ключевые слова: динамический метод, проверяющий тест, аналоговое устройство

The technique of carrying out of diagnosing of analogue devices which work as automatic control system as a dynamic method is developed. It allows to apply a dynamic method of diagnosing to wide class of analogue devices.
Keywords: dynamic method, checking test, analogue device

Вступ. Працездатність аналогових пристроїв АП, що працюють як система автоматичного управління найбільш об'єктивно може бути оцінена за допомогою показників якості перехідного процесу (ПП). Отже, найбільш інформативною функцією працездатності є функція, що представляє собою вихідний сигнал АП $y_{\text{вих}}(t)$. Дана функція характеризує ПП по відповідній вихідній координаті, що може знаходитися в шині живлення аналогового пристрою.

Оскільки необхідно класифікувати справний і несправний стан АП, то виникають завдання формування діагностичної моделі аналогового пристрою та тестів діагностування для аналізу впливу несправностей на його працездатність по тому або іншому критерію. Результат такого аналізу дозволяє визначити напрямок проектування засобу діагностування [1].

У процесі функціонування аналоговий пристрій переходить із одного стану в інший. У зв'язку з тим, що вихідним є справний стан і він визначений, найбільш істотним варто вважати визначення оператора переходу системи в ті або інші стани. Математичне формулювання оператора може бути різним залежно від природи АП, його структури, характеру припущень, і ін. Обмеженість вірогідності знань про закономірності переходів АП приводить у ряді випадків до необхідності використання імовірнісних характеристик [2].

Перехід АП в різні стани проходить під впливом виникнення несправностей. При діагностуванні результат переходу АП в той або інший новий стан відомий, хоча не завжди можуть бути достовірно визначені причини цього переходу. Коли причини невідомі, можливо встановити деякий регулярний взаємозалежний ланцюг подій, який з певною достовірністю, що залежить від числа і якості спостережень, установлює зазначену закономірність.

Постановка завдання. В роботі розробляється методика проведення діагностування аналогових пристроїв, що працюють як система автоматичного управління динамічним методом. Суть динамічного методу діагностування АП, що працюють як система автоматичного управління, полягає в тому, що оцінка їх працездатності проводиться по показниках якості перехідного процесу.

Основна частина. Розглянемо аналоговий пристрій, що складається із двох елементів, перший з яких представляє собою підсилювач потужності (ПП), а другий – підсилювач (емітерний повторювач (ЕП)). Функціональна схема аналогового пристрою приведена на рис. 1 [1].

Перевіряючий тест для аналогового пристрою представлявляє собою послідовність

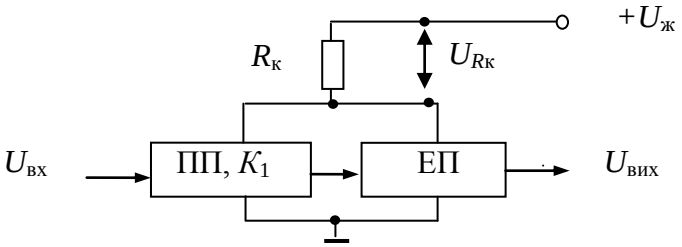


Рис. 1. Функціональна схема аналогового пристрою

двох різнополярних одиничних функцій. Амплітуди тестових впливів рівні і відповідають середньому значенню, коли в елементі не наступає обмеження сигналу. Реакцією на даний тестовий вплив є перехідний процес $y(t)$, що знімається з пристрою контролю технічного стану $R_к$. Виходячи з функціональної схеми пристрою побудуємо структурну замінивши її елементи типовими динамічними ланками рис. 2. Підсилювач потужності

ПП можна представити у вигляді періодичної ланки з передатною функцією

$$K(p)_{\text{ïï}} = K_1/(T_1 p + 1),$$

де K_1 – коефіцієнт передавання ПП;

T_1 – стала часу мосту ПП.

Емітерний повторювач ЕП можна представити у вигляді періодичної ланки з передатною функцією

$$K(p)_{\text{åï}} = 1/(T_2 p + 1),$$

де T_2 – стала часу мосту ЕП.

Пристрій контролю технічного стану $R_к$ можна представити у вигляді пропорційної ланки з передатною функцією $K_{Rк}$.

Наступним кроком являється побудова розширеної схеми в змінних станах, у якій вхідний сигнал і досліджувана система розглядаються спільно, тобто тестовий вплив представляється також динамічною ланкою рис. 3. При цьому $K_{1ет}>>1$, $T_{1ет}<<T_{2ет}$, $K_{2ет}=1$.

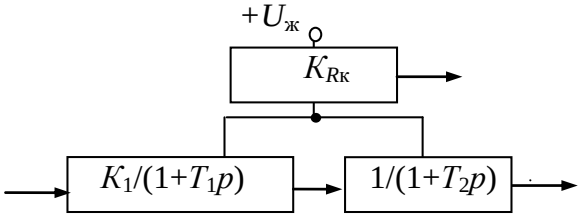


Рис. 2. Структурна схема аналогового пристрою

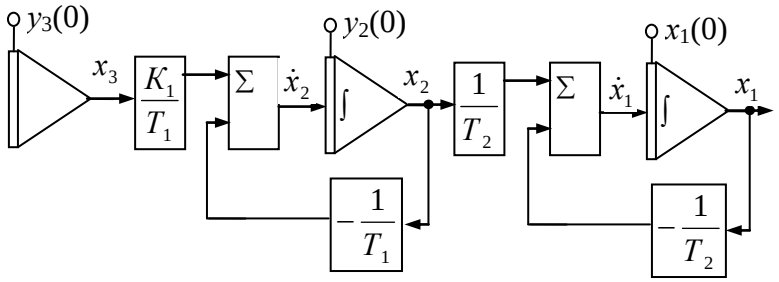


Рис. 3. Розширена схема в змінних стану аналогового пристрою

За розширеною схемою в змінних стану складемо систему рівнянь стану

$$\left.\begin{aligned} \dot{x}_1 &= -\frac{1}{T_2}x_1 + \frac{1}{T_2}x_2 + 0x_3 \\ \dot{x}_2 &= 0\,x_1 - \frac{1}{T_1}x_2 + \frac{\hat{E}_1}{T_1}x_3 \\ x_3 &= 0\,x_1 + 0x_2 + 0x_3 \end{aligned}\right\}. \qquad (1)$$

Вихідний вектор $\vec{Y}^T(t) = [y_1(t), y_2(t), y_3(t)]$ має три складові: $y_1(t)=x_1(t)$, $y_2(t)=x_2(t)$, $y_3(t)=x_3(t)$, а рівняння виходу являють собою систему

$$\left.\begin{aligned} \acute{o}_1 &= 1x_1 + 0x_2 + 0x_3 \\ \acute{o}_2 &= 0x_1 + 1x_2 + 0x_3 \\ \acute{o}_3 &= 0x_1 + 0x_2 + 0x_3 \end{aligned}\right\}, \qquad (2)$$

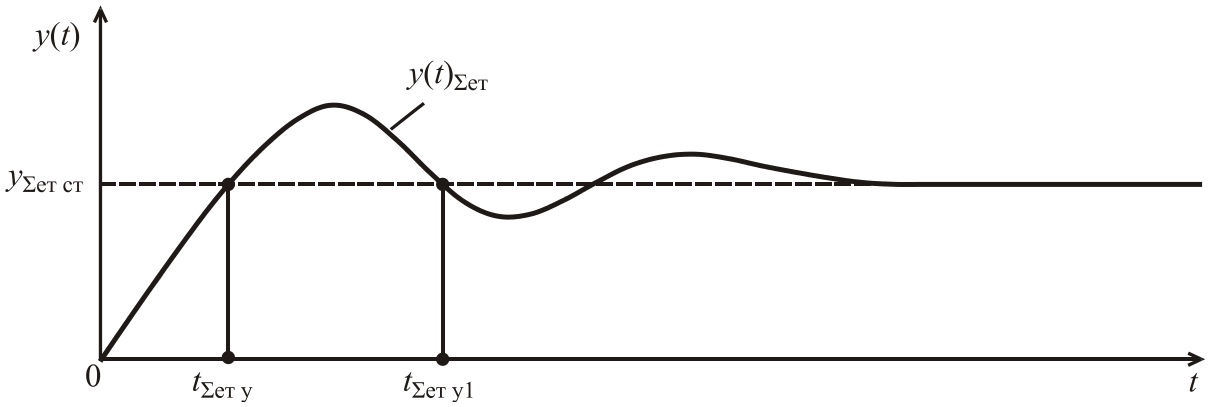
розширені матриці $\mathbf{A}_р$ і $\mathbf{C}_р$ мають вигляд

$$\mathbf{A}_{\text{ð}} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{T_2} & \frac{1}{T_2} & 0 \\ 0 & -\frac{1}{T_1} & \frac{1}{T_1} \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{C}_{\text{ð}} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}. \qquad (3)$$

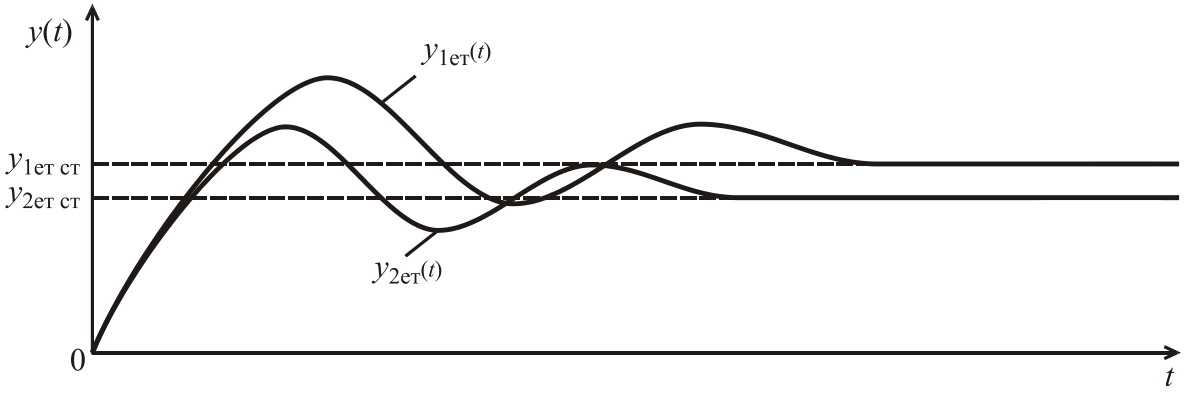
Розглянемо випадок, коли імпульси на виходах аналогового пристрою не інвертуються. За допомогою рівняння (2) визначаються перехідні процеси першого $y_{1ет}(t)$ і другого $y_{2ет}(t)$ елементів АП відносно $R_к$ – рис. 4а. Струм, що протікає через $R_к$ прямопропорційний вихідній напрузі кожного елемента елементарного модуля й оберненопропорційний його динамічному опору $R_д$. З огляду на те, що система лінійна, струм протікає через $R_к$ дорівнює сумі струмів елементів. Отже спадання напруги на $R_к$ може бути визначено виразом

$$\acute{o}_{\hat{e}}(t) = R_{\hat{e}} \sum_{i=1}^{2} \frac{\acute{o}_i(t)}{R_{\ddot{a}i}} \qquad (4)$$

з урахуванням динамічного опору $R_{дi}$ кожного елемента модуля й розраховується сумарний перехідний процес $y(t)_{\sum ет}$ на $R_к$ по якому визначається $t^{+}_{\sum ет\ у}$ еталонний час установлення, який визначається моментом першого перетинання еталонною перехідною функцією сталого значення $y_{\sum ет\ ст}$ і $t^{+}_{\sum ет\ у1}$ еталонний час установлення, який визначається моментом другого перетинання еталонною перехідною функцією сталого значення $y_{\sum ет\ ст}$ рис. 4, б.



а)



б)

Рис. 4. а) перехідні процеси на пристрої контролю ТС від кожного елемента;
б) сумарне падіння напруги на пристрої контролю ТС

Розглянемо другий випадок, коли імпульс на виході другого елемента інвертується (рис. 5, а). У цьому випадку ПП відносно $R_к$ буде мати вигляд представлений на рис. 5, б.

Аналіз рис. 4 і рис. 5 дозволяє зробити висновок про те, що незалежно від зміни полярності імпульсів на виході елементів АП час $t^+_{\sum ет\ у}$ і $t^+_{\sum ет\ у1}$ є діагностичними параметрами.

При зміні будь-якого параметра аналогового пристрою (T або K) виміряні значення $t^+_{\sum у}$ і $t^+_{\sum у1}$ на $R_{к.}$ можуть відрізнятися від еталонних. Величина різниці не повинна бути більшою ±3-5%.

Таким чином, методика діагностування аналогового пристрою у динамічному режимі буде полягати в наступному:

1. За принциповою схемою будується функціональна схема аналогового пристрою (рис. 1).
2. За функціональною схемою аналогового пристрою будується структурна схема (рис. 2).
3. Перевіряючий тест складається із двох різнополярних одиночних функцій. Амплітуди тестових впливів рівні і відповідають середньому значенню, коли в елементі не наступає обмеження сигналу.
4. За структурною схемою побудувати розширену схему в змінних стану (рис. 3).
5. За розширеною схемою в змінних стану скласти рівняння і визначити $\mathbf{A}_д$ і $\mathbf{C}_д$ (3).
6. Визначити вихідний вектор аналогового пристрою.
7. Визначити $y(t)_{\sum ет}$ аналогового пристрою для позитивного тестового впливу (4).
8. Визначити $t^+_{\sum ет\ у}$ і $t^+_{\sum ет\ у1}$ (рис. 4,б).
9. Розрахувати $\Delta t_{\sum ет\ у}$ і $\Delta t_{\sum ет\ у1}$ (рис. 5,б).

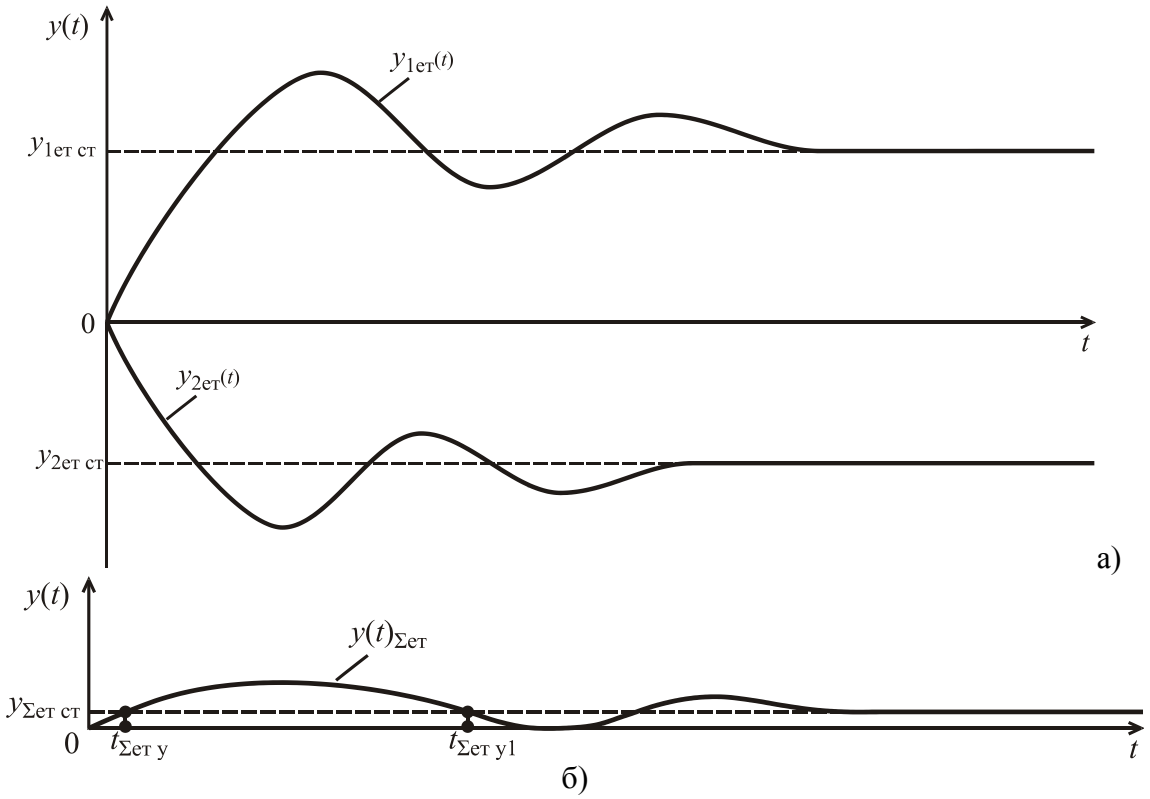


Рис. 4.9. а) перехідні процеси на пристрої контролю ТС від кожного елемента; б) сумарне падіння напруги на пристрої контролю ТС

10.Провести аналогічний розрахунок для негативного тестового впливу (повт. п. 8 – п. 10).

11. Прийняти за вихідні дані $x_{вх}$, параметр діагностування $t_{\Sigma ет\ y}$, $t_{\Sigma ет\ y1}$, $\Delta t_{\Sigma ет\ y}$ і $\Delta t_{\Sigma ет\ y1}$ для проведення діагностування аналогового пристрою.

Висновок. Розроблено методику проведення діагностування аналогових пристроїв, що працюють як система автоматичного управління динамічним методом. Дана методика дає можливість проводити діагностування за зданий час і з необхідною достовірністю.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Зайцев Г.Ф. Теорія автоматичного управління / Г.Ф. Зайцев, В.К. Стеклов, О.І. Бріцький. – К.: Техніка, 2002. – 688 с.

2. Технические средства диагностирования: справочник / В.А. Клюев, П.П. Пархоменко, В.Е. Абрамчук и др.; под ред. В.А. Клюева. – М.: Машиностроение, 1989. – 672 с.

Рецензент: д.т.н., доц. Вишнівський В.В.

УДК 621.391

к.т.н., доц. **Бойченко О.В.** (ОДАТРЯ)

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СИТУАЦІЙНИХ ЦЕНТРІВ В ІНФОРМАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ ПІДТРИМКИ РІШЕНЬ

У статті розглянуто можливості застосування сучасної технології ситуаційних центрів у розробці методів і алгоритмів обробки інформації в інформаційних системах підтримки рішень.

Ключові слова: інформаційна система підтримки рішень, ситуаційний центр, система зберігання даних.

В статье рассмотрена возможность использования современной технологии ситуационных центров в разработке методов и алгоритмов обработки информации в информационных системах поддержки решений.

Ключевые слова: информационная система поддержки решений, ситуационный центр, система хранения данных.

In the article possibility of the use of modern technology of situational centers is considered in development of methods and algorithms of treatment of information in the informative systems of support of decisions.

Keywords: information system decision support, situational center, storage system.

Можливості оперативного доступу до відомостей, систематизованих у комп'ютерних банках даних, забезпечує їх ефективне використання. Для цього створено корпоративну комп'ютерну мережу МВС, яка є комплексом програмних, технічних та організаційних засобів для забезпечення оперативного обміну даними оперативно-розшукового, довідкового та організаційно-управлінського змісту між підрозділами ОВС [1].

Аналіз функціонування сучасних систем обміну даними, що використовуються для виконання спеціальних завдань при наявності значного обсягу інформації різних форматів та в умовах невизначеності визначає необхідність застосовування системного підходу для розробки напрямів їх удосконалення [2].

Зважаючи на те, що технології аналізу даних, що базуються на застосуванні класичних статистичних підходів, мають низку недоліків, заснованих на відкиданні нетипових спостережень, які можуть становити самостійний інтерес для дослідження, характеризуючи деякі виняткові, але важливі явища [3].

Водночас постала нагальна потреба в такій технології, яка автоматично видобувала б із даних нові нетривіальні знання у формі моделей, залежностей, законів тощо, гарантуючи при цьому їхню статистичну значущість.

Враховування основних принципів системного підходу до дослідження системи обміну даними дозволяє визначити новітні підходи на основі технологій інтелектуального аналізу даних, які спрямовані на розв'язання сучасних проблем функціонування ІСПР [4].

Так, зокрема, принцип структуризації дозволяє аналізувати елементи системи і їх взаємозв'язки в рамках конкретної організаційної структури. Як правило, процес функціонування системи обумовлений не стільки властивостями її окремих елементів, скільки властивостями самої структури [5].

Вирішення проблеми підвищення функціональності сучасних ІСПР є одним з важливих завдань інформатизації правоохоронної діяльності, зважаючи на стрімке зростання інформаційних баз даних різних форматів, а також необхідність прийняття виважених управлінських рішень в умовах невизначеності.

Найбільш прийнятнім у такому випадку є застосування технології інтегрованого банку даних, яка забезпечує автоматичне об'єднання в єдиному масиві різнорідних відомостей по об'єктах шляхом їх ідентифікації й ототожнення. У процесі інтеграції утворюються ланцюжки взаємозалежних інформаційних об'єктів.

Використання інтегрованого банку даних дозволяє вирішувати як обліково-довідкові (статистичні), так і інформаційно-логічні завдання (експрес-оцінка оперативної ситуації на території обслуговування, аналіз подій та ін.).

Додатковий ефект від впровадження інтегрованого банку даних полягає також у значній ресурсній економії на кількості використовуваних комп'ютерів і обслуговуючого персоналу за рахунок злиття воєдино всіх інформаційних ресурсів, усунення дублювання тих самих даних, раніше представлених у різних обліках.

Навігація по банку даних між об'єктами, пов'язаними системою рівноправних посилань, ніяк не обмежена й може здійснюватися в будь-яких напрямках, тому що на етапі введення інформації при завданні «прямого» посилання на об'єкт, пов'язаний з вихідним, «зворотний» зв'язок встановлюється автоматично [6].

Результати проведеного аналізу вказують на перспективність технології інтегрованого банку даних як ефективного інструменту в оцінці вірогідності інформації, виявленні джерел помилкових даних, або дезінформації, що створює умови для розробки нових методів і алгоритмів обробки інформації в ІСПР.

Як зазначалося в попередніх підрозділах, ІСПР орієнтовані на підготовку і ухвалення рішень на основі сучасних методів і інформаційних технологій. Такі системи дозволяють здійснювати постійні оцінки в реальному масштабі часу стану і тенденції зміни обстановки в пріоритетних областях державних інтересів для розпізнавання наслідків подій, що відбуваються, включаючи виявлення ознак назрівання кризових ситуацій, і на цій основі забезпечення інформаційних процесів вироблення мотивованих попереджуючих рішень на рівні вищої ланки державного управління.

Під інформаційною підтримкою управління розуміють забезпечення первинного збору і обробки інформаційних даних у абонентів системи, їх накопичення та обробка відповідними алгоритмами; централізований збір даних, їх аналіз і прогнозування розвитку ситуацій в економіці; підготовку варіантів можливих рішень по управлінню народним господарством; доведення вказівок і рішень до виконавців, контроль виконання.

Інформаційну взаємодію припускає створення сучасних ІСПР, а також розробку відкритих систем класифікації і кодування інформації, словників, рубрикаторів і тезаурусів для машинного «розуміння» і взаємодії комп'ютерних систем [7].

Завдання інформаційного обслуговування як першочергові проблеми висуває рішення пошуку інформації по запитах користувачів в розподіленій базі даних, а також оперативного цільового збору інформації безпосередньо з об'єктів народного господарства, із засобів масової інформації для вирішення оперативних питань управління економікою по запитах користувачів.

Зазначена позиція може бути визначена наступними напрямами:

створення інформаційних технологій для забезпечення розгортання на робочих місцях користувачів персоніфікованих інформаційно-аналітичних систем на основі інформаційних фондів і баз даних, підтримуваних в даний час інформаційно-обчислювальними центрами міністерств і відомств України;

розробка та створення нового типу інтегрованої інформаційно-аналітичної системи, орієнтованої на випереджаючий аналіз при підготовці рішень разом з планомірним опрацьовуванням складних інформаційно-обчислювальних систем для аналізу і підготовки рішень;

створення ситуаційних центрів (СЦ) для здійснення колективних процесів підготовки, аналізу, обґрунтування, ухвалення і контролю реалізації вирішень керівництва.

СЦ є завершальною ланкою ІСПР, вбудовані в загальну технологію збору, обробки і ухвалення рішень і мають принципово нову специфіку, засновану на мультимедійній

інформаційній технології. За рахунок об'єднання практично всіх видів інформаційної дії: звуку, текстів, графіків, мультиплікації, телевізійних і відеосигналів, ситуаційні центри радикально змінюють технологію ухвалення рішень, створюючи можливість колективного обговорення питання і оперативну оцінку варіантів рішень [8].

СЦ відкривають можливість вирішення принципово нового класу завдань, де досвід і знання експертів-аналітиків і керівників гармонійно вписуються в традиційну схему обробки інформації, при цьому створюючи нові можливості швидкості та якості аналізу ситуацій.

Створення персоніфікованих інформаційно-аналітичних систем є основною базою, ключем для повного використання інтелектуальних, психологічних і професійних якостей користувачів при підготовці рішень, орієнтованих на випереджаючий аналіз подій.

Так, інформація для ІАС з центральної бази документів і спеціалізованих баз даних системи, поступає в три основні розділи ІАС автоматизованого робочого місця користувача.

Персоніфіковані системи є вищим рівнем ІАС, але інформація для них поступає з центральних і спеціалізованих баз даних, які у свою чергу, формуються з незалежних джерел інформації. Весь інформаційний фонд можна розділити на центральний і проблемно-орієнтований.

До центрального інформаційного фонду віднесені:

інтегральні бази даних економічних показників;

звітні системи слайдів;

паспортна і нормативно-довідкова інформація загального призначення.

Інтегральні бази даних містять динамічні ряди макроекономічних показників, що відображають тенденції розвитку ключових соціально-економічних процесів. Системи дозволяють формувати інтегральні відомості про стан економіки в галузевому і регіональному розрізах, а також проводити порівняльний аналіз соціально-економічного положення регіонів.

Звітні системи слайдового типу – це група інформаційно-пошукових систем, що відображають результати обробки статистичної і оперативної інформації про соціально-економічне положення в Україні та її регіонах у вигляді слайдів (таблиць, графіків і аналітичних записок). У ці системи включені результати обробки накопиченої інформації наочних баз даних, а також зведення і аналітичні матеріали, які щомісячно подаються з інших міністерств і відомств.

Незважаючи на технологічні відмінності рішень, і алгоритмів побудови СЦ, вони мають схожі системні компоненти для розгортання ситуаційного центру (рис. 1):

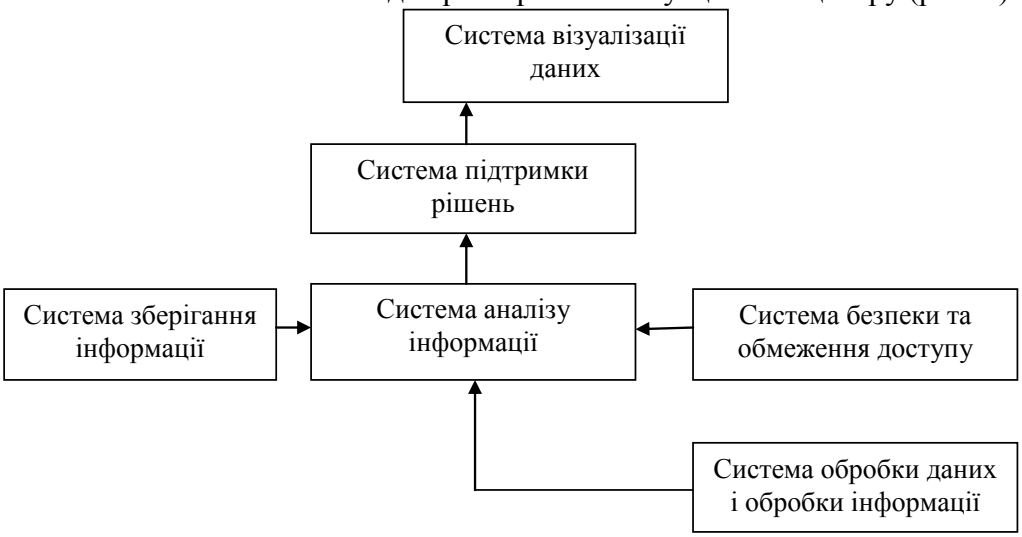


Рис. 1. Системні компоненти для розгортання СЦ [9]

Система збору даних та обробки інформації дозволяє збирати й акумулювати дані з самих різних джерел і датчиків інформації (дані економічних і фінансових індикаторів, інформація фінансового моніторингу, інформація від аерокосмічного моніторингу, від систем пожежогасіння та охоронної сигналізації, телеспостереження, контроль руху автотранспорту та ін.).

Отримання достовірної інформації від системи збору та обробки або історичної інформації від системи зберігання дозволяє здійснювати швидкий аналіз даних. Аналіз інформації здійснюється із застосуванням статистичних та математичних алгоритмів, а попередня обробка дозволяє отримати виразне уявлення результатів для системи відображення. Важливим завданням для СЦ є збір і накопичення в бази даних, відсортованої по конкретних ознаками даних. Для передачі інформації в систему підтримки прийняття рішень необхідно проведення попереднього сортування, яка здійснюється за допомогою низки аналітичних алгоритмів.

Проблема аналітичного аналізу даних є надзвичайно актуальною для СЦ, тому без вироблення необхідних оціночних критеріїв процес аналізу даних може бути перевантажений і уповільнений. Для надання необхідної для прийняття рішень інформації зазвичай доводиться збирати дані з декількох транзакційних баз різної структури і змісту. Основна проблема при цьому полягає в неузгодженості і суперечливості цих баз-джерел, відсутності єдиного логічного погляду на методику відбору даних. Рішення такого завдання знаходиться в інтеграції даних історичних архівів та інформації, що надходить із зовнішніх джерел [10].

Система зберігання інформації повинна забезпечувати зберігання різнорідних даних з консолідуванням інформації, що надходить в декількох базах даних. Основні завдання систем зберігання даних ситуаційного центру: висока надійність збереження даних, швидкий пошук і доступ до баз даних з будь-якого місця.

Системи зберігання даних (СЗД) - це комплексне програмно-апаратне рішення по організації надійного зберігання інформаційних ресурсів та надання гарантованого доступу до них. Безпрецедентні обсяги даних, які відбуваються чи нагромаджуватимуться ситуаційним центром, змушують проектувальників і інтеграторів придивлятися до альтернатив реляційних баз даних, платформи яких експлуатуються вже кілька десятиліть. Сукупність нових технологій, на яких будуються СЗД, отримали назву NoSQL бази даних. Найбільш ефективними СУБД, які можуть стати ядром СЗД, є CouchDB, MemcacheDB, та Redis. Зокрема СУБД Redis в змозі обробити більше 100 тисяч запитів в секунду навіть на відносно слабкому сервері. Для побудови СЗД СЦ необхідно використання лінійки серверів на базі новітніх багатоядерних процесорів Intel Xeon і систем зберігання даних російського виробника ETegro Technologies [11].

Системи підтримки рішень (СПР) використовують певні методики на основі певних моделей, алгоритмів, математичних методів, дозволяють за відомими даними оцінити значення шуканих характеристик і параметрів діяльності. Сучасні СПР являють собою системи, максимально пристосовані до вирішення завдань управління, є інструментом, покликаним надати допомогу особам, що приймають рішення.

За допомогою СПР може проводитися вибір рішень для неструктурованих, слабко структурованих і багатокритеріальних завдань. Зокрема використання СПР EPAM Systems дозволяє ефективно побудувати процеси роботи ситуаційного центру навіть зі слабко структурованих рішеннями, що адаптована для групового та індивідуального використання. СПР EPAM Systems дозволяє моделювати різні варіанти розвитку ситуації і виробляти способи реагування на них, що покращує ефективність функціонування СПР [12].

Застосування системи візуалізації даних (СВД) дозволяє забезпечувати наочне представлення великих обсягів числової, статистичної, графічної та іншої інформації за рахунок використання комп'ютерної графіки. СВД інтегрується як єдиний комплекс СЦ, так і в ІС, СПР та інші системи. СВД може бути здійснена за допомогою апаратних компонент системи відображення даних. Застосування СВД на основі спеціалізованих програмних

засобів ADVIZOR дозволяє забезпечувати графічне представлення та інтерактивний візуальний аналіз даних, що дає фахівцям СЦ додаткові форми подання даних і широкі аналітичні можливості [13].

Семантичним ядром СЦ є відповідні апаратні компоненти (рис. 2.):

Рис. 2. Апаратні компоненти СЦ [14]

Розробка методів і алгоритмів обробки інформації в ІСПР із застосуванням сучасної технології ситуаційних центрів дозволить створити умови для удосконалення ІСПР через підвищення показників якості та функціональності інформаційної системи для збирання, зберігання, аналізу та обміну даними у складі ІСПР.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Наказ МВС України №75 «Про затвердження Інструкції з організації функціонування Інтегрованої інформаційно-пошукової системи органів внутрішніх справ України»: від 10.03.2010 р.

2. Бараненко Р.В. Оптимизация работы корпоративных компьютерных сетей / Р.В. Бараненко, В.Н. Козел, Е.А. Дроздова, А.О. Плотников // Научный журнал ААЭКС. - М, 2004. - №1(13). – С. 25-29.

3. Моисеев Н.Н. Методы оптимизации: монография / Моисеев Н.Н. - М: Наука, 1978. – 351 с.

4. Бойченко О.В. Принципи системного дослідження системи обміну даними / Бойченко О.В. // Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції «Стан та удосконалення безпеки інформаційно-телекомунікаційних систем» 14-16 вересня 2011 року. – Миколаїв: Миколаївський політехнічний інститут, 2011. – С. 49-50.

5. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: монография / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: Питер, 2001. – 672 с.

6. Бойченко О.В. Технологія інтегрованого банку даних в розробці автоматизованих систем управління / Бойченко О.В. // Тези науково-практичної конференції «Сучасні проблеми розбудови Збройних Сил України» 27.04. 2012 року. – К.: ВІКНУ, 2012. – С. № 61-62.

7. Швець М.Я. Системна інформатизація законотворчої та правоохоронної діяльності: монографія / М.Я. Швець, В.Г. Хахановський та ін. – К.: Навч. Книга, 2005. – 639 с.

8. Бойченко О.В. Інформаційно-аналітичні технології в структурі ситуаційних центрів / О.В. Бойченко // Вісник Інженерної академії України. – 2009. – №2. – С. 59-63.

9. Морозов А.А. Ситуационные центры. Информационные технологии будущего / А.А. Морозов, В.А. Ященко. – К., 2008. – 324 с.

10. Ильин Н.М. Ситуационные центры. Опыт, состояние, тенденции развития / Ильин Н.М., Демидов Н.Н., Новиков Е.В. МедиаПресс. – М., 2011. – 336 с.

11. Кузьменко Г.Е. Функциональная архитектура многоуровневой системы поддержки принятия решений в условиях ситуационных центров / Г.Е. Кузьменко, В.Е. Плиш // Математичні машини і системи. – К., 1998. – №1. – С. 56-63.

12. Морозов А.А. Ситуационные центры – технологии принятия управленческих решений / А.А. Морозов, Г.Е. Кузьменко // Материалы 11 международной научно-практической конференции «Построение информационного общества: ресурсы и технологии». – К., 2005. – С. 115-123.

13. В'юн В.І. Багатоагентні риси архітектури інтелектуалізованих систем автоматизації управління / В.І. В'юн, А.С. Довгополий, Г.Є. Кузьменко // Математичні машини і системи. – К., 2003. – №1. – С. 52-56.

14. Морозов А.О. Інтелектуалізація ІС: орієнтація на формування знань в процесах аналізу «інформаційний згорток» / А.О. Морозов, В.І. В'юн, Г.Є. Кузьменко // Математичні машини і системи. – К., 2005. – №2. – С. 140-146.

Рецензент: д.т.н., проф. Сбітнєв А.І.

УДК 504.03
к.філос.н., доц. **Борисюк С.Л.** (ДКП МОУ)

АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ НАСЛІДКІВ ТА СТРУКТУРИ ЗАГРОЗ ВІД ГЛОБАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН У РЕГІОНАХ УКРАЇНИ

Проведено прогноз глобальних кліматичних змін на території України. Встановлено екологічні наслідки щодо експлуатації систем забезпечення життєдіяльності держави в умовах глобальних кліматичних змін. Визначено аналіз структури загроз від глобальних кліматичних змін у відповідних регіонах України.
Ключові слова: клімат, загрози, екологія, прогноз.

Проведен прогноз глобальных климатических изменений на территории Украины. Установлены экологические последствия относительно эксплуатации систем обеспечения жизнедеятельности государства в условиях глобальных климатических изменений. Определен анализ структуры угроз от глобальных климатических изменений в соответствующих регионах Украины.
Ключевые слова: климат, угрозы, экология, прогноз.

The forecast of global climatic changes for territories of Ukraine is spent. Ecological consequences concerning operation of systems of maintenance of ability to live of the state in the conditions of global climatic changes are established. The analysis of structure of threats from global climatic changes in corresponding regions of Ukraine is defined.
Keywords: climate, threats, environment, forecast.

Аналіз результатів інструментальних спостережень на мережі метеостанцій України показав, що потепління на території України відбувається приблизно з тими ж темпами, що і в цілому на планеті. Встановлено, що за останні 100-120 років проявилися наступні закономірності у реакції регіональних кліматичних умов України на сучасне глобальне потепління [2, 3-5]:

середньорічна приземна температура підвищилася приблизно на 0,6±0,1 °С, причому в північних і північно-східних регіонах температура на 1,0±0,2°С, а в південних і південно-західних регіонах - на 0,5±0,1 °С;

відбувся процес деконтиненталізації клімату України (зниження континентальності кліматичних умов). Амплітуда сезонного ходу температури приземного повітря знизилася на ~0,4°С, причому підвищення температури характерне для зимових місяців, а для літніх місяців істотних змін не відбувалось;

проявилося загальне вирівнювання кліматичного поля річних сум опадів. В північно-західних регіонах України, де річна сума опадів була відносно високою (650-750 мм/рік), вона зменшилась приблизно на 10-15%, а в південно-східних регіонах, де річна сума опадів була відносно низькою (350-450 мм/рік) - вона підвищилась приблизно на 10 %;

виявлено зростання кількості опадів в деякі місяці літнього періоду в північно-західних регіонах, і, навпаки, їх зменшення для цих місяців у південних і південно-східних регіонах;

встановлено також різке зниження кількості опадів у весняні місяці, особливо в травні, та восени, особливо у вересні.

В Україні розроблені сценарії можливих змін регіонального клімату при подальшому глобальному потеплінні. На основі математичного моделювання і аналізу регіональних палеокліматичних реконструкцій отримані наступні сценарні оцінки:

підвищення річної приземної температури до кінця 21 ст. в середньому на території України на 2,0±0,5 °С;

збільшення загальної річної кількості атмосферних опадів на всій території України на 10-15%;

зниження кількості опадів і підвищення випаровування в південних і південно-східних регіонах України при глобальному потеплінні більше, ніж на 2-3 °С - через зсув північної периферії поясу субтропічних антициклонів на південні і південно-східні регіони України.

Екологічні наслідки від глобальних змін клімату на території України, які вже

проявилися або можуть проявитися при подальшому глобальному потеплінні такі [2, 3-5]:

підняття рівня Чорного та Азовського морів (в 20 ст. рівень піднявся на 0,15-0,20 м, а при подальшому потеплінні до кінця 21 ст. можна очікувати підвищення рівня цих морів на 0,5- 1,0 м), що призведе до інтенсивної ерозії узбережжя та деградації морських екосистем;

зростання меридіоналізації загальної циркуляції атмосфери, що призведе до підвищення повторюваності ряду аномальних синоптичних утворень над територією України (посухи, зливи, буревії, аномальні температурні прояви тощо);

опустелювання південних і південно-східних регіонів України в результаті повільного зміщення північної периферії поясу субтропічних антициклонів, що призведе до виснаження ресурсів прісної води, зміщення дислокації природних зон, підвищення повторюваності посух, пилових буревіїв, смерчів в цих регіонах;

зростання повторюваності катастрофічних повеней в регіоні Українських Карпат, спричинене інтенсифікацією зливових процесів і ускладнене інтенсивним вирубуванням лісів, які відігравали роль демпфіруючого фактору;

активізація катастрофічних зсувів і просадкових деформацій в гірських регіонах Карпат і Криму через зміни режиму зволоження, водного балансу підземних та ґрунтових вод тощо.

В табл.1 представлені фактична повторюваність досліджуваних кліматичних явищ, відновлена шляхом аналізу історичних і літописних записів для малого середньовікового кліматичного оптимуму, модельні розрахунки для цього ж періоду та сценарні оцінки динаміки повторюваності катастрофічних явищ в XXI ст. за умови, що середня температурна аномалія протягом цього століття в Європі буде приблизно в 2 рази вища від столітньої температурної аномалії у XII ст. (для малого середньовікового кліматичного оптимуму).

Таблиця 1

Фактичні і модельні для малого кліматичного оптимуму та сценарні оцінки повторюваності (середньої кількості протягом 100 років) кліматичних катастрофічних явищ на території Європи

№	Україна				Західна Європа				Руська рівнина			
	Фактичні оцінки	Модельні оцінки	Сценарії	±s	Фактичні оцінки	Модельні оцінки	Сценарії	±s	Фактичні оцінки	Модельні оцінки	Сценарії	±s
1	23	18	34	4	24	34	57	6	34	41	67	7
2	8	9	21	3	15	20	34	4	15	25	45	5
3	16	10	22	3	14	22	45	6	6	21	49	7
4	13	16	34	5	21	33	53	5	23	36	59	6
5	13	6	16	2	5	12	26	4	15	20	43	6
6	2	6	12	2	4	7	17	2	5	10	24	4
7	4	3	7	1	2	4	8	1	5	4	8	1
8	2	3	7	1	7	7	13	2	7	9	19	2
9	13	8	20	3	3	5	11	2	8	13	27	4
10	7	5	9	1	5	4	8	1	10	21	41	5

Примітки: 1 – посухи, 2 - дощові літа, 3 - повені, 4 - холодні зими, 5 - м'які зими, 6 - пізні весни, 7 - ранні весни, 8 - дощові осені, 9 - небувалі грози, 10 - небувалі буревії

Справедливість сценарію перевірена шляхом вирішення оберненої задачі зіставлення результатів модельних розрахунків за тим же самим сценарним співвідношенням з фактичними даними для малого кліматичного оптимуму.

Кореляція модельних розрахунків із зафіксованими протягом малого кліматичного оптимуму катастрофічних кліматичних явищ (всі 10 явищ) для території України становить 85% при коефіцієнті лінійної регресії - 1,1, а для Західної Європи та Руської рівнини 80-82%,

але слід відмітити невелике систематичне завищення розрахованої повторюваності подій, що може бути пов'язано з різними строками настання або закінчення коливань клімату.

Відмітимо, що сучасні тенденції зменшення кількості опадів на північному заході до 10-15% і зростання кількості атмосферних опадів на південному сході України до 10% є відносно позитивними для сільськогосподарського виробництва. Сценарні оцінки для 21 ст. врожайності основних агрокультур при глобальному потепленні на 2-3 ºС і при подвоєнні вмісту CO2 в атмосфері дають позитивні оцінки для агросфери України (для С3-рослин (пшениця, соя, рис тощо) - збільшення врожайності на 15-20%, а для С4-рослин (сорго, кукурудза, цукрова тростина) - практично без змін). Але подальші зміни клімату, при вищих рівнях потепління, істотно ускладнять землеробство, особливо в південних і південно-східних регіонах України - через зниження кількості опадів і збільшення випаровування. Оцінки на майбутнє дають, на жаль, досить песимістичні прогнози для природних і окультурених екосистем. Сильно ускладнює екологічні наслідки від глобального потепління нераціональне використання іригаційних технологій, що відзначиться на запасах прісної води і стані ґрунтів.

Для структуризації загроз від стихійних метеорологічних явищ (СМЯ) було проведено порівняльний аналіз інформації на основі врахування статистики Гідрометеорологічної служби, Державної геологічної служби Міністерства охорони навколишнього природного середовища та МНС, а також науково-методичних розробок інститутів НАН України [1].

Загальна структура загроз від глобальних кліматичних змін наведена на рис. 1.

Відповідно до проведених прогнозних оцінок на всій території України в останні роки спостерігається активізація стихійних метеорологічних явищ та екзогенних геологічних процесів внаслідок глобальних кліматичних змін, що становить реальну загрозу військовим об’єктам, населенню і об’єктам господарювання, особливо у місцях розташування потенційно небезпечних об’єктів у промислово навантажених регіонах держави. Для ефективного запобігання і протидії негативним наслідкам впливу стихійних метеорологічних явищ (СМЯ) та і екзогенних геологічних процесів (ЕГП) потрібно розробляти більш оперативні і обґрунтовані пропозиції, що мають спиратися на результати оцінки ризиків їх виникнення та очікуваних збитків від їх прояву.

Забезпечення безпеки експлуатації систем життєзабезпечення ЗС України і транспортних систем є актуальним і складним завданням, практичне вирішення якого потребує оцінки найбільш пріоритетних загроз від СМЯ і ЕГП для розробки адекватних заходів із запобігання і протидії можливим надзвичайним ситуаціям. Серед таких загроз суттєве значення має спільний вплив декількох ЕГП та СМЯ, насамперед, небезпечних опадів, підтоплення, карсту і просідання лесових ґрунтів враховуючи їх регіональний розвиток і значну просторово-часову активізацію в останні роки. Концентрація різних типів ЕГП та СМЯ на потенційно небезпечних територіях набагато збільшує інженерно-геологічні навантаження на породи літологічної основи та відповідальні конструктивні елементи потенційно небезпечних об’єктів. Зважаючи на площинний характер розвитку СМЯ та ЕГП в умовах постійних змін геологічного середовища, особливо уразливими стають просторово розподілені небезпечні об’єкти, зокрема, залізниці, лінії електропередач, нафто- та газопроводи, розташовані в зонах зосередження проявів карсту, зсувів і підтоплення. Зазначені фактори значно підсилюються додатковими технічними чинниками, викликаними закриттям шахт, підтопленням міст та селищ у південних і східних областях України, а також втратою природної дренованості більшості річкових басейнів внаслідок надмірної зарегульованості річкової мережі.

Аналіз регіонального розповсюдження небезпечних СМЯ та ЕГП на території України дозволив виявити зони їх імовірного спільного впливу і на цій основі визначити найбільш небезпечні адміністративні області, територія яких потрапляє у ці зони. Отримані результати свідчать, що найбільший рівень загроз від спільного впливу ЕГП існує на території Чернігівської, Полтавської, Харківської, Миколаївської, Дніпропетровської, Одеської, Донецької, Запорізької областей. Відповідно до здійснених оцінок, в середньому 2,67 %

довжини залізничних колій та 5,01 % довжини магістральних газопроводів на території України перебувають в зонах імовірного спільного впливу підтоплення, карсту та просідання лесових ґрунтів, що вимагає удосконалення їх інженерно-геотехнічного моніторингу з використанням технологій ГІС та дистанційного зондування Землі.

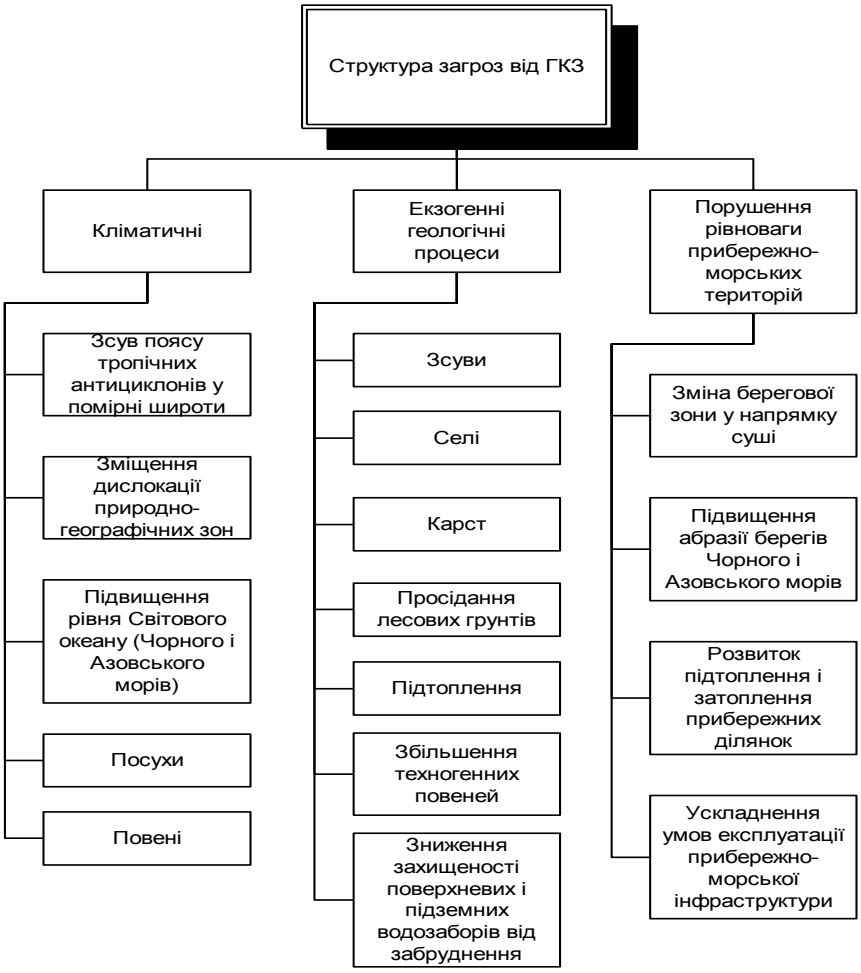


Рис. 1. Загальна структура загроз від глобальних кліматичних змін

Таким чином, вищенаведене зумовлює необхідність проведення більш ґрунтовних досліджень комплексного впливу ЕГП на безпеку функціонування залізничних колій, магістральних газопроводів та інших просторово розповсюджених систем життєзабезпечення ЗС України з урахуванням імовірності прояву цих процесів в місцях спорудження нових або реконструкції існуючих систем військової інфраструктури.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005 рр.) / За ред.. В.М. Ліпінського, В.І. Осадчого, В.М. Бабіченко. – К.: Ніка-Центр, 2006. – 312 с.

2. Волощук В.М., Бойченко С.Г. Клімат України. Розділ 5.3. Сценарії можливих змін клімату України в 21 ст. (під впливом глобального антропогенного потепління). Київ: Вид-во Раєвського, 2003. – С.319-330.

3. Бойченко С.Г., Волощук В.М., Дорошенко І.А. Глобальне потепління та його наслідки на території України //Український географічний журнал, 2000, №3. – С. 59-68.

4. Волощук В.М., Бойченко С.Г. Реакція сезонного ходу приземної температури України на глобальне потепління клімату // Доповіді НАНУ, 1997, № 9. – С. 113-118.

5. Волощук В.М., Бойченко С.Г. Вплив загального глобального потепління клімату на середньорічну інтенсивність атмосферних опадів в Україні // Доповіді НАНУ, 1998. – № 6. – С. 125-130.

Рецензент: д.т.н., проф. Сбітнєв А.І.

УДК 351.813.12 к.т.н. **Дергильова О.В.** (НУОУ)

МЕТОД ЗАСТОСУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОБҐРУНТУВАННЯ РІШЕНЬ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВОЄННОЇ БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ

Пропонується алгоритм розрахунку оптимальних управлінь (плану дій) щодо забезпечення воєнної безпеки держави з використанням часткової математичної моделі. Алгоритм будується на основі системного підходу з використанням теорії ігор та теорії оптимального управління. Орієнтований на використання в системах підтримки прийняття рішень.

Ключові слова: воєнна безпека, диференціальна гра, оптимальне рішення, принцип максимуму.

Предлагается алгоритм расчета оптимальных управлений (плана действий) относительно обеспечения военной безопасности государства с использованием частичной математической модели. Алгоритм строится на основе системного подхода с использованием теории игр и теории оптимального управления. Ориентированный на использование в системах поддержки принятия решений.

Ключевые слова: военная безопасность, дифференциальная игра, оптимальное решение, принцип максимума.

The algorithm of calculation of optimum managements (plan of action) concerning maintenance of military safety of the state with use of partial mathematical model is offered. The algorithm is under construction on the basis of the system approach with use of the theory of games and optimum control theories. Focused on use in systems of support of decision-making.

Keywords: military safety, differential game, the optimum decision, maximum principle.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Забезпечення воєнної безпеки держави, як процес, постійно відбувається в умовах "розумної" протидії, яка не завжди є антагоністичною, проте її завжди можна охарактеризувати, принаймні, як "неприйняття" дій та намірів іншої сторони. Форми взаємодії сторін, що виникають у даному разі, так чи інакше набувають ознак конфлікту. Конфлікт як форма взаємодії кількох сторін (систем) є слабкопередбачуваним стосовно свого рішення. Оскільки в конфліктах його учасники прагнуть досягти несумісних положень, а в конфліктах воєнної сфери часто протилежних в певному розумінні, вони притримуються кожен свого плану досягнення відповідного положення. Реалізується такий план шляхом використання учасниками конфлікту ресурсів, що є в їх особистому розпорядженні. Для такого випадку рішенням конфлікту будемо вважати план використання стороною, з якою зіставляється дослідник, власного активного ресурсу в поточному часі розвитку конфлікту для досягнення вигідного положення (мети). Практично завжди такий план спочатку неочевидний, невідомим є не тільки кращий спосіб використання ресурсів, а й перелік таких способів.

В значній мірі складанню плану в такій ситуації допомагає моделювання конфлікту. Модель призвана шляхом багатократного прогону допомогти виявити певну кількість кращих варіантів розподілу наявного ресурсу як елементів загального плану. Обчислення елементів плану вимагає постановки математичної задачі. Для формулювання задачі необхідно висунути критерій, який пов'язаний з метою функціонування системи. В свою чергу, рішення такої задачі цікавить не само по собі, а серед множини можливих повинні бути відібрані найкращі, тобто цікавить оптимальне рішення в розумінні визначеного принципу оптимальності (але це не рішення оптимізаційної задачі розв'язання конфлікту).

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Ключовим питанням у забезпеченні необхідного рівня воєнної безпеки держави є прийняття рішень. Для цього потребується застосування моделі розвитку ситуації, яка отримана раніше. Переходячи до формалізації підготовки рішень, необхідно відзначити, що

загальних математичних методів, які виражають суть конфліктних ситуацій та воєнних проблем в цілому, не існує. Математично прийняття рішення трактується як находження екстремуму деякого функціоналу. Рішення повинно бути єдиним, своєчасним, реалізуємим, стійким (по відношенню до можливих змін системи та ситуації), раціональним. В складних ситуаціях необхідно висування ідей (здогадок, гіпотез). Гіпотеза потребується, якщо немає стереотипних рішень або вони не ефективні. В процесі прийняття рішення спостерігається дія системного гомеостазу. Вхідні дані (що поповнюються розвідкою), інтелектуальний аналіз (обчислення рішення), вольова дія (прийняття рішення) являють собою компоненти гомеостазу. Їх взаємозв'язок та взаємостимулювання приводять в кінцевому підсумку до прийняття рішення. Вони мають різні мовні змалювання, але в системній моделі зводяться до єдиного формального опису.

Формулювання цілей статті. В даній статті пропонується метод пошуку оптимального управління в диференціальній грі, яке є математичним описом базового варіанту плану дій щодо забезпечення необхідного рівня воєнної безпеки держави.

Виклад основного матеріалу. У конфліктах "гра" відбувається з розумним противником, дії якого пов'язані з діями нашої сторони та мають за мету погіршення становища опонента. Дії, які може здійснювати кожна із сторін, називаються стратегіями. Результат вибору всіма учасниками дій своїх стратегій з урахуванням обмежень є ситуацією. На відміну від конфлікту в цілому, рішенням гри звуться ситуації чи стратегії всіх учасників, які задовольняють деякому принципу оптимальності. Ігровий елемент в диференціальній грі надається набором дійсних чисел $(x_1,...,x_n)$, що звуться змінними стану. Для подальшого викладення передбачається, що учасники мають про гру повну інформацію. Розгляд проведено для двох гравців: ρ (сторона дослідника) та ε (сторона противника) з протилежними інтересами.

В кожний момент часу t гравець ρ обирає набір дійсних чисел u, що підлягають деяким обмеженням. Гравець ε обирає набір чисел v. Вектори u та v звуться управліннями, що впливають потім на зміну змінних стану у відповідності з системою диференціальних рівнянь:

$$\dot{x}_i = f_i(x,u,v), i = \overline{1,n}. \qquad (1)$$

В результаті декомпозиції проблеми забезпечення воєнної безпеки держави отримана одна з часткових моделей зазначеного процесу, яка через подальше агрегування параметрів моделі надає опис залежності напруженості воєнно-політичної обстановки від двох аргументів: x_1 - рівня сукупної воєнної могутності, що може протистояти Україні та x_2 - рівня сукупної воєнної могутності, що може підтримувати Україну. Зміна станів моделі описується рівняннями

$$\dot{x}_1 = -4{,}66 + 19{,}51x_1 - 20{,}77x_1^2 + 0{,}49x_1x_2,$$
$$\dot{x}_2 = 28{,}44 - 113{,}84x_1 + 115{,}32x_1^2 - 1{,}45x_2,$$

а напруженість воєнно-політичної обстановки рівнянням

$$I = 1{,}64x_1^2 + 0{,}36x_2.$$

Диференціальна гра продовжується до закінчення, яке наступає, коли змінні стану досягають певного термінального многовиду S. Гра починається в момент $t = 0$ і закінчується в момент $t = T$ на термінальній поверхні S, термінальний виграш є функція $F(x_1(T),...,x_n(T))$, що визначена на цій термінальній поверхні, а інтегральний виграш має

вигляд

$$\int_0^T p(x_1,...,x_n;u_1,...,u_r;v_1,...,v_s)dt. \qquad (2)$$

Найбільш загальний тип виграшу є функція F плюс інтеграл виду (2). Розглянемо задачу забезпечення необхідного рівня воєнної безпеки держави в умовах, коли дослідника цікавить лише факт встановлення зазначеного рівня без будь-яких додаткових умов, тобто інтегральний виграш відсутній та для всіх значень x_1, x_2 $p = 0$. Для обраної моделі маємо

$$\varphi(x_1, x_2) = I = 1{,}64x_1^2 + 0{,}36x_2.$$

Після проміжку часу Δt за умови, що гравець ρ обирає оптимальну стратегію $\bar{u}$, гравець ε – свою оптимальну стратегію $\bar{v}$, змінні стану будуть приблизно дорівнювати $x + \Delta x$, де

$$\Delta x_i = f_i(x, \bar{u}, \bar{v})\Delta t, \qquad (3)$$

та, якщо гра має інтегральний виграш, він приблизно дорівнює

$$p(x_1,...,x_n;\bar{u}_1,...,\bar{u}_r;\bar{v}_1,...,\bar{v}_s)\Delta t. \qquad (4)$$

Потім гра знову починається з точки $x + \Delta x$, визначеної формулою (3) з досягнутим виграшем (4). Якщо сторонами використовуються оптимальні управління, то загальний виграш

$$\varphi(x) = p(x_1,...,x_n;\bar{u}_1,...,\bar{u}_r;\bar{v}_1,...,\bar{v}_s)\Delta t + \varphi(x + \Delta x). \qquad (5)$$

Для нашого випадку

$$\varphi(x) = \varphi(x + \Delta x).$$
$$\varphi(x + \Delta x) \cong \varphi(x) + \sum_i \frac{\partial \varphi(x)}{\partial x_i}\Delta x_i,$$

та в силу співвідношення (3)

$$\varphi(x + \Delta x) \cong \varphi(x) + \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial \varphi(x)}{\partial x_i} f_i(x, \bar{u}, \bar{v})\Delta t. \qquad (6)$$

Підставляючи (6) в (5), маємо

$$\varphi(x) \cong p(x, \bar{u}, \bar{v})\Delta t + \varphi(x) + \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial \varphi(x)}{\partial x_i} f_i(x, \bar{u}, \bar{v})\Delta t,$$

чи, покладаючи $\Delta t \to 0$,

$$p(x,\bar{u},\bar{v})+\sum_{i=1}^{n}\frac{\partial\varphi(x)}{\partial x_i}f_i(x,\bar{u},\bar{v})=0, \tag{7}$$

$$\varphi(x)+\sum_{i=1}^{n}\frac{\partial\varphi(x)}{\partial x_i}f_i(x,\bar{u},\bar{v})=0.$$

$$1{,}64x_1^2+0{,}36x_2+3{,}28x_1\left(-4{,}66+19{,}51x_1-20{,}77x_1^2+0{,}49x_1x_2+\bar{v}\right)+$$
$$+0{,}36\left(28{,}44-113{,}84x_1+115{,}32x_1^2-1{,}45x_2+\bar{u}\right)=0.$$

В силу того, що значення ігор на кожному кроці передбачаються існуючими, а відповідно $\max\limits_{u}$ та $\min\limits_{v}$ можна міняти місцями, еквівалентне рівняння

$$\max_{u}\min_{v}\left\{p(x,u,v)+\sum_{i=1}^{n}\frac{\partial\varphi(x)}{\partial x_i}f_i(x,u,v)\right\}=0. \tag{8}$$

Рівняння (7) чи (8) відоме як основне рівняння. Диференціювання лівої частини рівняння (7) по x_j для випадку, якщо змінні управління обмежені константами, та прирівнювання результату нулю дає рівняння

$$\frac{\partial\dot{\varphi}(x)}{\partial x_j}=-\left[\frac{\partial p(x,\bar{u},\bar{v})}{\partial x_j}+\sum_{i=1}^{n}\frac{\partial\varphi(x)}{\partial x_i}\frac{\partial f_i(x,\bar{u},\bar{v})}{\partial x_i}\right],\ j=\overline{1,n}, \tag{9}$$

чи, стосовно даної задачі

$$\frac{\partial\dot{\varphi}(x)}{\partial x_j}=-\sum_{i=1}^{n}\frac{\partial\varphi(x)}{\partial x_i}\frac{\partial^2 f_i(x,\bar{u},\bar{v})}{\partial x_i\partial x_j},$$

яке разом з системою рівнянь $\dot{x}_j=f_j(x,\bar{u},\bar{v}),\ j=\overline{1,n}$ звуться рівняннями траєкторії диференціальної гри з повною інформацією [1,2,3].

Ці $2n$ рівнянь разом із значеннями функції F в якості кінцевих умов являють собою формальне рішення гри, з якого визначаються оптимальні змінні управління $\bar{u}$ та $\bar{v}$):

$$\frac{\partial\dot{\varphi}(x)}{\partial x_1}=-(3{,}28x_1\cdot 41{,}54),$$
$$\frac{\partial\dot{\varphi}(x)}{\partial x_2}=-(3{,}28x_1\cdot 0{,}49),$$
$$\dot{x}_1=-4{,}66+19{,}51x_1-20{,}77x_1^2+0{,}49x_1x_2,$$
$$\dot{x}_2=28{,}44-113{,}84x_1+115{,}32x_1^2-1{,}45x_2.$$

Зручніше використовувати зворотній час $\gamma=T-t$. Рівняння у зворотному часі:

$$\frac{\partial\overset{\circ}{\varphi}(x)}{\partial x_j}=\frac{\partial p(x,\bar{u},\bar{v})}{\partial x_j}+\sum_{i=1}^{n}\frac{\partial\varphi(x)}{\partial x_i}\frac{\partial f_i(x,\bar{u},\bar{v})}{\partial x_i},\ j=\overline{1,n}, \tag{11}$$

$$\overset{\circ}{x}_j=-f_j(x,\bar{u},\bar{v}),\ j=\overline{1,n}. \tag{12}$$

конкретно

$$\frac{\partial \overset{\circ}{\varphi}(x)}{\partial x_j} = \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial \varphi(x)}{\partial x_i} \frac{\partial^2 f_i(x, \bar{u}, \bar{v})}{\partial x_i \partial x_j},$$

$$\frac{\partial \overset{\circ}{\varphi}(x)}{\partial x_1} = 3{,}28x_1 \cdot 41{,}54 + 0{,}36 \cdot 0,$$

$$\frac{\partial \overset{\circ}{\varphi}(x)}{\partial x_2} = 3{,}28x_1 \cdot 0{,}49 + 0{,}36 \cdot 0,$$

$$\overset{\circ}{x}_1 = 4{,}66 - 19{,}51x_1 + 20{,}77x_1^2 - 0{,}49x_1x_2,$$

$$\overset{\circ}{x}_2 = -28{,}44 + 113{,}84x_1 - 115{,}32x_1^2 + 1{,}45x_2.$$

Рівняння (11) та (12) є рівняннями характеристик в регресивній формі.

Початкові умови, необхідні для інтегрування рівнянь (11) та (12), є значеннями x_j та $\frac{\partial \varphi(x)}{x_j}$ ($j = \overline{1,n}$) в припустимій області. Оскільки для простору гри S є поверхнею, можна представити її через $n-1$ параметр

$$x_j = h_j(s_1, ..., s_{n-1}), \ j = \overline{1,n}. \tag{13}$$

Співвідношення (13) дає перші n початкових умов. Для отримання $\frac{\partial \varphi(x)}{x_j}$ в припустимій області маємо $\varphi = F(s_1, ..., s_{n-1})$ на S. Для визначення $\frac{\partial \varphi(x)}{x_j}$ отримаємо $n-1$ рівнянь

$$\frac{\partial F}{\partial s_k} = \sum_j \frac{\partial \varphi}{\partial x_j} \frac{\partial h_j}{\partial s_k}, \ k = \overline{1,n-1}. \tag{14}$$

До рівнянь (13), (14) слід приєднати ще основне рівняння (7), в яке замість x_j потрібно підставити їх значення з (13). Таким чином визначаються $2n$ початкових умов на термінальній поверхні S. В нашому разі початкові умови визначаються, виходячи з вимоги забезпечення рівня напруженості воєнно-політичної обстановки не вище деякого рівня $I_0 = 1{,}64x_1^2 + 0{,}36x_2$ та визначаються конкретними умовами застосування моделі (початковим станом, необхідним кінцевим станом, обмеженнями на управління). Після інтегрування рівнянь характеристик в регресивній формі з отриманими початковими умовами визначаються $2n$ функцій x_j та $\frac{\partial \varphi(x)}{x_j}$ від аргументів

$$\tau, s_1, ..., s_{n-1}. \tag{15}$$

Потім обертають перші n функцій x_j та виражають змінні (15) як функції x_j. Надалі

находять значення гри φ [1,2,3].

Висновки *з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.* Для практичних потреб оптимальні рішення мають лише орієнтовне значення. В реальних умовах управління в силу багатьох причин далеко не оптимальні. Не завжди інтереси учасників процесу строго протилежні, існують практичні обмеження на проведення оптимального управління, недостатньо інформації для оптимізації управління протилежних сторін, етапна задача однією із сторін може бути вирішена відмінним від оптимального способом, тощо. Зважаючи на те, що система (1) чи (16) лише приблизно описує динаміку процесу, є підстави вважати, що деякі відхилення однієї сторони від оптимальної поведінки можуть принести їй додатковий виграш, з'являється підстава для ризику.

Та все ж розрахунок можливих рішень відповідно з обраним принципом оптимальності має корисні наслідки. Множина відібраних найкращих рішень дає змогу послідовно будувати план досягнення необхідного значення воєнної безпеки держави з використанням принципу некінцевих рішень (подібно до проведення селекції). В такому випадку можуть з'явитися варіанти, які навіть не розглядалися на початковому етапі планування.

На закінчення слід додати, що наведений порядок розрахунку оптимального управління за умови наявності протидії (розумної) аж ніяк не є кінцевим варіантом плану практичних дій. Головною причиною є те, що сама модель (1) чи (16) визначається приблизно за наявними на поточний час даними, та додатково можна навести ще достатню кількість причин. Але вже сама наявність такого плану з урахуванням практичних обмежень на реалізацію управління та поточного уточнення даних в ході розвитку процесу при багатократному моделюванні здатна суттєво підвищити ефективність рішень, що приймаються.

Проведений таким чином аналіз дозволяє:

виділити типові ситуації, що змальовують дії своїх сил і противника, кількісні та якісні характеристики яких будуть формалізовані з метою формування варіантів, що досліджуються;

визначити кількісні значення ознак опису обстановки, які дозволять формалізувати умови обстановки з метою формування переліку ситуацій;

визначити фіксоване кінцеве число ознак класифікації ситуацій, які в сукупності дозволять провести достатньо повний опис будь-якої ситуації.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Пацюков В.П. Дифференциальные игры при различной информированности игроков. – М.: "Советское радио", 1976. – 200 с.

2. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. – М.: «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, 1981. – 720 с.

3. Фельдбаум А.А., Бутковский А.Г. Методы теории автоматического управления. – М.: «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, 1971. – 744 с.

Рецензент: д.т.н., проф. Толубко В.Б.

УДК 355.02

к.ф.-м.н. **Комарова Л.О.** (ВІКНУ)
к.т.н. **Гришин С.П.** (ВІКНУ)

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДІВ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ ВОЄННОЇ БЕЗПЕКИ ДЛЯ СКЛАДНИХ ОБ'ЄКТІВ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОЦІНКА АДЕКВАТНОСТІ АНАЛІТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ЩОДО ТОЧНОСТІ МЕТОДІВ

У статті перевірені на коректність теоретичні результати задач управління системою воєнної безпеки для складних об'єктів військового призначення, а також доведена адекватність аналітичних моделей залежностей «ефект-витрати», які використовуються у формальній постановці задач оптимального управління воєнною безпекою.

Ключові слова: воєнна безпека, оптимальний розподіл, управління, метод мінімаксної корекції.

В статье проверены на корректность теоретические результаты задач управления системой военной безопасности сложных объектов военного назначения, а также доказана адекватность аналитических моделей зависимостей «эффект-затраты», которые используются в формальной постановке задач оптимального управления военной безопасностью.

Ключевые слова: военная безопасность, оптимальное распределение, управление, метод минимаксной коррекции.

The article checked for correctness theoretical results system management tasks for complex military security, military facilities, and proved adequate analytical models dependencies "effect-cost" used in the formal setting of optimal control problems military security.

Keywords: military security, optimal allocation, management method minimax correction.

Множина можливих рішень задачі розподілу ресурсів є «інформаційним об'єктом», невизначеність «стану» якого може бути усунутою здобуттям саме оптимального рішення, яке належить даній множині і є метою розв'язання задачі. В задачах ресурсної оптимізації множина припустимих рішень визначається математичними виразами нерівностей-обмежень, які виконуються для даних рішень. Потім серед припустимих рішень треба відшукати єдине бажане – оптимальне рішення [1, 2, 3]. Загальна схема методики вирішення задачі оптимального розподілу надана на рис.1. [4, 5]

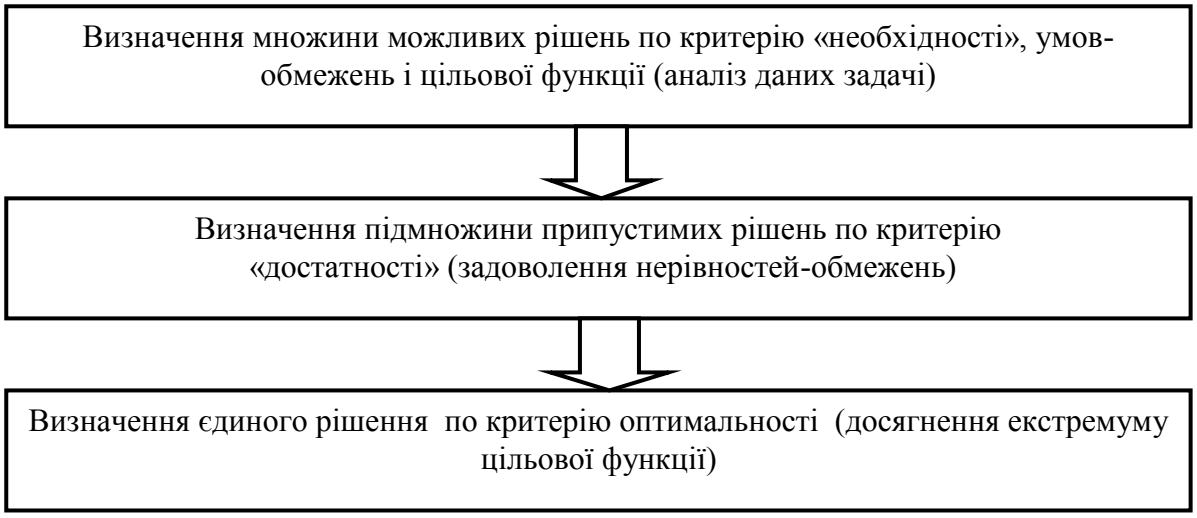


Рис. 1. Схема (методика) вирішення задачі оптимізації управління

Ефективність методу визначається співвідношенням «ентропії» (міри невизначеності стану) об'єкту дослідження та «витрат» на її усунення даним методом.

Припустимо, що рішення задачі є вектор

$$X = \left\langle x_j, j = \overline{1,n} \right\rangle, \tag{1}$$

кожний елемент кортежу якого може приймати значення в діапазоні

$$[x_j^{\min} \le x_j \le x_j^{\max}],\ j = \overline{1,n}. \tag{2}$$

Якщо потрібна точність рішення задачі (визначення кожного x_j) складає $\delta_j\ j = \overline{1,n}$, то кількість можливих дискретних (через потрібну точність) значень кожного елементу кортежу складе

$$s_j = (x_j^{\max} - x_j^{\min}) / \delta_j = \Delta_j / \delta_j \ \ j = \overline{1,n}. \tag{3}$$

Таким чином, загальна кількість «станів» об'єкта (1) - множина можливих рішень, яка визначається кількістю змінних та кількістю значень кожної з них для вектора X, буде дорівнювати

$$S(X) = \prod_{j=1}^{n} s_j. \tag{4}$$

Апріорі вважаємо, що рівність будь-якого рішення даної множини оптимальному є випадковою подією; такі події складають «повну груп»у і тому є рівно-імовірними (найгірший випадок) для оптимального рішення, тобто імовірність кожного *k*-го значення даної змінної складе

$$p_k = 1/S(X);\ \ k = \overline{1, S(X)};\ \ \sum_{K=1}^{S(X)} p_k = 1. \tag{5}$$

Легко зрозуміти, що ентропія об'єкта (1) буде дорівнювати

$$H = -\sum_{k=1}^{S(X)} \left(p_k \times \log_2 p_k \right). \tag{6}$$

Якщо справедливе припущення про однаковість кількості (3), то вираз (6) буде мати вигляд

$$H = -\frac{1}{S(X)} \sum_{k=1}^{S(X)} log_2\{1/S(X)\} = -log_2 \prod_{j=1}^{n} s_j = -\sum_{j=1}^{n} log_2 s_j. \tag{7}$$

Кількість інформації, що здобувається при вирішенні задачі кожним методом, дорівнює ентропії об'єкта, яка «усувається» визначенням точних значень елементів рішення

$$I(X) = -H(X). \tag{8}$$

Сучасні спеціальні методи вирішення задач оптимізації є, в основному, ітераційними, оскільки більшість задач не має рішення в аналітичній формі через «не-опуклість» цільової функції та функцій обмежень та вимогу дискретності аргументів. Тому «трудовитрати» обраного методу щодо пошуку оптимального рішення достатньо коректно визначаються кількістю «ітерацій» наближення поточного рішення до оптимального з завданою точністю. Метод «повного перебору» (ПП) множини можливих рішень завжди дозволяє відшукати оптимальне рішення і тому є порівняльним для оцінки інших методів, але по трудовитратах абсолютно поступається спеціальним методам оптимізації.

Таким чином, оцінкою ефективності методу M є співвідношення «усунутої ентропії» $I(X)=-H(X)$ «математичного об'єкта» X та витрат (кількості ітерацій) $R(M)$ на здобуття оптимального рішення з потрібною точністю

$$E(M) = \{-H(X)\} / R(M). \tag{9}$$

Доцільно від даної абсолютної оцінки перейти до відносної порівнянням певного методу з методом повного перебору. Знайдемо абсолютний приріст ефективності певного методу (M) в порівнянні з методом ПП (M^o)

$$\Delta E(M) = -H(X) \times \left\{ \frac{1}{R(M)} - \frac{1}{R(M^o)} \right\}. \tag{10}$$

Відносний приріст (%), як співвідношення абсолютного приросту (10) та абсолютної ефективності методу M^o, складе

$$\delta E(M) = \frac{\Delta E(M)}{E(M^{\hat{i}})} \times 100\% = \left\{ \frac{R(M^{\hat{i}})}{R(M)} - 1 \right\} \times 100\% . \qquad (11)$$

Оцінка ефективності обраних адаптованих методів вирішення комплексу задач наукового дослідження показує, що їх відносний приріст ефективності (11) – багаторазовий в порівнянні з універсальним методом ПП.

Оцінка адекватності аналітичних моделей щодо точності методів

Надамо оцінку точності обраного для задач оптимізації складних процесів сітьового типу ітераційного методу нелінійного програмування з процедурою «мінімаксної корекції» (*ММК*) в порівнянні з методом «сітьового планування управління» *(СПУ)*.

Як відомо, метод *СПУ* (*PERT*) є приблизним, бо вважає «лінійною» залежність «тривалість-ресурс» для операцій процесу сітьового типу

$$\tau l(y) = \tau(0) - ky, \qquad (12)$$

де $\tau(0)$ – вільний член лінійної форми;

k – «темп» зміни значення функції при зміні значення аргументу;

y – аргумент (ресурс) функції (тривалість).

Тому в процесі «оптимізації» сітьового процесу для кожної операції (заходу) обирається ділянка «корекції» значень аргументу

$$[y_{\min}, y_{\max}] \qquad (13)$$

і завдаються значення $\tau(0), k$ для «лінійної» математичної моделі сітьового процесу. Але фактично, як було раніше досліджено, дана модель (для метода мінімаксної корекції) є гіперболічною

$$\tau h(y) = \omega / y, \qquad (14)$$

де ω – «трудомісткість» даної операції. Таким чином, «заміна» гіперболічної залежності приблизною «лінійною» породжує похибку як по ресурсах, так й по тривалості кожної операції процесу. Оцінимо їх за допомогою методу «геометричної інтерпретації зони невизначеності», по аналогії з оцінкою вірогідності гіпотез при регресійному аналізі.

Очевидно, різниця між значеннями функцій (12) і (14)

$$\Delta\tau(y) = \tau l(y) - \tau h(y) = \tau(0) - ky - \omega / y. \qquad (15)$$

Функціональний аналіз показує, що «всередині» ділянці «корекції» (13) дана різниця дорівнює нулю для двох значень аргументу

$$y_1 > y_{\min}, \; y_2 < y_{\max}, \qquad (16)$$

які знаходяться з умови рівності значень функцій (3.29),(3.31) при значеннях їх аргументу

$$\tau l(y = y_1, y_2) = \tau h(y = y_1, y_2). \qquad (17)$$

Розкриємо аналітичну форму лівої й правої частин даного рівняння

$$\tau(0) - ky = \omega / y; \qquad (18)$$

очевидно, це - квадратне рівняння

$$ky^2 - \tau(0)y - \omega = 0, \qquad (19)$$

корені якого і є шуканими значеннями

$$y_1 = \frac{\tau(0) - \sqrt{\tau(0)^2 - 4k\omega}}{2k}, \qquad (20)$$

$$y_2 = \frac{\tau(0) + \sqrt{\tau(0)^2 - 4k\omega}}{2k}. \qquad (21)$$

Знайдемо площу різниці, враховуючи те, що на ділянках аргументу $(y_{\min}, y_1)$, $(y_2, y_{\max})$ вона від'ємна (–), а на ділянці (y_1, y_2) - позитивна (+) згідно характеру функцій, що її складають (рис.2).

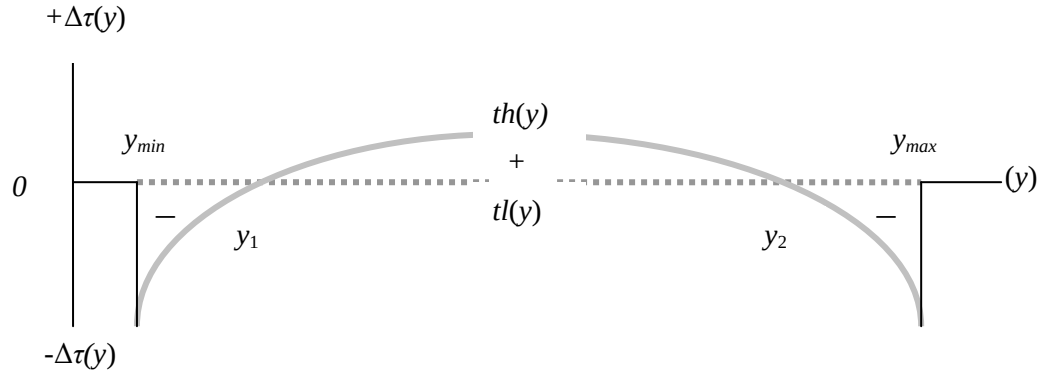


Рис. 2. Ділянка «лінеаризації» гіперболічної залежності $\tau(y)$

Таким чином, маємо

$$\Delta s(y_{\min}, y_{\max}) = -\int_{y_{\min}}^{y_1} \Delta\tau(y)dy + \int_{y_1}^{y_2} \Delta\tau(y)dy - \int_{y_2}^{y_{\max}} \Delta\tau(y)dy. \qquad (22)$$

Звернемо увагу на те, що у кожному визначеному інтегралі підінтегральна функція (15) однакова. Тому знайдемо аналітичну форму визначеного інтеграла від даної функції з умовними ніжним та верхнім краями відповідно

$$\int_{y_í}^{y_â} \{\tau(0) - ky - \omega / y\} \times dy = \tau(0) \times (y_â - y_í) - \frac{k}{2}(y_â^2 - y_í^2) - \omega \times \ln\left(\frac{y_â}{y_í}\right). \qquad (23)$$

Тепер (22) з урахуванням (23) перетворюється у остаточний вираз

$$\Delta s\,(y_{\min}, y_{\max}) = \tau(0) \times (-2y_1 + 2y_2 + y_{\min} - y_{\max}) +$$
$$+ \frac{k}{2} \times (2y_1^2 - 2y_2^2 - y_{\min}^2 + y_{\max}^2) +$$
$$+ \omega \times \left\{ \ln\frac{y_1}{y_{\min}} - \ln\frac{y_2}{y_1} + \ln\frac{y_{\max}}{y_2} \right\}. \qquad (24)$$

Абсолютна методична похибка «лінеаризації» гіперболічної залежності буде відношенням площі (24) до ділянки корекції (13)

$$\delta_i^â = \frac{\Delta s(y_{\min} y_{\max})}{(y_{\max} - y_{\min})}. \qquad (25)$$

Відносна методична похибка буде відношенням (25) до «масштабу», що завдається гіперболічною функцією на ділянці корекції, тобто

$$\delta_i^â = \frac{\delta_i^â}{sh(y_{\min}, y_{\max}) / (y_{\max} - y_{\min})}; \qquad (26)$$

оскільки «площа», що обмежена гіперболічною функцією на інтервалі корекції

$$sh(y_{\min}, y_{\max}) = \int_{y_{\min}}^{y_{\max}} (\omega / y) \times dy = \omega \times \ln\left(\frac{y_{\max}}{y_{\min}}\right), \qquad (27)$$

то остаточно відносна (у %) методична похибка лінеаризації

$$\delta_i^â = \frac{\Delta s(y_{\min}, y_{\max})}{\omega \times \ln(y_{\max} / y_{\min})} \times 100\%, \qquad (28)$$

де чисельник визначається згідно (24).

Висновки. Таким чином теоретичні результати задач управління системою воєнної безпеки для складних об'єктів військового призначення і методи їх вирішення перевірені на коректність. Працездатність алгоритмів комплексу типових задач оптимального управління підтверджена на чисельних прикладах (для умовних даних, наближених до реальних) [6]. Також у статті доведена адекватність аналітичних моделей залежностей «ефект-витрати», які використовуються у формальній постановці задач оптимального управління воєнною безпекою, в порівнянні з існуючими (приблизними) моделями в задачах евристичного управління. Це забезпечує максимальну точність рішень задач розподілу, приріст функціонального та економічного ефекту застосування значних матеріальних і фінансових ресурсів.

Наприклад для задачі ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах енергетики та для задачі відновлення даних об'єктів після деструктивного на них впливу приріст точності методу мінімаксної корекції складає ~ *7 %*. Це перетворюється у дуже значний функціональний (для прямих задач розподілу) чи економічний (для обернених задач розподілу) ефект.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Качинський А.Б. Безпека, загрози і ризик: наукові концепції та математичні методи. Інститут проблем національної безпеки, Київ, 2004.

2. Горбулін В.П., Литвиненко О.В. Національна безпека: український вимір. – К.: ПІІ «Інтертехнологія», 2008. – 104 с.

3. Горбулін В., Литвиненко А. Українська політика національної безпеки України: актуальні виклики – адекватні відповіді // Дзеркало тижня, №11, 2009. – С.57-65.

4. Гришин С.П., Лантвойт О.Б., Винярський Я.Я. Інформаційне забезпечення комплексного керування захистом складних систем управління // Журнал «Сучасна спеціальна техніка». – К., 2011. – №2(25). – С.112 – 117.

5. Гришин С.П., Лантвойт О.Б.Організаційно-методичні рекомендації щодо створення підсистеми воєнно-екологічної безпеки систем енергетики // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. № 4. – Хмельницький, 2011. – №4. – С.51 – 54.

6. Педченко Г.М., Невольніченко А.І., Шарий В.І. Воєнно-наукове забезпечення операцій військ (сил). Монографія. МО України. Видання ВІ КНУ ім. Тараса Шевченка, 2011.

Рецензент: д.військ.н., проф. Шарий В.І.

УДК 351.746.1
к.н. з держ.упр. **Мельников О.Г.** (ВІКНУ)

ПРИКОРДОННЕ ВІДОМСТВО УКРАЇНИ В СИСТЕМІ ВОЄННОЇ БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ

Досліджуються питання діяльності Державної прикордонної служби України щодо забезпечення воєнної безпеки держави. Узагальнено існуючі концептуальні підходи стосовно місця, ролі та функцій прикордонної інституції у воєнній сфері.
Ключові слова: воєнна безпека, захист державного кордону, особливий період, територіальна оборона.

Исследуются вопросы деятельности Государственной пограничной службы Украины по обеспечению военной безопасности государства. Обобщены существующие концептуальные подходы относительно места, роли и функций пограничной институции в военной сфере.
Ключевые слова: военная безопасность, защита государственной границы, особый период, территориальная оборона.

The article investigates the problems of activity of the State Border Guard Service of Ukraine on military security of the state. The existing conceptual approaches to the place, role and functions of the frontier institutions in the military field have been summarized.
Keywords: military security, protection of the state border, the special period, territorial defense.

Постановка проблеми. Україна послідовно здійснює системні кроки щодо розбудови власної системи національної безпеки, приведення її до кращих світових практик. Не є виключенням і сфера воєнної безпеки держави.

Сучасні процеси у цій сфері набули нових рис та особливостей, які потребують перегляду та вдосконалення діяльності суб’єктів, що її забезпечують. У тому числі й прикордонної інституції як одного із суб'єктів забезпечення національної безпеки [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Розвиток Державної прикордонної служби України в сучасних умовах досліджувався в роботах Литвина М.М. [2; 3; 4; 5],Олексієнка Б.М., Мишаковського В.Ю. [6], Серватюка В.М. [7], Шишоліна П.А. [8; 9], Хруста Д.В. [10].

Одночасно проведені автором дослідження загалом дають змогу отримати більш глибоке уявлення про прикордонне відомство в системі воєнної безпеки держави, його місце, роль, функції та механізми реалізації.

Метою статті є дослідження місця та ролі Державної прикордонної служби України у системі воєнної безпеки держави, а також обґрунтування визначених прикордонному відомству функцій суто воєнного характеру в особливий період та для виконання завдань територіальної оборони.

Виклад основного матеріалу. Перш за все, потрібно сказати, що головними цілями забезпечення воєнної безпеки України стає запобігання, локалізація і нейтралізація воєнних загроз [2; 11].

При цьому воєнно-політичними ризиками (викликами), що підвищують рівень загрози застосування воєнної сили проти України, такі наміри чи дії держав, коаліцій держав можуть бути:

висування територіальних претензій;

заклики або спроби щодо перегляду наявних державних кордонів;

нарощення угруповань військ та озброєнь поблизу кордонів України, створення нових, розширення і модернізація наявних військових баз та об'єктів;

створення або закупівля нових, а також модернізація наявних систем озброєння і військової техніки, у першу чергу наступального характеру, що призводить до порушення балансу сил;

активізація розвідувальної діяльності спеціальних служб іноземних держав, а також іноземних організацій проти України;

проведення інформаційно-психологічних заходів щодо дестабілізації соціально-політичної обстановки, міжетнічних та міжконфесійних відносин в Україні або її окремих регіонах і місцях компактного проживання національних меншин;

застосування політичних і економічних санкцій проти України;

застосування воєнної сили в регіоні або за участю держав регіону;

підтримка сепаратизму;

виправдання застосування воєнної сили як засобу вирішення міждержавних спорів;

послаблення законодавчих обмежень щодо застосування воєнної сили за межами власної території;

порушення державами міжнародних угод, договорів про нерозповсюдження зброї масового знищення, засобів її доставки, здійснення контролю над озброєннями, обмеження і скорочення озброєнь або вихід з них (припинення участі в них);

стимулювання ескалації воєнних конфліктів у регіоні [12].

Одночасно необхідно окремо виділити основні загрози у воєнній сфері та сфері безпеки державного кордону України. До них належать:

поширення зброї масового ураження і засобів її доставки;

недостатня ефективність існуючих структур і механізмів забезпечення міжнародної безпеки та глобальної стабільності;

нелегальна міграція;

можливість втягування України в регіональні збройні конфлікти чи у протистояння з іншими державами;

нарощування іншими державами поблизу кордонів України угруповань військ та озброєнь, які порушують співвідношення сил, що склалося;

небезпечне зниження рівня забезпечення військовою та спеціальною технікою та озброєнням нового покоління Збройних Сил України, інших військових формувань, що загрожує зниженням їх боєздатності;

повільність у здійсненні та недостатнє фінансове забезпечення програм реформування Воєнної організації та оборонно-промислового комплексу України;

накопичення великої кількості застарілої та не потрібної для Збройних Сил України військової техніки, озброєння, вибухових речовин;

незавершеність договірно-правового оформлення і недостатнє облаштування державного кордону України;

незадовільний рівень соціального захисту військовослужбовців, громадян, звільнених з військової служби, та членів їхніх сімей [13; 14].

Такі загрози, як поширення зброї масового ураження, міжнародний тероризм, транснаціональна організована злочинність, нелегальна міграція, піратство, ескалація міждержавних і громадянських конфліктів, стають дедалі інтенсивнішими, охоплюють нові регіони і держави. Зростають регіональні загрози міжнародній безпеці, які за своїми негативними наслідками можуть мати потенціал глобального впливу.

Спостерігається небезпечна тенденція перегляду національних кордонів поза нормами міжнародного права. Застосування сили і погрози силою повернулися до практики міжнародних відносин, у тому числі в Європі.

Різновекторні геополітичні впливи на Україну в умовах неефективності гарантій її безпеки, «заморожених» конфліктів біля її кордонів, а також критична зовнішня залежність національної економіки обумовлюють уразливість України, послаблюють її роль на міжнародній арені та виштовхують на периферію світової політики, у «сіру зону безпеки» [1].

Ураховуючи тенденції та умови розвитку воєнно-політичної обстановки у світі, слід зазначити, що збройна агресія, в результаті якої може виникнути локальна або регіональна війна проти України, в середньостроковій перспективі є малоймовірною [12].

Відповідно до наведеного слід зауважити, що Державна прикордонна служба України посідає одне із ключових місць у системі воєнної безпеки держави. А її конкретне місце і

роль у цій системі визначається за кожним конкретним завданням (заходом), які визначенні законодавством України в особливий період, при виконанні завдань територіальної оборони та здійсненні заходів правового режиму воєнного стану.

Так, прикордонне відомство України у межах своїх повноважень разом зі Збройними Силами України, Службою безпеки України, Міністерством внутрішніх справ України, військами Цивільної оборони України та іншими військовими формуваннями бере участь в обороні держави [15].

До основних завдань прикордонної інституції у сфері оборони як військового формування слід віднести:

узгодження з Генеральним штабом Збройних Сил України програми розвитку в частині, що стосується оборони держави, а також планів підготовки органів управління, органів охорони державного кордону, Морської охорони, призначених для підпорядкування органам військового управління в особливий період та виконання завдань територіальної оборони;

здійснення планування застосування органів Держприкордонслужби України в особливий період та виконання завдань територіальної оборони;

здійснення підготовки та забезпечення готовності до дій з метою оборони, участь у створенні єдиної системи управління та всебічного забезпечення на особливий період;

участь у розробці державної програми розвитку озброєння і військової техніки та формування державного оборонного замовлення;

узгодження з Міністерством оборони України програми підготовки військових кадрів, вжиття заходів щодо оптимізації системи військової освіти;

участь у підготовці громадян України до військової служби, а також у військово-патріотичному вихованні громадян України;

здійснення відповідних заходів щодо підготовки території України до оборони;

участь у виконанні завдань територіальної оборони, сприяння забезпеченню правового режиму воєнного стану;

сприяння Збройним Силам України у виконанні ними завдань у сфері оборони України.

В особливий період відповідним органам військового управління Збройних Сил України можуть підпорядковуватись визначені в установленому порядку Генеральним штабом Збройних Сил України органи управління, з'єднання, частини та установи інших військових формувань, у тому числі й Держприкордонслужби України [15].

Одночасно за рішенням Ради національної безпеки і оборони України, з введенням в Україні правового режиму воєнного стану Державна прикордонна служба України та інші утворені відповідно до законів України військові формування залучаються до вирішення завдань, пов'язаних із запровадженням і здійсненням заходів правового режиму воєнного стану відповідно до їх призначення та специфіки діяльності [16].

До таких завдань слід віднести:

встановлювати особливий режим в'їзду і виїзду, обмежувати свободу пересування громадян, іноземців та осіб без громадянства, а також рух транспортних засобів;

перевіряти документи у громадян, а в разі потреби проводити огляд речей, транспортних засобів, багажу та вантажів, службових приміщень і житла громадян, за винятком обмежень, встановлених Конституцією України;

вилучати у громадян вогнепальну зброю та боєприпаси, холодну зброю, а у підприємств, установ і організацій також навчальну та бойову техніку, вибухові, радіоактивні речовини і матеріали, сильнодіючі хімічні та отруйні речовини;

брати участь в евакуації населення з місць і районів, небезпечних для проживання, а також підприємств, установ, організацій та матеріальних цінностей, які мають важливе державне, господарське і культурне значення.

брати участь у виконанні інших заходів правового режиму воєнного стану в рамках специфіки діяльності та в межах компетенції.

Особливого значення набуває специфіка діяльності органів Держприкордонслужби України під час реалізації загальнодержавних воєнних і спеціальних заходів, що здійснюються в особливий період для виконання завдань територіальної оборони [15]. До таких заходів слід віднести:

охорону та захист державного кордону;

забезпечення умов для надійного функціонування органів державної влади, органів військового управління, стратегічного (оперативного) розгортання військ (сил);

охорону та оборону важливих об'єктів і комунікацій;

боротьбу з диверсійно-розвідувальними силами, іншими озброєними формуваннями агресора та антидержавними незаконно утвореними озброєними формуваннями;

підтримання правового режиму воєнного стану.

У Конституції України визначено, що забезпечення державної безпеки і захист державного кордону України покладається на відповідні військові формування та правоохоронні органи держави, організація і порядок діяльності яких визначаються законом [17].

При цьому слід зазначити, що захист державного кордону України є невід'ємною частиною загальнодержавної системи забезпечення національної безпеки і полягає у скоординованій діяльності військових формувань та правоохоронних органів держави [18].

Державна прикордонна служба України є правоохоронним органом спеціального призначення і реалізує державну політику у сфері захисту державного кордону України [19].

Охорона державного кордону України є невід'ємною складовою загальнодержавної системи захисту державного кордону і полягає у здійсненні Державною прикордонною службою України на суші, морі, річках, озерах та інших водоймах, а також Збройними Силами України у повітряному та підводному просторі відповідно до наданих їм повноважень заходів з метою забезпечення недоторканності державного кордону України [18; 19].

Головні завдання правоохоронного органу спеціального призначення, які регламентовано законодавством України, Державна прикордонна служба України виконує шляхом реалізації функцій правоохоронного, спеціального й оборонного характеру.

До функцій оборонного характеру, які здійснює Державна прикордонна служба України, належать [19]:

ведення розвідувальної, інформаційно-аналітичної та оперативно-розшукової діяльності в інтересах забезпечення захисту державного кордону України згідно із законами України «Про розвідувальні органи України» [20] та «Про оперативно-розшукову діяльність» [21];

координація діяльності військових формувань і відповідних правоохоронних органів, пов'язаної із захистом державного кордону України.

Визначені функції оборонного характеру реалізуються шляхом:

припинення у взаємодії з відповідними правоохоронними органами збройних конфліктів та інших провокацій на державному кордоні України;

участі у взаємодії зі Збройними Силами України та іншими військовими формуваннями у відбитті вторгнення або нападу на територію України збройних сил іншої держави або групи держав;

участі у виконанні заходів територіальної оборони, а також заходів, спрямованих на додержання правового режиму воєнного і надзвичайного стану;

здійснення розвідувальної, інформаційно-аналітичної та оперативно-розшукової діяльності, а також здійснення контррозвідувальних заходів в інтересах забезпечення захисту державного кордону України;

використання засобів зв'язку центральних та місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, підприємств, установ та організацій усіх форм власності під час припинення збройних конфліктів та інших провокацій на державному кордоні

України, відбиття вторгнення на територію України збройних формувань, ліквідації диверсійно-розвідувальних груп [19].

Висновки й напрями подальших досліджень. Отже, в рамках забезпечення воєнної безпеки України роль Державної прикордонної служби України як суб'єкта її забезпечення полягає в забезпеченні недоторканності державного кордону та охорони суверенних прав України в її виключній (морській) економічній зоні [19].

Місце прикордонної інституції України у загальній системі воєнної безпеки держави визначається відповідно до завдань, які виконуватимуть органи Держприкордонслужби України за тих чи інших умов в особливий період, при виконанні завдань територіальної оборони та здійсненні заходів правового режиму воєнного стану.

У подальших наукових дослідженнях треба дослідити кожну із оборонних функцій Державної прикордонної служби України під призмою забезпечення воєнної безпеки в сучасних умовах.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Про основи національної безпеки України [Електронний ресурс] : Закон України від 19 червня 2003 р. № 964-IV. – Режим доступу : http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/964-15.

2. Литвин М. М. Інтегроване управління кордонами : підручник / М. М. Литвин. – Хмельницький : НАДПСУ. – 2011. – 496 с.

3. Литвин М. М. Сучасні загрози національній безпеці України на державному кордоні. Простір і час сучасної науки / М. М. Литвин / Матеріали п'ятої всеукраїнської науково-практичної конференції 20–23 липня 2009 року. Частина 2. – К. – С. 4–8.

4. Литвин М.М. Прикордонна безпека України: етапи становлення, проблеми і перспективи // Національна безпека: український вимір: щокв. наук. зб. / Рада нац. безпеки і оборони України, Ін-т пробл. нац. безпеки; редкол.: Горбулін В.П. (голов. ред.) [та ін.]. – К., – 2008. – вип. 1 – 2 (20 – 21). – С. 41 – 46.

5. Литвин М. М. Стратегія розвитку Державної прикордонної служби України / М. М. Литвин // Збірник наукових робіт. – № 39. – Частина ІІ. – Хмельницький : НАДПСУ. – 2007. – С. 33–38.

6. Серватюк В. М. Зміст та сутність нової моделі охорони кордону Державною прикордонною службою України / В. М. Серватюк // Прикордонник України (Спеціальний випуск), 2003. – С. 4.

7. Шишолін П. А. Інноваційні підходи до охорони державного кордону в сучасних умовах / П. А. Шишолін // Актуальні питання прикордонної безпеки. Сучасний стан та перспективи розвитку. – 2011. – № 2. – С. 16 – 22.

8. Шишолін П. А. Прикордонна безпека України: концептуальні засади / Шишолін П. А., Михеєнко М. М. // Науковий вісник Державної прикордонної служби. – 2002. – № 1. – С. 3–5.

9. Хруст Д. В. Пріоритетні напрямки удосконалення охорони державного кордону на сучасному етапі реформування Прикордонних військ у Державну прикордонну службу України / Д. В. Хруст // Науковий вісник Державної прикордонної служби. – 2003. – № 4. – С. 8–20.

10. Ліпкан В.А. Національна безпека України / В. А. Ліпкан. – К. : КНТ, 2009. – 576 с.

11. Про Воєнну доктрину України [Електронний ресурс] : Указ Президента України від 15 червня 2004 р. № 648/2004. – Режим доступу : http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/648/2004.

12. Про Стратегію національної безпеки України [Електронний ресурс] : Указ Президента України від 12 лютого 2007 р. № 105/2007. – Режим доступу: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/105/2007.

13. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 8 червня 2012 року «Про нову редакцію Стратегії національної безпеки України» [Електронний ресурс] : Указ Президента України від 8 червня 20012 р. № 389/2012. – Режим доступу: http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/389/2012/paran6#n6.

14. Про оборону України [Електронний ресурс] : Закон України від 06 грудня 1991 р. № 1932-XII. – Режим доступу : http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1932-12.

15. Про правовий режим воєнного стан [Електронний ресурс] : Закон України від 06 квітня 2000 р. № 1647-III. – Режим доступу : http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1647-14.

16. Конституція України [Електронний ресурс] : Закон України від 28 червня 1996 р. – Режим доступу : http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80.

17. Про державний кордон України [Електронний ресурс] : Закон України від 04 листопада 1991 р. № 1777-XII. – Режим доступу : http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1777-12.

18. Про Державну прикордонну службу України [Електронний ресурс] : Закон України від 03 квітня 2003 р. № 661-IV. – Режим доступу : http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/661-15.

19. Про розвідувальні органи України [Електронний ресурс] : Закон України від 22 березня 2001 р. № 2331-III. – Режим доступу : http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2331-14.

20. Про оперативно-розшукову діяльність [Електронний ресурс] : Закон України від 18 лютого 1992 р. № 2135-XII. – Режим доступу : http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/2135-12.

Рецензент: д.т.н., проф. Толубко В.Б.

УДК 355.02

к.т.н., доц. **Пампуха І.В.** (ВІКНУ)
Винярський Я.Я. (ДАПСУ)
Березовська Ю.В. (ВІКНУ)

МОДЕЛЬ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ВОЄННО-ПОЛІТИЧНОЇ ОБСТАНОВКИ З ТАКТИЧНИМИ СТРУКТУРНИМИ АЛЬТЕРНАТИВАМИ

Розробляється модель прийняття рішень щодо оцінювання рівня безпеки воєнно-політичної обстановки з тактичними структурними альтернативами. Отримана модель утворює найважливіший етап формалізації проблеми, що визначає структуру прийняття рішень, загальну постановку задачі і внутрішню мету управління.

Ключові слова: рівень безпеки, критерії, ризики, тактичні структурні альтернативи.

Разрабатывается модель принятия решений по оценке уровня безопасности военно-политической обстановки с тактическими структурными альтернативами. Полученная модель образует важнейший этап формализации проблемы, которая определяет структуру принятия решений, общую постановку задачи и внутреннюю цель управления.

Ключевые слова: уровень безопасности, критерии, риски, тактические структурные альтернативы.

The model of decision-making according to level of safety of military-political conditions with tactical structural alternatives is developed. The received model forms the major stage of formalisation of problem which defines decision-making structure, the general statement of problem and the internal purpose of management.

Keywords: safety level, criteria, risks, tactical structural alternatives.

Вступ. Воєнно-політична обстановка представляє собою сукупність відповідних конкретно-історичних воєнно-політичних відносин, основні тенденції розвитку яких визначаються співвідношенням сил суб'єктів воєнної політики [2, 5, 6, 10].

Забезпечення безпеки є складною політичною, економічною, соціально-економічною, науковою, науково-технічною проблемою, яка для свого розв'язання потребує не тільки кількісних характеристик імовірних загроз, а й розробки відповідної методологічної бази, яка б включала соціально-економічні закони й закони, що керували б суспільством в умовах існування цих загроз. Тобто забезпечення безпеки стало частиною загального процесу, який би визначав тактику й стратегію розвитку суспільства [2, 5].

Для вирішення добре структурованих кількісно висловлюваних проблем використовується відома методологія дослідження операцій, яка полягає в побудові адекватної математичної моделі (наприклад, задачі лінійного, нелінійного, динамічного програмування, задачі теорії масового обслуговування, теорії ігор та ін.) та застосуванні методів для відшукання оптимальної стратегії управління цілеспрямованими діями.

Для вирішення слабо структурованих проблем використовується методологія системного аналізу, системи підтримки прийняття рішень [4, 5, 6].

Процедура прийняття рішень згідно з [1, 8, 9] включає такі основні етапи:

формулювання проблемної ситуації;
визначення цілей;
визначення критеріїв досягнення цілей;
побудова моделей для обґрунтування рішень;
пошук оптимального (допустимого) варіанту рішення;
узгодження рішень;
підготовка рішень до реалізації;
затвердження рішень;
керування ходом реалізації рішень;
перевірка ефективності рішень.

Основна частина. Аксіоматика ***A*** мінімального класу систем постулює, що структура об'єкта інтересів не фіксована і суб'єкт може її вибирати. Тому постулати прийняття рішень припускають завдання множини ***G*** альтернативних варіантів структури, що називають структурними альтернативами. При цьому постулати передбачають два допустимих способи вибору структурних альтернатив. Один передбачає послідовний їх вибір на кожному кроці прийняття рішень. У такому випадку структурні альтернативи називаються тактичними. Інший спосіб передбачає, що обрана структурна альтернатива повинна залишатися постійною на заданому горизонті часу. У цьому випадку структурні альтернативи називаються стратегічними. Очевидно, що моделі прийняття рішень будуть розрізнятися залежно від використовуваного способу вибору структурних альтернатив [1, 3, 7, 8].

У цій статті розробляється модель прийняття рішень щодо оцінювання рівня безпеки воєнно-політичної обстановки з тактичними структурними альтернативами.

Будемо будувати модель прийняття рішень щодо оцінювання рівня безпеки воєнно-політичної обстановки з тактичними структурними альтернативами при наступних простих припущеннях відносно базової інформаційної структури ***I***.

1. Усі множини в базовій інформаційній структурі ***I*** кінцеві. При цьому множина станів ***S*** впорядкована та задовольняє умові $|S| > |X|$.

2. Структурні альтернативи є тактичними.

3. Горизонт існування інтересів не обмежений.

Постулати прийняття рішень передбачають існування трьох множин альтернатив: керуючих *Y*, структурних *G* і діагностики *X*. Принцип розщеплення інтересів пропонує виділення трьох віртуальних сторін, зацікавлених у виборі відповідних альтернатив. Однак в концепції ситуаційного управління було обумовлено, що альтернативами остаточного вибору повинні бути не елементи відповідних множин, а правила, за якими здійснюється вибір з цих множин. Такі правила будемо називати стратегіями. При їх формальному визначенні будемо виходити з таких міркувань.

Згідно з постулатами прийняття рішень щодо оцінювання рівня безпеки воєнно-політичної обстановки керуючі альтернативи вибираються в кожен момент часу $n = 1, 2, \ldots$ із множини Y в залежності від ситуацій $x \in X$. При цьому існують обмеження $Y_x \subseteq Y$ на допустимість вибору альтернатив у залежності від ситуації $x \in X$. Інші обмеження та вимоги при виборі керуючих альтернатив не передбачаються. Звідси випливає, що стратегія управління повинна визначатися незалежно від станів.

Ситуації ж недоступні безпосередньому спостереженню і потребують діагностики, яка зводиться до вибору ситуації в залежності від стану. При цьому існують і задані обмеження $X_S \subset X$ на допустимість ситуацій в якості альтернатив діагностики в залежності від станів $s \in S$. Інші обмеження та вимоги при виборі альтернатив діагностики не передбачаються. Звідси випливає, що стратегія діагностики повинна визначатися незалежно від вибору керуючих альтернатив.

Виходячи з цих умов, введемо наступні визначення стратегій.

Однозначне відображення $\pi : X \to Y$ таке, що $\pi(x) \in Y_x$, $x \in X$, називається вирішальною функцією управління; упорядкований набір $(\pi_n, \ldots, \pi_1) \equiv \pi_1^n$ – стратегією управління на горизонті довжини $n < \infty$; послідовність $\{\pi_1^n, n = 1, 2, \ldots\}$ – стратегією управління на необмеженому горизонті. Стратегія $\left\{ \pi^n = \underbrace{(\pi, \ldots, \pi)}_{n}, n = 1, 2, \ldots \right\} \equiv \{\pi, \pi, \ldots\} \equiv$ $\equiv \pi^\infty$ стаціонарна.

Однозначне монотонне відображення $\delta : S \to X$ таке, що $\delta(s) \in X_s$, $s \in S$, називається вирішальною функцією діагностики; упорядкований набір $(\delta_n, \ldots, \delta_1) \equiv \delta_1^n$ – стратегією діагностики на горизонті прийняття рішень щодо оцінювання рівня безпеки воєнно-

політичної обстановки довжини $n<\infty$; послідовність $\left\{\delta_1^n, n=1, 2, \ldots\right\}$ – стратегією діагностики на необмеженому горизонті. Стратегія вигляду $\left\{\delta^n = \underbrace{(\delta, \ldots, \delta)}_{n}, n=1, 2, \ldots\right\} \equiv$ $\equiv \{\delta, \ldots, \delta\} \equiv \delta^\infty$ стаціонарна.

Вимога монотонності відображення $\delta: S \to X$ тут визначається наступними міркуваннями. Оскільки множини S і X задовольняють умові $|S| > |X|$, то однозначне відображення $\delta: S \to X$ породжує розбиття множини S на підмножини

$$\delta^{-1}(x) = \bigcup\{s \in S : \delta(s) = x\} \subset S,\ x \in X.$$

Так як при цьому множина S впорядкована, то такі підмножини будуть упорядковані у відповідності з упорядкуванням елементів множини S. У цьому розумінні відображення $\delta: S \to X$ є монотонним. При цьому можна говорити, що підмножини $\delta^{-1}(x) \subset S$, $x \in X$, є зв'язними множинами. У такому випадку будь-який елемент $s \in \delta^{-1}(x)$ однозначно визначає відповідну ситуацію $x \in X$. У цих умовах можна говорити, що підмножини $\delta^{-1}(x) \subset S$, $x \in X$, утворюють класи еквівалентних станів. З урахуванням цих властивостей правило діагностики однозначно визначене.

Згідно з постулатами прийняття рішень щодо оцінювання рівня безпеки воєнно-політичної обстановки структурні альтернативи вибираються незалежно від станів і ситуацій. Тому для вибору структурної альтернативи не потрібно задавати правило вибору у вигляді деякої функції від стану або ситуації, а достатньо обмежитися вказівкою потрібного елемента з множини G. Оскільки при цьому структурні альтернативи є тактичними, то стратегію структурного вибору визначимо наступним способом.

Вибрана в момент n структурна альтернатива $\tau_n \in G$ є структурним вибором на n-ому кроці прийняття рішень щодо оцінювання рівня безпеки воєнно-політичної обстановки; упорядкований набір $(\tau_n, \ldots, \tau_1) \equiv \tau_1^n$ – стратегією структурного вибору на горизонті прийняття рішень щодо оцінювання рівня безпеки воєнно-політичної обстановки довжини $n<\infty$; послідовність $\left\{\tau_1^n, n=1, 2, \ldots\right\}$ – стратегією структурного вибору на необмеженому горизонті. Стратегія структурного вибору вигляду $\left\{\tau^n = \underbrace{(\tau, \ldots, \tau)}_{n}, n=1, 2, \ldots\right\} \equiv \{\tau, \ldots, \tau\} \equiv \tau^\infty$ стаціонарна.

Введені таким способом стратегії є альтернативами вибору відповідних віртуальних зацікавлених сторін, що виділяються у відповідності з принципом розщеплення інтересів.

Згідно з концепцією ситуаційного управління якість стратегії управління описується критерієм, що має сенс очікуваної корисності (забезпечення рівня безпеки нижче заданого), а якість стратегії діагностики – критерієм ризику. При цьому критерії деяким способом взаємно залежні. Однак оскільки згідно аксіоматики ***A*** мета управління не задана, то потрібні критерії в явному вигляді також не задані. Тоді залишається деяким способом визначити їх структуру і наявний вигляд.

Зауважимо, що згідно з введеними вище визначеннями стратегія управління ніяк не залежить від стратегії діагностики [3, 5]. Тому і її якість не може залежати від стратегії діагностики. Однак оскільки критерій якості стратегії управління має сенс очікуваної корисності, то в його структурі використовується функція корисності $w^g(Y \times S \times X)$, яка залежить від структурної альтернативи $g \in G$ як від параметра. У такому випадку критерій очікуваної корисності буде залежати також від стратегії структурного вибору τ_1^n, але як від заданої умови. З урахуванням цього критерій очікуваної корисності позначимо $\varphi_n\left(\pi_1^n \middle| \tau_1^n\right)$.

Оскільки процес управління починається з деякої ситуації $x \in X$, то такий критерій $\varphi_n\left(\pi_1^n \middle| \tau_1^n\right)$ буде залежати також і від ситуації $x \in X$ як від початкової умови. Так як при цьому множина ситуацій X скінченна, то необхідний критерій $\varphi_n\left(\pi_1^n \middle| \tau_1^n\right)$ буде остаточно представлятися вектором у просторі $\boldsymbol{R}^X$ розмірності $|X|$. Його компоненти будемо записувати у вигляді $\varphi_n\left(\pi_1^n \middle| \tau_1^n\right)(x)$, $x \in X$.

Згідно з постулатами прийняття рішень структурна альтернатива повинна вибиратися незалежно від станів і ситуацій. При цьому базова інформаційна структура $\boldsymbol{I}$ не містить спеціального носія апріорної інформації про переваги на структурних альтернативах. Але, як зазначалося, функція корисності $w^g(Y \times S \times X)$ залежить від структурної альтернативи $g \in G$. У такому випадку якість стратегії структурного вибору τ_1^n природно описувати у вигляді критерію, що має сенс "очікуваної корисності". Оскільки ж структурні альтернативи вибираються незалежно від ситуацій, то і критерій якості структурного вибору не може залежати від ситуації як від початкової умови. З урахуванням цього якість стратегії τ_1^n природно описувати згорткою вектора очікуваної корисності $\varphi_n\left(\pi_1^n \middle| \tau_1^n\right) \in \boldsymbol{R}^X$ в деякий функціонал $\mu : \boldsymbol{R}^X \to \boldsymbol{R}^1$. Тоді критерій якості стратегії τ_1^n можна записати у вигляді

$$\mu_n\left(\tau_1^n \middle| \pi_1^n\right) = \mu\left(\varphi_n\left(\pi_1^n \middle| \tau_1^n\right)\right) \in \boldsymbol{R}^1.$$

Згідно з концепцією ситуаційного управління якість стратегії діагностики описується критерієм, що має сенс ризику [2, 4].

Ситуації, будучи якісними характеристиками, недоступні безпосередньому спостереженню і потребують діагностики. При цьому зміст діагностики зводиться до вибору ситуації в залежності від стану, який є випадковим. Для вибору ситуації в якості альтернатив діагностики потрібен певний критерій. Сенс такого критерію є концепцією ситуаційного управління пов'язаної з "втратами корисності", які будуть виникати при будь-яких рішеннях, відмінних від тих, на яких досягається максимальна корисність. Але в силу випадковості станів вказати апріорі варіант вибору ситуації, при якому досягається необхідна максимальна корисність, не представляється можливим. Тому для опису якості діагностики природно використовувати математичне очікування втрат корисності. З урахуванням цього необхідний критерій природно називати критерієм "ризику очікуваних втрат" або просто – критерієм "ризику" [2]. При цьому ризик втрат очевидним чином буде залежати від стратегій управління π_1^n структурного вибору τ_1^n як від заданих умов. З урахуванням цього критерій "ризику" позначимо $\psi_n\left(\delta_1^n \middle| \pi_1^n, \tau_1^n\right)$. Оскільки процес діагностики починається з деякого стану $s \in S$, то критерій ризику залежатиме від стану $s \in S$, що задається в якості початкової умови. Так як при цьому множина станів S скінченна, то критерій ризику буде представлятися вектором $\psi_n\left(\delta_1^n \middle| \pi_1^n, \tau_1^n\right)$ у просторі $\boldsymbol{R}^S$ розмірності $|S|$.

Таким чином, в умовах базової інформаційної структури $\boldsymbol{I}$ якість стратегій управління та структурного вибору має описуватися відповідно критеріями $\varphi_n\left(\pi_1^n \middle| \tau_1^n\right) \in \boldsymbol{R}^X$ і $\mu_n\left(\tau_1^n \middle| \pi_1^n\right) \in \boldsymbol{R}^1$, що мають сенс очікуваної корисності, а якість стратегії діагностики – критерієм $\psi_n\left(\delta_1^n \middle| \pi_1^n, \tau_1^n\right) \in \boldsymbol{R}^S$, що має сенс ризику (втрат корисності).

Необхідні критерії введені у відповідності з концепцією ситуаційного управління і принципом розщеплення інтересів. Однак носії апріорної інформації, які містяться в базовій структурі $\boldsymbol{I}$, на початковому етапі не орієнтовані на опис якості альтернатив відповідних віртуальних зацікавлених сторін, що виділяються у відповідності з принципом розщеплення інтересів. Тоді залишається скористатися принципом структурних перетворень, який постулює перетворення заданої структури $\boldsymbol{I}$ в набори носіїв інформації, що дозволяють

будувати потрібні критерії забезпечення заданого рівня безпеки.

Якщо існує структурне перетворення базової структури в інформаційну структуру, умови якої забезпечують можливість побудови критерію очікуваної корисності $\varphi_n\left(\pi_1^n\middle|\tau_1^n\right)$, то таке перетворення будемо називати "перетворенням корисності" і позначати U, а інформаційну структуру, що індуктується будемо позначати $\boldsymbol{U}$ і називати "інформаційною структурою корисності". З урахуванням цього можна записувати $\boldsymbol{U}=U(\boldsymbol{I})$.

Аналогічним чином, якщо існує структурне перетворення базової структури $\boldsymbol{I}$ в деяку інформаційну структуру, умови якої забезпечують можливість побудови критерію ризику $\psi_n\left(\delta_1^n\middle|\pi_1^n,\,\tau_1^n\right)$, то таке перетворення будемо називати "перетворенням ризику" і позначати R, а інформаційну структуру, що індуктується будемо позначати $\boldsymbol{R}$ і називати "інформаційною структурою ризику". З урахуванням цього будемо записувати $\boldsymbol{R}=R(\boldsymbol{I})$.

Нагадаємо, що принцип структурних перетворень вказує також вимоги до структурних перетворень. Вони зводяться до вимоги, щоб інформаційні структури, що індуктуються мали структуру типу "простих" структур $\boldsymbol{BG}$ або $\boldsymbol{B}$. Однак оскільки ситуації є суб'єктивними якісними характеристиками, недоступними безпосередньому спостереженню, то перетворення перехідної функції $q^g\left(S\middle|S\times Y\right)$ з $S\times Y$ в S, заданої в базовій структурі $\boldsymbol{I}$, в перехідну функцію $Q^g\left(X\middle|X\times Y\right)$ з $X\times Y$ в X, необхідну "простій" структурі $\boldsymbol{BG}$, не може бути виконано в апріорному режимі, тобто до вибору керуючих рішень. З іншого боку, якщо задана стратегія діагностики δ_1^n, то потрібна перехідна функція може бути побудована. Але завдання стратегії діагностики δ_1^n припускає її попередній вибір, який може здійснюватися або разом з вибором стратегій управління π_1^n структурного вибору τ_1^n або за умови, що такі стратегії задані. У будь-якому випадку це означає, що перетворення заданої перехідної функції $q^g\left(S\middle|S\times Y\right)$ в перехідну функцію $Q^g\left(X\middle|X\times Y\right)$ можливо лише в апостеріорному режимі в залежності від використовуваних стратегій $\left(\pi_1^n,\,\tau_1^n,\,\delta_1^n\right)$. З урахуванням цього приходимо до висновку, що для побудови критерію очікуваної корисності $\varphi_n\left(\pi_1^n\middle|\tau_1^n\right)$ необхідно послідовне формування інформаційних структур "корисності" в залежності від використовуваних стратегій. Цю умову будемо записувати у вигляді $\boldsymbol{U}_n=U\left(\pi_1^n,\,\tau_1^n,\,\delta_1^n\right)(\boldsymbol{I})$, $n=1,\,2,\,\ldots$.

Оскільки ця умова є необхідною для формування критерію очікуваної корисності, то воно повинно вказуватися кожного разу при його використанні. З урахуванням цього критерій $\varphi_n\left(\pi_1^n\middle|\tau_1^n\right)$ будемо остаточно записувати у вигляді

$$\begin{cases}\varphi_n\left(\pi_1^n\middle|\tau_1^n\right),\\ \boldsymbol{U}_n=U\left(\pi_1^n,\,\tau_1^n,\,\delta_1^n\right)(\boldsymbol{I}).\end{cases}$$

Критерій очікуваної корисності $\varphi_n\left(\pi_1^n\middle|\tau_1^n\right)$ не залежить від стратегії діагностики. Однак, оскільки інформаційні структури "корисності" $\boldsymbol{U}_n=U\left(\pi_1^n,\,\tau_1^n,\,\delta_1^n\right)(\boldsymbol{I})$, що індуктуються в умовах яких повинен будуватися критерій $\varphi_n\left(\pi_1^n\middle|\tau_1^n\right)$, залежать від стратегії діагностики δ_1^n, то критерій $\varphi_n\left(\pi_1^n\middle|\tau_1^n\right)$ також залежить від стратегії діагностики δ_1^n, але неявно. Така неявна залежність враховується введенням спільних позначень критерію φ_n і індукованої структури $\boldsymbol{U}_n$. При необхідності явної вказівки на таку неявну залежність будемо використовувати позначення вигляду $\varphi_n\left(\pi_1^n\middle|\tau_1^n,\,\delta_1^n\right)$.

Критерій $\mu_n\left(\tau_1^n\middle|\pi_1^n\right)\in\boldsymbol{R}^1$ якості структурного вибору визначається згорткою критерію

$\varphi_n\left(\pi_1^n \middle| \tau_1^n\right) \in \boldsymbol{R}^X$. Тоді обидва критерії природно записувати спільно із зазначенням загальних умов, в яких вони повинні формуватися, тобто у вигляді

$$\begin{cases} \varphi_n\left(\pi_1^n \middle| \tau_1^n\right), \\ \mu_n\left(\tau_1^n \middle| \pi_1^n\right), \\ \boldsymbol{U}_n = U\left(\pi_1^n, \tau_1^n, \delta_1^n\right)(\boldsymbol{I}). \end{cases}$$

Надалі необхідно здійснити обґрунтування умови та можливості побудови критерію ризику безпеки $\psi_n\left(\delta_1^n \middle| \pi_1^n, \tau_1^n\right) \in \boldsymbol{R}^S$, які описують якість стратегії діагностики рівня безпеки воєнно-політичної обстановки δ_1^n.

Критерій ризику $\psi_n\left(\delta_1^n \middle| \pi_1^n, \tau_1^n\right) \in \boldsymbol{R}^S$ має сенс математичного очікування "втрат корисності". Для його побудови потрібно використання деякої функції, яка мала б сенс "втрат корисності". Однак базова інформаційна структура $\boldsymbol{I}$ не містить функції, яка мала б необхідний сенс. Тоді залишається деяким способом перетворити задану в базовій структурі $\boldsymbol{I}$ функцію корисності $w^g\left(S \times X \times Y\right)$ в функцію втрат корисності. Необхідне перетворення функції корисності в функцію втрат корисності існує і може виконуватися в апріорному режимі (тобто до вибору рішень). При цьому одержувана за результатами такого перетворення функція втрат корисності залежить від змінної стану $s \in S$, яка є випадковою.

Оскільки "втрати корисності" виникають при діагностиці і такі втрати випадкові, то для опису якості стратегії діагностики природно використовувати математичне очікування втрат корисності. Як зазначалося, таке математичне очікування називається "ризиком".

Необхідне математичне очікування визначається відносно ймовірнісної міри, яка може бути побудована, якщо задана перехідна функція $q^g\left(S \middle| S \times Y\right)$ з $S \times Y$ в S. Оскільки така ж перехідна функція $q^g\left(S \middle| S \times Y\right)$ однозначно задана в базовій інформаційній структурі $\boldsymbol{I}$, то вона не вимагає додаткових перетворень.

Таким чином, для побудови критерію ризику необхідно перетворення функції корисності в функцію втрат корисності, яке може виконуватися в апріорному режимі. Оскільки для подальшої побудови критерію ризику не потрібні додаткові перетворення перехідної функції $q^g\left(S \middle| S \times Y\right)$, то побудова функції "втрат корисності" вичерпує необхідне структурне перетворення. Раніше таке перетворення ми домовилися називати структурним перетворенням "ризику" і позначати R, а індуковану їм інформаційну структуру називати інформаційною структурою "ризику" і позначати $\boldsymbol{R} = R(\boldsymbol{I})$. З урахуванням цих міркувань критерій ризику безпеки остаточно запишемо у вигляді

$$\begin{cases} \psi_n\left(\delta_1^n \middle| \pi_1^n, \tau_1^n\right), \\ \boldsymbol{R} = R(\boldsymbol{I}). \end{cases}$$

Із введених визначень і побудов випливає, що критерії якості стратегій різні і взаємозалежні. Тоді згідно концепції ситуаційного управління і принципам розщеплення інтересів і рівноважних рішень проблема вибору має ігровий зміст і зводиться до відшукання стійкого компромісу між прагненням до максимізації очікуваної корисності та мінімізації ризику очікуваних втрат корисності. Такий компроміс називається рівновагою.

Зауважимо, що оскільки інформаційна структура "корисності" $\boldsymbol{U}_n = U\left(\pi_1^n, \tau_1^n, \delta_1^n\right)(\boldsymbol{I})$, в умовах якої будується критерій очікуваної корисності, повинна формуватися послідовно в залежності від стратегій, що використовуються, то шукані рівноваги будуть взаємозалежні не тільки на кожному кроці $n = 1, 2, \ldots$ прийняття рішень, але вони будуть залежати також і від рішень, які обираються на попередніх кроках. З урахуванням цього рівноваги природно називати динамічними.

Для формального визначення введемо наступні конструкції.

Визначимо нерівності у векторному просторі $\boldsymbol{R}^X$ умовами:

$$u \geq v \Leftrightarrow u(x) \geq v(x) \forall x \in X;\ u > v \Leftrightarrow (u \geq v) \wedge (u \neq v).$$

Аналогічним чином у просторі $\boldsymbol{R}^S$ визначимо нерівності умовами:

$$a \leq b \Leftrightarrow a(s) \leq b(s) \forall s \in S;\ a < b \Leftrightarrow (a \leq b) \wedge (a \neq b).$$

Використання тут різних знаків нерівностей пояснюється відмінностями в змістовному сенсі понять “корисності” і “ризику”.

Трійка стратегій $\left\{ \overset{\circ}{\pi}{}_1^n,\ \overset{\circ}{\tau}{}_1^n,\ \overset{\circ}{\delta}{}_1^n \right\}$, що задовольняє умовам

$$\begin{cases} \varphi_n\left(\overset{\circ}{\pi}{}_1^n \middle| \overset{\circ}{\tau}{}_1^n \right) \geq \phi_n\left(\pi_1^n \middle| \overset{\circ}{\tau}{}_1^n \right) \forall \pi_1^n, & n = 1, 2, \ldots; \\ \mu_n\left(\overset{\circ}{\tau}{}_1^n \middle| \overset{\circ}{\pi}{}_1^n \right) \geq \mu_n\left(\tau_1^n \middle| \overset{\circ}{\pi}{}_1^n \right) \forall \tau_1^n, & n = 1, 2, \ldots; \\ U_n = U\left(\overset{\circ}{\pi}{}_1^n,\ \overset{\circ}{\tau}{}_1^n,\ \overset{\circ}{\delta}{}_1^n \right)(\boldsymbol{I}), & n = 1, 2, \ldots; \\ \begin{cases} \psi_n\left(\overset{\circ}{\delta}{}_1^n \middle| \overset{\circ}{\pi}{}_1^n,\ \overset{\circ}{\tau}{}_1^n \right) \leq \psi_n\left(\delta_1^n \middle| \overset{\circ}{\pi}{}_1^n,\ \overset{\circ}{\tau}{}_1^n \right) \forall \delta_1^n, & n = 1, 2, \ldots; \\ \boldsymbol{R} = R(\boldsymbol{I}). \end{cases} \end{cases}$$

називається динамічними рівновагами.

Горизонт часу не обмежений, тоді динамічні рівноваги повинні мати сенс, у тому числі при $n \to \infty$. Для цього природно вимагати виконання наступних додаткових умов:

1) при $n \to \infty$ критерії якості стратегій повинні прагнути до деяких границь;

2) такі границі не повинні залежати від початкових умов.

Критерії якості стаціонарних стратегій π^n, τ^n, δ^n задовольняють наступним властивостям:

1) існують границі

$$\begin{cases} \begin{cases} \lim\limits_{n\to\infty} \varphi_n\left(\pi^n \middle| \tau^n \right)(x) = \varphi\left(\pi^\infty \middle| \tau^\infty \right); \\ \lim\limits_{n\to\infty} \mu_n\left(\tau^n \middle| \pi^n \right) = \mu\left(\tau^\infty \middle| \pi^\infty \right); \\ \lim\limits_{n\to\infty} U\left(\pi^n,\ \tau^n,\ \delta^n \right)(\boldsymbol{I}) = U\left(\pi^\infty,\ \tau^\infty,\ \delta^\infty \right); \end{cases} \\ \begin{cases} \lim\limits_{n\to\infty} \psi_n\left(\delta^n \middle| \pi^n,\ \tau^n \right)(s) = \psi\left(\delta^\infty \middle| \pi^n,\ \tau^\infty \right); \\ \boldsymbol{R} = R(\boldsymbol{I}). \end{cases} \end{cases} \qquad (1)$$

2) границі $\lim\limits_{n\to\infty} \varphi_n\left(\pi^n \middle| \tau^n \right)(x) = \varphi\left(\pi^\infty \middle| \tau^\infty \right)$ і $\lim\limits_{n\to\infty} \psi_n\left(\delta^n \middle| \pi^n,\ \tau^n \right)(s) = \psi\left(\delta^\infty \middle| \pi^n,\ \tau^\infty \right)$ не залежать від початкових умов, $x \in X$ і $s \in S$.

Трійка стаціонарних стратегій $\left(\overset{\circ}{\pi}{}^\infty,\ \overset{\circ}{\tau}{}^\infty,\ \overset{\circ}{\delta}{}^\infty \right)$ називається стаціонарними рівновагами, якщо для неї існують границі (1), що задовольняють умовам:

$$\begin{cases} \begin{cases} \varphi\left(\overset{\circ}{\pi}^{\infty}\middle|\overset{\circ}{\tau}^{\infty}\right) \geq \varphi\left(\pi^{\infty}\middle|\overset{\circ}{\tau}^{\infty}\right)\forall\pi^{\infty}; \\ \mu\left(\overset{\circ}{\tau}^{\infty}\middle|\overset{\circ}{\pi}^{\infty}\right) \geq \mu\left(\tau^{\infty}\middle|\overset{\circ}{\pi}^{\infty}\right)\forall\tau^{\infty}; \\ \boldsymbol{U} = U\left(\overset{\circ}{\pi}^{\infty}, \overset{\circ}{\tau}^{\infty}, \overset{\circ}{\delta}^{\infty}\right)(\boldsymbol{I}); \end{cases} \\ \begin{cases} \psi\left(\overset{\circ}{\delta}^{\infty}\middle|\overset{\circ}{\pi}^{\infty}, \overset{\circ}{\tau}^{\infty}\right) \geq \psi_n\left(\delta^{\infty}\middle|\overset{\circ}{\pi}^{\infty}, \overset{\circ}{\tau}^{\infty}\right)\forall\delta^{\infty}; \\ \boldsymbol{R} = R(\boldsymbol{I}). \end{cases} \end{cases}$$

Нехай $\left(\overset{\circ}{\pi}^{\infty}, \overset{\circ}{\tau}^{\infty}, \overset{\circ}{\delta}^{\infty}\right)$ – стаціонарні рівноваги. Динамічні рівноваги $\left\{\overset{\circ}{\pi}{}_1^n, \overset{\circ}{\tau}{}_1^n, \overset{\circ}{\delta}{}_1^n\right\}$ асимптотично стаціонарні, якщо існують границі

$$\begin{cases} \begin{cases} \lim\limits_{n\to\infty} \varphi_n\left(\overset{\circ}{\pi}{}_1^n\middle|\overset{\circ}{\tau}{}_1^n\right)(x) = \varphi\left(\overset{\circ}{\pi}^{\infty}\middle|\overset{\circ}{\tau}^{\infty}\right); \\ \lim\limits_{n\to\infty} \mu_n\left(\overset{\circ}{\tau}{}_1^n\middle|\overset{\circ}{\pi}{}_1^n\right) = \mu\left(\overset{\circ}{\tau}^{\infty}\middle|\overset{\circ}{\pi}^{\infty}\right); \\ \lim\limits_{n\to\infty} U\left(\overset{\circ}{\pi}{}_1^n, \overset{\circ}{\tau}{}_1^n, \overset{\circ}{\delta}{}_1^n\right)(\boldsymbol{I}) = U\left(\overset{\circ}{\pi}^{\infty}, \overset{\circ}{\tau}^{\infty}, \overset{\circ}{\delta}^{\infty}\right); \end{cases} \\ \begin{cases} \lim\limits_{n\to\infty} \psi_n\left(\overset{\circ}{\delta}{}_1^n\middle|\overset{\circ}{\pi}{}_1^n, \overset{\circ}{\tau}{}_1^n\right)(s) = \psi\left(\overset{\circ}{\delta}^{\infty}\middle|\overset{\circ}{\pi}^{\infty}, \overset{\circ}{\tau}^{\infty}\right); \\ \boldsymbol{R} = R(\boldsymbol{I}). \end{cases} \end{cases}$$

В умовах введених припущень і виконаних побудов зміст проблеми управління набуває природного і прозорого значення. Він полягає у знаходженні компромісу між прагненням до досягнення максимальної очікуваної корисності та мінімального ризику з урахуванням їх взаємної залежності. Оскільки такий компроміс повинен будуватися в умовах корпоративних інтересів, то згідно з принципом рівноважних рішень він повинен бути “не покращуємим” одночасно по всіх компонентах інтересів.

При використанні такого компромісу можна стверджувати, що інтереси суб’єкта реалізуються з “найкращим результатом”. Якщо при цьому динамічні рівноваги задовольняють вимогам асимптотичної стаціонарності, то можна також стверджувати, що інтереси суб’єкта реалізуються з “найкращим результатом” на всьому нескінченному горизонті, у тому числі при $n \to \infty$. Звідси випливає, що динамічні рівноваги визначають значення і спосіб реалізації інтересів з “найкращим результатом”. З урахуванням цього динамічні рівноваги природним чином визначають внутрішню мету управління, яку сформулюємо наступним чином: внутрішня мета полягає в управлінні процесом реалізації інтересів з “найкращим результатом”, змістовний сенс якого полягає в побудові стійкого, не поліпшуваного компромісу між прагненням до досягнення максимальної очікуваної корисності та мінімального ризику. Таке формальне значення описується конструкціями динамічних рівноваг, що утворюють “корпоративно стійкий компроміс”.

У сукупності введені припущення і виконані побудови, що визначають динамічні рівноваги, утворюють модель прийняття “найкращих” керуючих рішень, мотивованих інтересами, в умовах інформаційної структури $\boldsymbol{I}$ з тактичними структурними альтернативами. Таку модель будемо називати моделлю динамічних рівноваг і позначати ***DRI***.

Висновок. Отримана модель прийняття рішень щодо оцінювання рівня безпеки воєнно-політичної обстановки з тактичними структурними альтернативами утворює найважливіший етап формалізації проблеми, що визначає структуру прийняття рішень, загальну постановку задачі і внутрішню мету управління. Однак оскільки згідно аксіоматики ***A*** мінімального класу систем мета управління на початковому етапі щодо забезпечення рівня безпеки не нижче заданого слабо структуризована і наявність неповної інформації, то для використовуваних в моделі критеріїв φ_n, μ_n і ψ_n вказуються лише їх загальний змістовний сенс, але в явному вигляді вони не визначаються. Тоді дана модель буде носити "абстрактний" характер.

Очевидно, що для завершення формалізації постановки задачі забезпечення рівня безпеки нижче заданого проблеми потребує конкретизації вибору критеріїв.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Волкова, В.Н. Из истории теории систем и системного анализа / В.Н. Волкова. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2001 (2004). – 260 с.

2. Качинський, А.Б. Безпека загрози і ризик: наукові концепції та математичні методи / А.Б. Качинський. – К.: Поліграфконсалтинг, 2004. – 472 с.

3. Баранов, В.В. Процессы принятия управляющих решений, мотивированных интересами / В.В. Баранов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 296 с.

4. Антонов, А.В. Системный анализ: учеб. для вузов / А.В. Антонов. – М.: Высш. Школа, 2004. – 454 с.

5. Теоретико-методологічні засади забезпечення національної безпеки держави у її визначальних сферах: монографія / В.Ю. Богданович, А.І. Семенченко, Ю.В. Єгоров, О.О. Бортник, В.А. Муха. – К.: Кий, 2007. – 370 с.

6. Вплив глобальних політичних, енергоресурс них та екологічних змін на воєнну безпеку держави: монографія / В.В. Зубарєв, О.П. Кутовий, О.О. Свергунов, С.М. Химченко. – К.: Інтертехнологія, 2009. – 256 с.

7. Блюмин, С.Л. Модели и методы принятия решений в условиях неопределенности / С.Л. Блюмин, И.А. Шуйкова. – Липецк: ЛЭГИ, 2001. – 138 с.

8. Бодров, В.И. Математические методы принятия решений: Учеб. пособие. / В.И. Бодров, Т.Я. Лазарева, Ю.Ф. Мартемьянов. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. тех. ун-та, 2004. – 124 с.

9. Балаганский, И.А. Прикладной системный анализ. Учебн. пособие. / И.А. Балаганский. – Новосибирск: Новосиб. гос. техн. универс., 2000. – 51 с.

10. Воєнно-політична обстановка: сутність і методологічні засади її оцінки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://i-bictashev.narod2.ru/osnovi_vono_poltolog/vonno-poltichna_obstanovka_sutnst__metodologchn_zasadi__otsnki/

Рецензент: д.т.н., проф. Толубко В.Б.

УДК 532.5

к.т.н., доц. **Терещенко А.М.** (НУОУ)
Дачковський В.О. (НУОУ)
к.т.н. **Яльницький О.Д.** (НУОУ)
Ряба Л.О. (ВІКНУ)

ШЛЯХИ СТВОРЕННЯ ВИБУХОВОЇ МЕРЕЖІ НА ЯКУ НЕ ВПЛИВАЄ ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ЕНЕРГІЯ

У статті розглядаються можливі напрямки створення оптоелектронної системи управління детонатором, яка нечутлива до електромагнітного впливу. Дані системи дозволять підвищити безпеку роботи та запобігти виходу з ладу, передчасному спрацюванню електровибухових мереж, та систем управління керованими мінними полями.

Ключові слова: електровибухові мережі, керовані мінні поля, оптоелектронні системи ініціювання заряду вибухової речовини, захист від електромагнітного впливу.

В статье рассматриваются возможные направления создания оптоэлектронной системы управления детонатором, какая нечувствительная к электромагнитному влиянию. Данные системы позволят повысить безопасность работы и предотвратить выход из строя, преждевременному срабатыванию электровзрывных сетей, и систем управления управляемыми минными полями.

Ключевые слова: электровзрывные сети, управляемые минные поля, оптоэлектронные системы инициирующего заряда взрывчатого вещества, защита, от электромагнитного влияния.

Possible directions of creation of optronic control system by a detonator are examined in the article, what insensitive to electromagnetic influence. These systems will allow to promote safety of work and prevent death, premature to the wearing-out of electro-explosive networks, and control system by the guided minefields.

Keywords: electro-explosive networks, guided minefields, optronic systems of initiator of charge of explosive, defence, are from electromagnetic influence.

Вступ. В останній час дослідженням питань захисту електровибухових мереж (ЕВМ) та керованих мінних полів (КМП) від уражаючого електромагнітного впливу (ЕМВ) та електростатичної енергії землі набувають все більш актуального значення. Так дія потужного електромагнітного випромінювання призводить до виходу з ладу або передчасного спрацювання ЕВМ та систем управління КМП. Це в свою чергу призводить, до загибелі особового складу під час виконання підривних робіт, та передчасного виходу з ладу систем управління КМП, що унеможливлює виконання поставленого завдання.

Дія потужної електричної та магнітної енергії електромагнітного поля складає реальну загрозу передчасного спрацювання приладів які входять до складу ЕВМ та КМП.

Постановка задачі дослідження. Однак, як показали дослідження [1-3] на даний час має місце недостатня теоретична і експериментальна вивченість впливу потужних електромагнітних полів на ЕВМ та КМП, недостатність розробок в теоретичній і практичній сферах щодо захисту від дії зброї ЕМВ та відсутність рекомендацій по технічним способам захисту, що відповідають потужності сучасних видів зброї ЕМВ і як наслідок - низька ефективність захисту від її дії.

В роботах [4-5], що присвячені проблемам захисту - від дії ЕМВ пропонуються створення методів захисту, згідно концепції відбиття (відводу) вражаючої енергії ЕМВ, яка ґрунтуються на теорії магнітного поля, фізичних законах розповсюдження, інтерференції і дифракції електромагнітних хвиль.

Тому метою статті є розглянути можливі шляхи створення такого детонатора на який би не впливала електромагнітна енергія та енергія електростатичного поля землі.

Викладення основного матеріалу. Щоб захистити електродетонатор від стороннього ЕМВ звичайних засобів вже недостатньо так як принцип його роботи заснований на

використання електричної енергії яка протікає по електропровідним матеріалам, одним із шляхів вирішення цієї проблеми може стати використання таких провідників по яких би не протікала електрична енергія. Одним із напрямків створення такого детонатора на який би не впливало електромагнітне випромінювання та електростатична енергія землі може стати детонатор принцип роботи якого заснований на використанні оптичного сигналу переданого по оптоволоконній системі. Основними компонентами таких систем є напівпровідникові лазери, оптичні волокна або кабелі, оптичні з'єднувачі, та ін. Застосування елементів волоконної оптики виключає вплив сторонніх сигналів.

Оптоволоконні системи відкривають великі перспективи для побудови лазерних систем ініціювання вибухових речовин. Їх перевагами є висока безпека і нечутливість до зовнішніх електромагнітних полів. При цьому лазерні діоди є найбільш прийнятними джерелами випромінювання для систем ініціювання завдяки монохроматичності, когерентності і високій спрямованості випромінювання.

Основними перевагами оптоелектронних систем у порівнянні з електричними є: мале загасання сигналу (0,4 ... 5) дБ/км; нечутливість до електромагнітних перешкод; низька вартість; малі габаритні розміри і маса кабелів; кабель захищений від механічних і інших зовнішніх впливів (температура, агресивне середовище, вологість); більш безпечні в порівнянні з електричними лініями передачі для обслуговуючого персоналу.

Застосування волоконної оптики виключає попадання іншого спрямованого випромінювання, порівнянного з потужністю командного сигналу.

Як видно з рис. 1 основними компонентами оптоволоконних систем ініціювання заряду вибухової речовини є [6]: пристрій випромінювання 1, оптичне волокно чи кабель 2, приймач випромінювання 3, оптичні з'єднувачі та розгалужувачі 4.

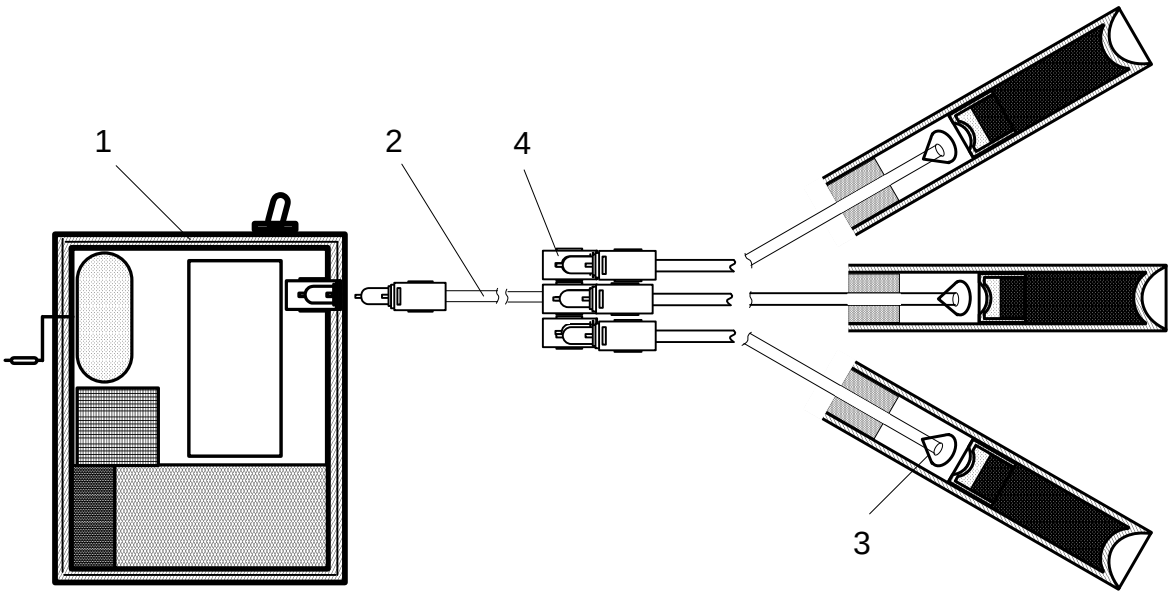


Рис. 1. Схема ініціювання заряду вибухової речовини з використанням оптико волоконної системи

Мала апертура оптичних волокон які застосовуються не дозволяє проходити випадковим світловим сигналами. Величина зовнішньої перешкоди радіочастотного діапазону обмежена температурою оптичних волокон при діелектричному нагріванні.

Для побудови подібних систем необхідно експериментально визначити характеристики джерела випромінювання і компонентів оптоволоконної системи. Перевагою застосування оптоволоконних кабелів є їх малі розміри і маса в порівнянні з електричними кабелями, механічна міцність і захист від впливу зовнішніх електромагнітних полів, що істотно знижує втрати при передачі сигналу.

Оптоволоконний детонатор [6] рис. 2 конструктивно містить гільзу 1, заряд ініціюючої вибухової речовини 2, заряд вибухової речовини підвищеної потужності 3, фокусуючу лінзу 4, запалююча суміш 5, провідник сигналу 6, пластикова пробка 7, оптичний роз'єм 8.

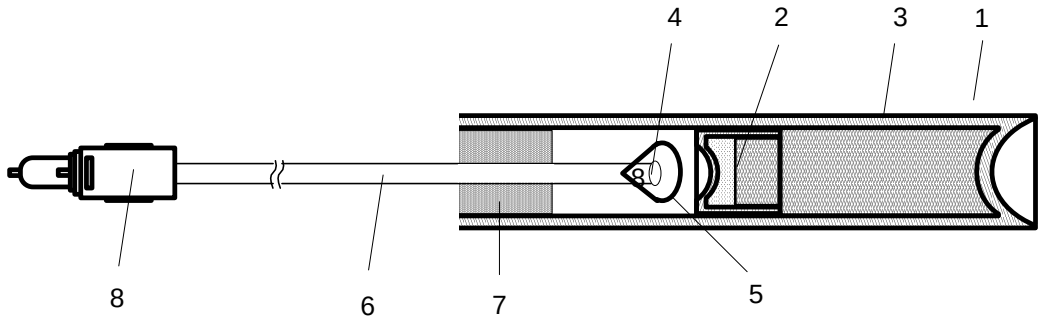


Рис. 2. Схема оптико електронного детонатора

Фокусуюча система колімірує світловий пучок, що виходить з серцевини волокна і потім фокусує в пляму необхідного розміру на поверхні речовини. Так як фокусуюча оптика розміщена в середині запалюючої суміші відбувається її запалювання, що в свою чергу збуджує ініціюючу вибухову речовину. При використанні напівпровідникових лазерів в оптоволоконних системах найбільш важливими є наступні випромінювальні характеристики: ватамперна характеристика, вольтамперна характеристика, конфігурація діаграми спрямованості і положення осі діаграми спрямованості, а також тимчасова стабільність зазначених характеристик.

Проведені експериментальні дослідження [6] лазерного діода IDL 1000M 808C, з метою визначення основних режимів експлуатації та випромінювальних характеристик зазначели, що лазерний діод має квантово-розмірні структури на основі потрійної системи AlGaAs, що дозволяє забезпечити високу стабільність діаграми спрямованості. Встановлено, що відмінними рисами лазерного діода IDL 1000M 808C є вузькі діапазони робочих значень струму і напруги на переході, що пов'язано з високим значенням диференціальної ефективності (кута нахилу ватамперної характеристики). Це забезпечує високу стабільність заданої величини вихідної потужності лазерного випромінювання. Недоліками даного лазерного діода є відсутність можливості регулювання потужності, ступеня когерентності і модового складу випромінювання [7].

Висновки. Отже при побудові оптоелектронних детонаторів з використанням оптоволокна втрати енергії лазерного випромінювання визначаються наступними факторами: тип випромінювача, модовий склад випромінювання, діаметр плями, розбіжність випромінювання, діаграма спрямованості, астигматизм, стан поверхні волокна, числова апертура волокна, діаметр серцевини, узгодження числових апертур і хвильових фронтів джерела випромінювання і волокна.

Ефективність введення падає з пониженням діаметра волокна. При побудові оптоелектронних детонаторів доцільно використовувати напівпровідниковий лазер з потужністю випромінювання не менше 1 Вт. Для передачі лазерного випромінювання використовувати оптичні шнури, виготовлені на основі оптоволокна з діаметром серцевини не менше 50 мкм. У цьому випадку досягаються втрати потужності в системі на рівні 1 дБ.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Зброя на нетрадиційних принципах дії (стан, тенденції, принцип дії та захист від неї) : [монографія] / [Ковтуненко О.П., Богучарський В.В., Слюсар В.І., Федоров П.М.]. – Полтава : ПВІЗ, 2006. – 247 с.

2. Воробйов О.М. Аналіз енергетичного впливу перспективних типів зброї електромагнітного імпульсу на зміну стану озброєння та військової техніки / О.М. Воробйов // Збірник наукових праць Національної академії державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького. –

2010. - № 53. – С. 78-81.

3. Авчинников Є.А. Науково технічні проблеми розробки електромагнітної зброї / Є.А. Авчинников // Системи озброєння і військова техніка. – Х. : ХУ ПС, 2008. – №2 (14). – С. 18 – 22.

4. Защита от ионизирующих излучений : учебн. для вузов в 2 т. / [Н.Г. Гусев, В.А. Климанов, В.П. Машкович, А.П. Суворов] ; под ред. Н.Г. Гусева. – [3-е изд. перераб. и доп.]. – М. : Энергоатомиздат, 1989. – Т.1 : Физические основы защиты от излучения. – 1989. – 512 с.

5. Михайлов В.А. Обеспечение стойкости бортовых цифровых вычислительных машин к воздействию сверхкоротких электромагнитных импульсов : автореф. дис. на соискание научн. степени канд. техн. наук: спец. 05.12.04 “Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения” / В.А. Михайлов. – М., 2009. – 24 с.

6. Заявка на пат. Україна, МПК (2009) F42 D 5/00 – 5/06. Пристрій для збудження заряду вибухових речовин захищений від електромагнітного впливу / Дачковський В.О., Банюк С.Б., Кузьмічов Д.А., Шинкаренко Ю.М ; – заявник НУОУ. № u 2012 05781; заяв. 11.05.2012

7. Игнатов А.Н. Оптоэлектронные приборы и устройства: [Учебное пособие] / А.Н. Игнатов. – М.: Эко-Трендз. – 2006. – 272 с.

Рецензент: д.т.н., доц. Вишнівський В.В.

УДК 004.89

д.т.н., проф. **Шостак И.В.** (НАКУ «ХАІ»)
Данова М.А. (НАКУ «ХАІ»)

ПОДХОД К АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА НА ОСНОВЕ ФОРСАЙТ ТЕХНОЛОГИИ

У статті відображена актуальність проблеми автоматизації процесу прогнозування НТР складних адміністративно-господарських об'єктів на основі Форсайт технології. Наведено основні етапи реалізації національних форсайт-проектів. Показано, що найбільш проблемним для автоматизації є етап «оцінка та уточнення переліків», оскільки застосовувані процедури і методи поганоформалізовани і засновані на використанні експертної інформації. Наведено постановку задачі формування системи обґрунтованих пріоритетів шляхом автоматизації методу критичних технологій, що входить до складу Форсайту. Викладено підхід до часткової автоматизації процесу прогнозування НТР регіону на основі Форсайт технології.

Ключові слова: процес прогнозування, Форсайт технології.

В статье отражена актуальность проблемы автоматизации процесса прогнозирования НТР сложных административно-хозяйственных объектов на основе Форсайт технологии. Приведены основные этапы реализации национальных форсайт-проектов. Показано, что наиболее проблемным для автоматизации является этап «оценка и уточнение перечней», поскольку применяемые процедуры и методы плохоформализованы и основаны на использовании экспертной информации. Сформулирована задача формирования системы обоснованных приоритетов путем автоматизации метода критических технологий, входящего в состав Форсайта. Изложен подход к частичной автоматизации процесса прогнозирования НТР региона на основе Форсайт технологии.

Ключевые слова: процесс прогнозирования, Форсайт технологии.

Article reflects the urgency of the problem automate forecasting SDT complex administrative and business objects based on the Foresight technology. The main steps of the implementation of national foresight project is described. Shown that the problem is to automate the stage of "evaluation and specification of the list" because the applicable procedures and methods poorly formalized and based on the use of expert information. The task of forming a system of priorities based on the method by automating critical technologies of the Foresight is offered. The approach to partially automate of process forecasting the SDT region based on Foresight technology.

Keywords: forecasting process, Forsyte of technology.

Введение. В настоящее время в большинстве передовых стран мира периодически формируются специальные программы, определяющие приоритетные области развития науки и техники [1-4]. Методы, используемые в процессе разработки этих программ, получили обобщающее название Форсайт, от английского Foresight – «предвидение», и к настоящему моменту зарекомендовали себя как наиболее эффективный инструмент выбора приоритетов в сфере науки и технологий [5]. На основе Форсайта разрабатываются средне- и долгосрочные, на 5-30 лет, стратегии развития экономики, науки, технологий, нацеленные на повышение конкурентоспособности и максимально эффективного развития социально-экономической сферы. Этот подход применяется не только на уровне страны в целом, но и при прогнозировании развития отдельных отраслей экономики и регионов [6,7].

Как правило, в каждом из Форсайт-проектов применяется комбинация различных методов, при этом для учета всех возможных вариантов и для получения полной картины привлекается значительное число экспертов [5]. В процессе выбора применяются различные критерии для определения наиболее предпочтительных вариантов.

На сегодня значительное количество работ посвящено исследованию теоретических и практических аспектов применения Форсайт технологии. Среди отечественных и зарубежных ученых наиболее известными в данной области являются: Б.А. Малицкий, О.С. Попович, в.М. Глушков, Г.М. Добров, В.С. Михалевич, М.З. Згуровский, В.Г. Зинов, Н.В. Гапоненко, Ю.П. Воронов, Н.Я. Колюжнова, И.Р. Куклина, В.П. Третьяк. М. Бен, П.Беккер, К. Дайхем, М.

Кинэн и др. В работах этих авторов обсуждаются общетеоретические и практические вопросы применения Форсайт технологии для средне- и долгосрочного прогнозирования развития сложных административно-хозяйственных объектов.

Анализ отечественных и зарубежных источников показал, что существует необходимость дальнейшего исследования проблемы, связанной с автоматизацией Форсайт технологии.

Цель данной статьи состоит в описании подхода к частичной автоматизации наиболее затратного и трудоемкого этапа Форсайт технологии при прогнозировании научно-технического развития (НТР) региона, такого как оценка и уточнение перечня приоритетов НТР развития региона.

Постановка задачи. Исходными данными для прогнозирования НТР региона являются обязательные этапы национальной методики прогнозно-аналитических исследований на основе форсайт технологии. К этим этапам относятся: формирование группы экспертов; составление первоначального списка тематических направлений и выбор системы критериев для их оценки; оценка первоначального списка тематических направлений экспертами по выбранной системе критериев; формирование обоснованного перечня тематических направлений с учетом результатов оценки.

Необходимо получить систему обоснованных приоритетов НТР региона, используя в качестве методической основы метод критических технологий, входящий в состав Форсайт технологии, метод постороения иерархических моделей, а также метод многокрите-раильного ранжирования альтернатив.

Результатом решения задачи является создание подхода к частичной автоматизации процесса прогнозирования НТР региона, для обеспечения компьютерной поддержки этапа «оценка и уточнение перечня» в национальных форсайт-проектах, что в общем случае приведет к повышению эффективности в аспекте точности прогнозых оценок.

Характерные особенности национального Форсайт-проекта.

В течение 2004 – 2006 годов по решению Кабинета Министров Украины выполнялась Государственная программа прогнозирования научно-технологического и инновационного развития [9]. Фактически реализация названной программы стала первой в независимой Украине реальной попыткой на практике реализовать формирование государственных научно-технологических и инновационных приоритетов на основе Форсайт технологии. Методику проведения предусмотренных Государственной программой прогнозно-аналитических исследований [4], разработанную украинскими учеными (Малицким Б.А., Поповичем О.С., Соловьевым В.П.) и основанную на комбинации методов Форсайт технологии, можно представить в виде диаграммы процесса (рис. 1).

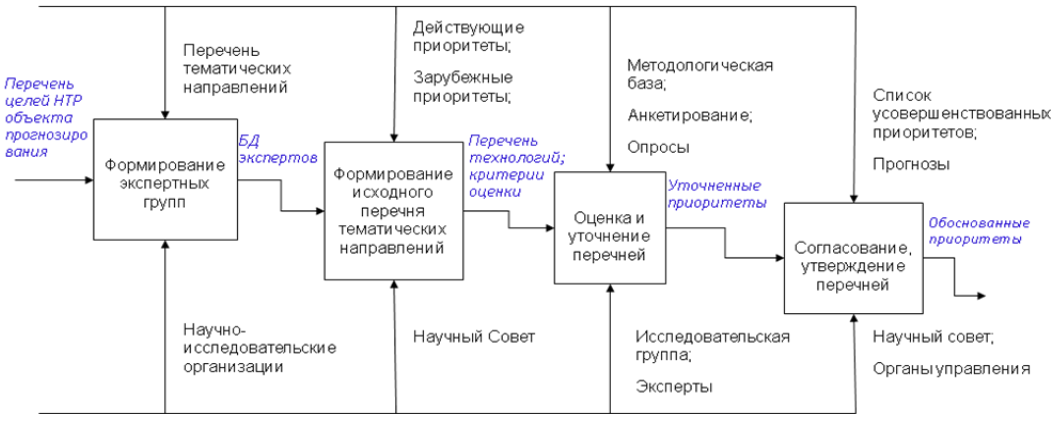


Рис. 1. Основные этапы национальной методики прогнозно-аналитических исследований на основе форсайт технологии

Первый из этапов предполагает решение задачи выбора экспертов, которые будут учавствовать в прогнозно-аналитическом исследовании. При этом используется метод «снежного кома», в котором почти каждый представитель целевой группы может назвать еще одного или нескольких человек, которые в эту группу входят - число опрошенных при этом растет, как снежный ком, в результате чего формируется группа экспертов. Исходными данными данного этапа является перечень целей НТР объекта прогнозирования, а результатом (выходные данные) – база данных экспертов.

На втором этапе, при помощи экспертных опросов, библиометрического и патентного анализа, а также «эталонного анализа» (сравнение с другими странами или регионами) происходит формирование предварительного переченя тематических направлений и системы критериев их оценки, относительно главных целей НТР объекта прогнозирования. Полученная информация обсуждается в рамках специальных фокус-групп, в процессе которых происходит окончательный отбор и согласование перечня тематических направлений, а также критериев их оценивания. Входными данными будут являтся результаты первого этапа (база данных клиентов), а выходными – перечень тематических направлений и критерии для их оценки.

На третьем этапе экспертам необходимо оценить полученные тематические направления по заданным критериям (входные данные). Данная процедура осуществляется при помощи метода Дельфи, представляющего из себя опрос (анкетирование) экспертов и организации обратной связи (через проведение трех туров опроса). Результаты исследования (выходные данные) включают сводные оценки по каждой теме, а также аналитические обзоры по тематическим направлениям.

Заключительный этап представляет собой согласование и утверждение полученных на предыдущем этапе перечней тематических направлений.

Среди описанных выше этапов украинского форсайт-проекта наиболее трудноавтоматизируемым является третий, поскольку применяемые процедуры и методы плохоформализованы и основаны на использовании экспертной информации, что в свою очередь затрудняет процесс их алгоритмизации.

Подход к автоматизации процесса прогнозирования НТР региона.

Приведенное выше описание основных этапов украинского форсайт-проекта позволяет утверждать, что наиболее критичным в аспекте автоматизации явлется этап «Оценка и уточнение перечней», что влечет за собой разработку специализированных моделей и методов их реализации.

Согласно национальной методике прогнозно-аналитических исследований (рис.1) исходными данными для выбора приоритетных направлений являются перечни целей и тематических направлений НТР объекта прогнозирования, а также система критериев их оценки. Указанные данные должны быть представлены экспертами в виде многоуровневой структуры. Компьютеризация же описанного этапа должна строится на основе многоуровневой иерархической модели, которая включает в себя все данные, согласно их статуса. Для организации машинной обработки необходим метод анализа многоуровневой структуры, который позволит проранжировать тематические направления относительно главных целей по заданным критериям.

Сказанное выше создает определенную необходимость в создании *подхода к автоматизации процесса прогнозирования НТР региона*, который заключается в следующем:

1.Формирование многоуровневой иерархической модели выбора тематических направлений НТР региона с использованием метода структурной декомпозиции рассматриваемой задачи («сверху вниз»).

1.1. Определение экспертами фокус-группы цели и альтернативных решений (исходного перечня тематических направлений НТР региона) на этапе «Формирование исходного перечня тематических направлений »

1.2. Определение критериев оценки достижения альтернативами(тематическими направлениями) главной цели (формируются фокус-группой путем анализа опросных анкет).

1.3. Формирование многоуровневой иерархической модели выбора тематических направлений НТР региона.

2.Оценка и уточнение экспертами перечня тематических направлений НТР региона (состоит из трех туров) при помощи метода многокритериального выбора приоритетов.

1-я итерация:

2.1. Оценка тематических направлений по заданным критериям при помощи метода попарных сравнений.

2.2. Ранжирование тематических направлений с использованием метода многокритериального выбора приоритетов.

2.3. Оценка экспертами фокус-группы результатов 1 тура опроса и формирование на их основе новой многоуровневой иерархической модели с уточненными данными об тематических направлениях относительно главной цели.

2.4. Реализация второй и третьей итерации аналогична п.п. 2.1.- 2.3.

3. Отправка в высшую инстанцию уточненных тематических направлений НТР региона.

Выводы.

1. Проведен анализ публикаций, посвященных состоянию проблемы компьютеризации процесса прогнозирования НТР сложных организационно-технических объектов на основе Форсайт технологии.

2. Проанализированы особенности адаптации Форсайт технологии для ее реализации в Украине.

3. Изложен подход к автоматизации процесса прогнозирования НТР региона Украины.

Полученные результаты служат методической основой для создания системы комплексной автоматизации процесса прогнозирования НТР сложных организационно-технических объектов.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Loveridge, D. United Kingdom Foresight Programme [Text] /D. Loveridge, L. Georghiou, M. Neveda PREST. – University of Manchester, 2001 – 200p.

2. Попович О.С. Стан формування цілісної системи пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки в Україні / О.С. Попович // Проблеми науки. – 2002. – № 7. – С.31-35.

3. Об утверждении плана мероприятий по реализации основ политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2010 года и дальнейшую перспективу [Текст]: распоряжение Правительства РФ от 7 февраля 2006 г. № 156 // Собр. законодательства РФ. – 2003. – № 30. – С. 150

4. Маліцький, Б.А. Методичні рекомендації щодо проведення прогнозно-аналітичного дослідження в рамках Державної програми прогнозування науково-технологічного та інноваційного розвитку України [Текст] / Б.А. Маліцький, О.С. Попович, В.П. Соловйов. – К.: Фенікс, 2004. – 52 с.

5. Что такое Форсайт? Форсайт-центр: государственный комитет – Высшая школа экономики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://foresight.hse.ru.

6. Ben R.Martin. Technology foresight in a rapidly globalizing [Text] / Ben R.Martin. International Practice in Technology Foresight. Vienna: UNIDO. – 2002. – P.14

7. Winning Through Foresight: A Strategy Taking the Foresight Programme to the Millennium[Text]. – Office of Science and Technology. – London, 1996. – 117p.

8. Дуб, А.В. Инновационные приоритеты для энергетического машиностроения: опыт отраслевого Форсайта [Текст] / А.В. Дуб, С.А. Шашнов // Форсайт. – 2007. – №3. – С.4-11.

9. Про затвердження Державної програми прогнозування науково-технологічного та інноваційного розвитку на 2004– 2006 роки [Текст]: постанова Кабінету Міністрів України від 25 серпня 2004 року № 1086.

Рецензент: д.т.н., проф. Шабанов-Кушнаренко С.Ю.

УДК 004.492

д.т.н., проф.Боровик О.В. (НАГПСУ,)
к.т.н., доц. Графов Р.П. (ХмНУ)

ОПТИМИЗАЦИЯ ЧАСТНЫХ И ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В ЗАДАЧАХ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ИХ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Проведено аналіз можливості оцінки ефективності складних систем обробки даних на підставі застосування графоаналітичних діаграм інтерпретації часткових і інтегральних показників ефективності систем. Обґрунтовано можливість оптимізації часткових і інтегральних показників ефективності досліджуваних систем з метою оперативного планування й прийняття рішень при їхньому проектуванні.

Ключові слова: графоаналітичні діаграми, оперативне планування.

Проведен анализ возможности оценки эффективности сложных систем обработки данных на основании применения графоаналитических диаграмм интерпретации частных и интегральных показателей эффективности систем. Обоснована возможность оптимизации частных и интегральных показателей эффективности исследуемых систем с целью оперативного планирования и принятия решений при их проектировании.

Ключевые слова: графоаналитические диаграммы, оперативное планирование.

The analysis of possibility of an estimation of efficiency of difficult systems of data processing on the basis of application graph-analytic diagrammes of interpretation of private and integrated indicators of efficiency of systems is carried out. Possibility of optimisation of private and integrated indicators of efficiency of investigated systems for the purpose of operational planning and decision-making is proved at their designing.

Keywords: graph-analytic diagrammes, operational planning.

Введение. Под эффективностью любой сложной системы, в том числе и системы обработки данных, понимается степень ее пригодности к выполнению заданной целевой функции в конкретных условиях функционирования. В общем случае эффективность является обобщенной (многовекторной) функцией, зависящей от различных параметров (временных, надежностных, стоимостных и др.), к которым предъявляются самые различные требования. Ввиду сложности подобной функции часто прибегают к ее аппроксимациям или замене на более простую. При этом оценка эффективности системы производится по наиболее важным частным показателям [1]. Однако использование отдельных частных показателей для оценки эффективности системы в ряде случаев бывает недостаточно, так как оптимальность системы по одному из показателей не определяет оптимальности системы в целом в силу сложной взаимосвязи и даже противоречивости отдельных показателей. Сложность задачи возрастает при необходимости сравнения вариантов сложных систем, включающих ряд показателей эффективности. Проблема при этом состоит в необходимости предварительного выбора критерия сравнения и его количественной оценки с использованием соответствующих методов [2].

В связи с этим, в современных условиях при создании сложных систем важной задачей является оценка эффективности систем не только на основании анализа частных, но и интегральных показателей эффективности, а также реализация возможности оптимизации частных и интегральных показателей эффективности систем при их проектировании. Актуальность данной задачи усиливается при проектировании систем в условиях оперативного планирования и принятия решений. Подобная задача имеет место для систем обработки данных [3].

Анализ литературы, касающейся вопросов оценки эффективности сложных технических систем, в частности работ [4-7], позволил сделать вывод о том, что наиболее приемлемым подходом с точки зрения удобства и наглядности к оцениванию эффективности или сравнению по ряду показателей эффективности различных систем, является подход, базирующийся на использовании некоторой обобщенной относительной характеристики эффективности, не требующей использования методов количественной оценки отдельных показателей и в то же время позволяющий судить об эффективности систем при всех алгоритмах их функционирования. Такому подходу наиболее соответствует применение графоаналитических диаграмм интерпретации частных и интегральных показателей эффективности систем [4].

Цель работы. В связи с этим, целью данной работы является анализ возможности оценки эффективности сложных систем обработки данных на основании применения графоаналитических диаграмм интерпретации частных и интегральных показателей эффективности систем, а также обоснование возможности оптимизации частных и интегральных показателей эффективности исследуемых систем с целью оперативного планирования и принятия решений при их проектировании.

Результаты исследования. Для достижения сформулированной цели предполагается проанализировать: особенности систем обработки данных; общие подходы к оценке эффективности таких систем; возможность применения графоаналитических диаграмм интерпретации частных и интегральных показателей эффективности систем для сравнения различных систем обработки данных; возможность оптимизации частных и интегральных показателей эффективности исследуемых систем с целью оперативного планирования и принятия решений при их проектировании.

1. Анализ особенностей систем обработки данных.

Любая сложная система в общем случае может быть представлена в виде ряда взаимосвязанных модулей (подсистем), поэтапно осуществляющих различные процессы в соответствии с алгоритмом функционирования и общей целевой функцией эффективности системы. К подобным системам относятся многочисленные распределенные вычислительные и информационные системы, осуществляющие многоуровневую обработку данных. Обобщенной классической архитектурой распределенных систем обработки данных, реализуемой с помощью современных программно-аппаратных средств, а также новых представлений и методов их использования, является трехуровневая структура [3]. Особенности подобных систем могут быть проанализированы на основании рис. 1.

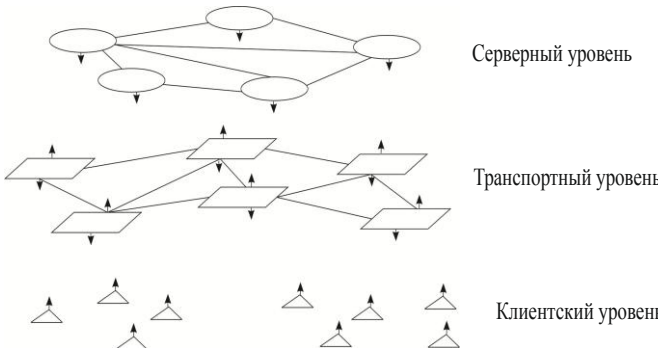


Рис. 1. Трехуровневая архитектура распределенной системы обработки данных

Составляющими указанных систем есть: компьютерная сеть обработки поступающей информации (серверный уровень); телекоммуникационная система доставки информации (транспортный уровень); клиентский уровень, на котором происходят процессы сбора информации и формируется трафик для вышестоящего уровня.

Приведенная структура представляет собой достаточно сложную совокупность технических и программных средств сбора, передачи и обработки информации, охватывающую множество различных территориально удаленных пользователей.

Системы с многоуровневой структурой требуют достаточно сложных аппаратных и программных решений. При анализе и синтезе подобных систем прибегают к декомпозиции сложной структуры на отдельно взятые взаимосвязанные функциональные подсистемы, принадлежащие соответствующим уровням (формирование подсистем, их количество и принадлежность к уровням определяется назначением системы и решаемыми задачами). В случае анализа систем обработки данных можно использовать следующие наиболее распространенные подсистемы:

- подсистема сбора и подготовки данных (СПД) (относится к клиентскому уровню);
- информационная сеть (ИС) (транспортный уровень);
- подсистема обработки данных (ОД) (относится к серверному уровню);
- подсистема накопления и хранения данных (НД) (относится к серверному уровню).

2. Анализ общих подходов к оценке эффективности систем обработки данных.

При анализе эффективности сложной системы обработки данных следует учитывать, что каждая подсистема характеризуется набором частных показателей A_{ij}, где i – номер показателя, а j – номер подсистемы ($i = \overline{1,m}$, $j = \overline{1,n}$). В этом случае обобщенный (глобальный) показатель эффективности системы A в общем виде можно представить в виде матрицы частных показателей эффективности:

$$A = \begin{pmatrix} A_{11} & \dots & A_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ A_{m1} & \dots & A_{mn} \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Кроме этого, обобщенный показатель эффективности системы A можно представить и в виде матрицы стоимостных показателей, характеризующих соответствующие частные показатели эффективности:

$$C = \begin{pmatrix} C_{11} & \dots & C_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ C_{m1} & \dots & C_{mn} \end{pmatrix}. \quad (2)$$

В общем случае обобщенный показатель эффективности системы A является функциональной зависимостью

$$A = f\left(A_{ij}\right), (i = \overline{1,m},\ j = \overline{1,n}). \quad (3)$$

Однако оценка системы по обобщенному показателю (3) является довольно сложной математической задачей, так как очень часто сложно определить функции, связывающие отдельные частные показатели для конкретной подсистемы или частные показатели одного вида для всех подсистем. Кроме этого элементы матрицы (1) могут быть некоторыми функциями элементов матрицы (2) или наоборот, т.е. могут иметь место зависимости

$$A_{ij} = \varphi\left(C_{ij}\right), \quad (4)$$

или

$$C_{ij} = \varphi\left(A_{ij}\right). \quad (5)$$

Оптимизация системы на основании (1) также является довольно сложной математической задачей, поскольку сложно определить соответствующую целевую функцию из-за различия в размерности и в ряде случаев из-за противоречивости показателей A_{ij}.

Однако в том случае, если удается определить функции, связывающие отдельные частные показатели для конкретной подсистемы или частные показатели одного вида для

всех подсистем, и имеет место возможность функционального учета указанных функциональных зависимостей, то этого бывает достаточно для анализа эффективности системы в целом.

В этом случае оптимизационная задача может быть представлена в одном из следующих видов:

$$A = f(A_i) \to \max(\min), \ (i = \overline{1,m}), \tag{6}$$

при условиях

$$A_i = \phi(A_{ij}) \le (\ge) A_{i.pr} \ (i = \overline{1,m}, \ j = \overline{1,n}), \tag{7}$$

или

$$A = f(A_j) \to \max(\min), \ (j = \overline{1,n}), \tag{8}$$

при условиях

$$A_j = \phi(A_{ij}) \le (\ge) A_{j.pr} \ (i = \overline{1,m}, \ j = \overline{1,n}). \tag{9}$$

В задачах (6)-(7) и (8)-(9) $A_{i.pr}$ и $A_{j.pr}$ – предельные (допустимые) значения отдельных показателей эффективности по всем подсистемам или подсистем по всем частным показателям.

Следует отметить, что постановка приведенных оптимизационных задач не единственна. Возможна постановка задач и в других видах, которые учитывают стоимостные характеристики системы.

Приведенные задачи могут быть решены с помощью градиентных методов оптимизации [5].

В связи с тем, что применение приведенных подходов к оценке эффективности систем обработки данных очень часто затруднительно, актуальным вопросом является оценка альтернативных подходов. Одним из таких, по мнению авторов, является применение графоаналитических диаграмм интерпретации частных и интегральных показателей эффективности систем.

3. Анализ возможности применения графоаналитических диаграмм интерпретации частных и интегральных показателей эффективности систем для сравнения различных систем обработки данных.

Рассмотрим наиболее распространенный пример распределенной системы обработки данных, которая содержит в качестве функциональных подсистем СПД, ИС, ОД, НД.

В общем случае выбор системы и подсистем может быть произвольным. Однако не сложно сделать вывод о том, что: каждую систему можно рассматривать как совокупность четырех подсистем; каждую подсистему можно охарактеризовать четырьмя основными показателями; набор частных показателей может быть идентичен для всех подсистем.

В качестве частных показателей эффективности j-й подсистемы можно принять: надежность функционирования R_j, достоверность информации D_j, время обработки (задержки) информации T_j; затраты на создание системы C_j. С учетом подхода, принятого в данном исследовании, в качестве j будут выступать СПД, ИС, ОД, НД.

Тогда обобщенный показатель эффективности (1) исследуемой системы может быть представлен в виде:

$$A = \begin{pmatrix} \mathrm{R}_{\text{СПД}} & \mathrm{R}_{\text{ИС}} & \mathrm{R}_{\text{ОД}} & \mathrm{R}_{\text{НД}} \\ \mathrm{D}_{\text{СПД}} & \mathrm{D}_{\text{ИС}} & \mathrm{D}_{\text{ОД}} & \mathrm{D}_{\text{НД}} \\ \mathrm{T}_{\text{СПД}} & \mathrm{T}_{\text{ИС}} & \mathrm{T}_{\text{ОД}} & \mathrm{T}_{\text{НД}} \\ \mathrm{C}_{\text{СПД}} & \mathrm{C}_{\text{ИС}} & \mathrm{C}_{\text{ОД}} & \mathrm{C}_{\text{НД}} \end{pmatrix}. \quad (10)$$

При этом в роли интегральных показателей эффективности системы могут выступать следующие характеристики:

$$\begin{aligned} R &= f\left(\mathrm{R}_{\text{СПД}}, \mathrm{R}_{\text{ИС}}, \mathrm{R}_{\text{ОД}}, \mathrm{R}_{\text{НД}}\right), \\ \mathrm{D} &= f\left(\mathrm{D}_{\text{СПД}}, \mathrm{D}_{\text{ИС}}, \mathrm{D}_{\text{ОД}}, \mathrm{D}_{\text{НД}}\right), \\ T &= f\left(\mathrm{T}_{\text{СПД}}, \mathrm{T}_{\text{ИС}}, \mathrm{T}_{\text{ОД}}, \mathrm{T}_{\text{НД}}\right), \\ C &= f\left(\mathrm{C}_{\text{СПД}}, \mathrm{C}_{\text{ИС}}, \mathrm{C}_{\text{ОД}}, \mathrm{C}_{\text{НД}}\right). \end{aligned} \quad (11)$$

Таким образом, обобщенный показатель эффективности системы можно рассматривать как следующую функциональную зависимость от соответствующих интегральных показателей:

$$A = f\left(R, D, T, C\right). \quad (12)$$

Оценка исследуемой системы по показателям (11), (12) может быть произведена с помощью графоаналитических диаграмм интерпретации частных и интегральных показателей эффективности [4].

Суть такой оценки заключается в следующем.

Для определения значения одного интегрального показателя эффективности системы (например $R = f\left(\mathrm{R}_{\text{СПД}}, \mathrm{R}_{\text{ИС}}, \mathrm{R}_{\text{ОД}}, \mathrm{R}_{\text{НД}}\right) = f\left(R_j\right)$) необходимо отложить в соответствующем масштабе на сторонах квадрата в направлении снизу вверху и справа налево значения частных показателей надежности для различных подсистем (рис. 2, a). Ориентация сторон квадрата определяет направление его диагонали. Точки, соответствующие значениям указанных показателей на противоположных сторонах квадрата, соединяются между собой. С точки пересечения полученных при этом прямых на диагональ квадрата опускается перпендикуляр, отсекающий на ней определенный отрезок. Длина этого отрезка интерпретирует относительное значение показателя $R = f\left(R_j\right)$.

Возможность такой оценки эффективности системы по отдельному показателю обоснована в работе [4].

Аналогичным образом можно определить значения и других интегральных показателей эффективности системы: достоверности информации $D = f\left(D_j\right)$ (рис. 2, b); времени обработки (задержки) информации $T = f\left(T_j\right)$ (рис. 2, c); затрат $C = f\left(C_j\right)$ (рис. 2, d). Они зависят от значений элементов матрицы (10) и являются безразмерными относительными величинами. Последнее позволяет сравнивать по ним варианты различных систем.

Для определения значения обобщенной оценки эффективности системы можно поступать аналогично тому, как определялись значения интегральных показателей эффективности. При этом следует лишь учесть, что в качестве частных показателей, откладываемых на сторонах квадрата, выступают определенные ранее величины (11). В результате такой оценки будет определено значение величины (12). Возможность указанной оценки можно определить, используя рис. 2, e.

На рис. 2 приведен вариант определения значений интегральных показателей и обобщенного показателя эффективности системы для некоторых определенных значений элементов матрицы (10).

Следует отметить, что значения показателя A в виде (12) могут позволить сравнивать несколько вариантов системы по всем частным и интегральным показателям, а также определять степень приближения по показателю A спроектированной системы к системе, определенной целевыми частными и интегральными показателями.

4. Анализ возможности оптимизации частных и интегральных показателей эффективности систем обработки данных.

Важной задачей при проектировании систем обработки данных является задача определения таких частных показателей (10), которые обеспечивают возможность получения обобщенного показателя (12) на заданном уровне.

Решение этой задачи может быть произведено путем улучшения некоторого начального плана (10), при котором обеспечивается максимальное приближение к заданной величине (12) при минимальных суммарных затратах. Найденные при этом значения частных показателей в дальнейшем могут использоваться в качестве обоснованных критериев оптимальности при проектировании исследуемых подсистем.

Для решения подобной задачи в работе предлагается использование метода покоординатного спуска Гаусса-Зейделя, суть которого применительно к задаче заключается в следующем.

Будем считать, что точки A_j имеют координаты $x_1^{(j)}, x_2^{(j)},..., x_n^{(j)}$. И пусть значение некоторой функции $f(x_1, x_2,..., x_n)$ в них равно $f^j = f(A_j) = f(x_1^{(j)}, x_2^{(j)},..., x_n^{(j)})$. Координаты $x_1^{(j)}, x_2^{(j)},..., x_n^{(j)}$ будем считать при этом функциями некоторого аргумента, например:

$$x_1^{(j)} = f_1(c_1^{(j)}), x_2^{(j)} = f_2(c_2^{(j)}),..., x_n^{(j)} = f_n(c_n^{(j)}). \quad (13)$$

С учетом независимости функций (13) оптимальному значению f^j будет соответствовать $\min \sum_{i=1}^{n} c_i^{(j)}$.

На первом цикле рассмотрим некоторую начальную точку A_0 с координатами $x_1^{(0)}, x_2^{(0)},..., x_n^{(0)}$. Значение функции $f(x_1, x_2,..., x_n)$ в ней равно $f^0 = f(A_0) = f(x_1^{(0)}, x_2^{(0)},..., x_n^{(0)})$.

Для определения координаты x_i, оказывающей наибольшее влияние на изменение функции $f(x_1, x_2,..., x_n)$, производятся пробные шаги. На первом шаге происходит движение от начальной точки A_0 по прямой, параллельной оси x_1 в сторону возрастания функции $f(x_1, x_2,..., x_n)$ до точки $A_1(x_1^{(1)}, x_2^{(0)},..., x_n^{(0)})$.

На следующем шаге аналогично изменяется величина x_2 и движение происходит по прямой параллельной оси x_2 до точки $A_2(x_1^{(0)}, x_2^{(1)},..., x_n^{(0)})$. Аналогично поступают далее по всем координатам. При этом на каждом последующем шаге точка A_j возвращается в исходное состояние A_0.

Значения переменных x_i, при которых производится указанная оценка функции $f(x_1, x_2,..., x_n)$ на первом цикле, определяется с помощью выражений:

$$\begin{aligned} x_1^{(1)} &= x_1^{(0)} + \theta\left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)_{A_0}, \\ x_2^{(1)} &= x_2^{(0)} + \theta\left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right)_{A_0}, \quad (14) \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ x_n^{(1)} &= x_n^{(0)} + \theta\left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right)_{A_0}. \end{aligned}$$

В выражениях (14) $\left(\frac{\partial f}{\partial x_i}\right)_{A_0}$ – степень возрастания функции $f\left(x_1, x_2, ..., x_n\right)$ в начальной точке $A_0\left(x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, ..., x_n^{(0)}\right)$ при бесконечно малом изменении аргумента x_i, а θ – некоторый коэффициент пропорциональности.

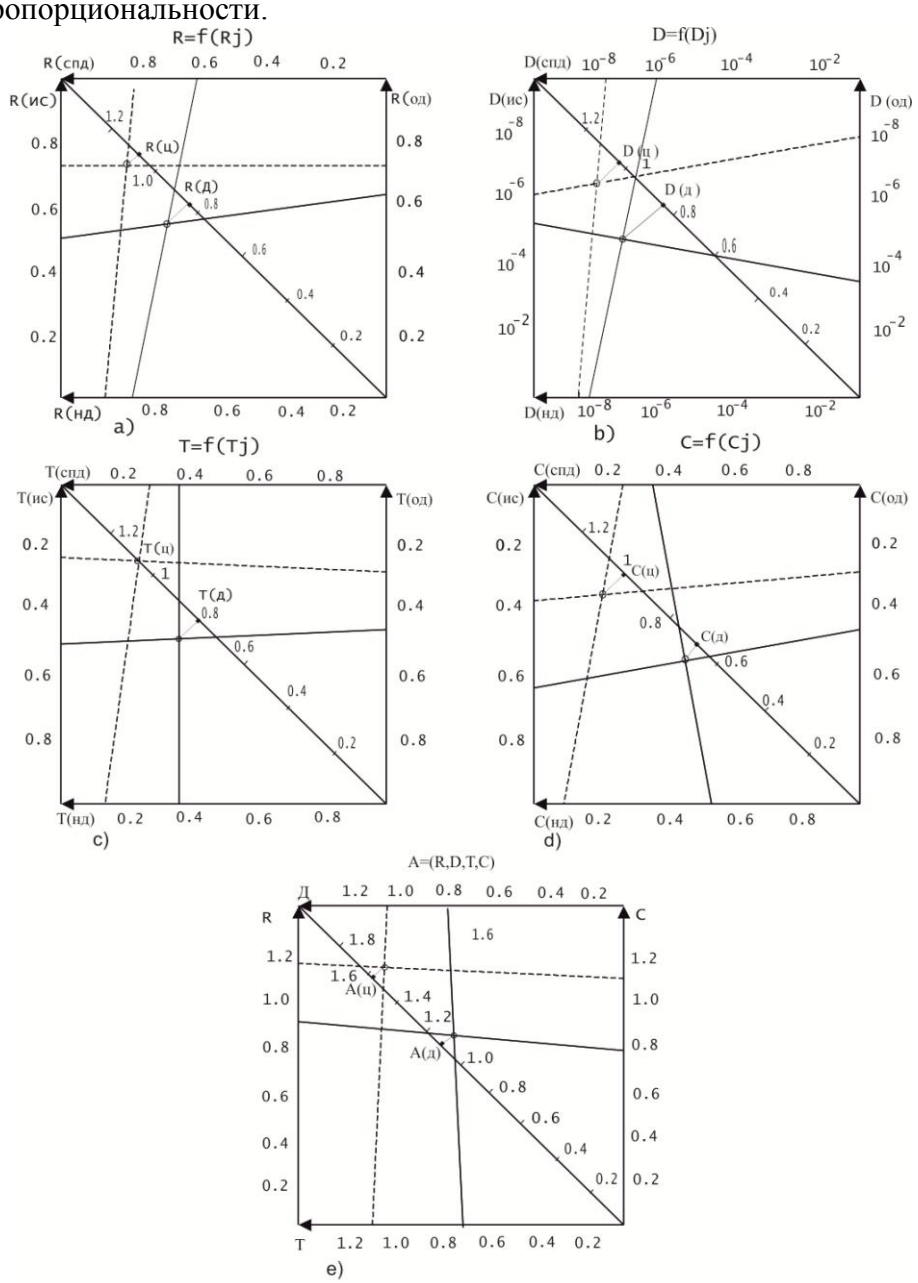


Рис. 2. Графоаналитическая интерпретация частных, интегральных и обобщенного показателей эффективности системы

Очередность выбора координат x_i при реализации описанных движений на первом цикле определяется с помощью критерия:

$$\max\left[\left(\frac{\partial f}{\partial x_i}\right)_{A_0}\left(\frac{x_i^{(1)} - x_i^{(0)}}{\Delta c_i}\right)\right] = \max \Delta_i, \qquad (15)$$

где $\Delta c_i = c_i^{(1)} - c_i^{(0)}$.

Второй и следующие циклы совершаются аналогично.

При этом следует лишь учитывать следующее.

Значения переменных x_i, при которых производится оценка функции $f(x_1, x_2, ..., x_n)$ на $(t+1)$-м цикле, определяется с помощью выражений:

$$x_1^{(t+1)} = x_1^{(t)} + \theta\left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)_{A_t},$$

$$x_2^{(t+1)} = x_2^{(t)} + \theta\left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right)_{A_t}, \qquad (16)$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$x_n^{(t+1)} = x_n^{(t)} + \theta\left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right)_{A_t}.$$

В выражениях (16) $\left(\frac{\partial f}{\partial x_i}\right)_{A_0}$ – степень возрастания функции $f(x_1, x_2, ..., x_n)$ в точке $A_t\left(x_1^{(t)}, x_2^{(t)}, ..., x_n^{(t)}\right)$ при бесконечно малом изменении аргумента x_i, а θ – коэффициент пропорциональности.

Очередность выбора координат x_i на $(t+1)$-м цикле определяется с помощью критерия:

$$\max\left[\left(\frac{\partial f}{\partial x_i}\right)_{A_t}\left(\frac{x_i^{(t+1)} - x_i^{(t)}}{\Delta c_i}\right)\right] = \max \Delta_i, \qquad (17)$$

где $\Delta c_i = c_i^{(t+1)} - c_i^{(t)}$.

Условием окончания поиска на g-м цикле является равенство:

$$f\left(x_1^{(g)}, x_2^{(g)}, ..., x_n^{(g)}\right) = f^*(x_1, x_2, ..., x_n), \qquad (18)$$

в котором $f^*(x_1, x_2, ..., x_n)$ – требуемое значение целевой функции $f(x_1, x_2, ..., x_n)$, которому соответствует $\min \sum_{i=1}^{n} c_i^{(j)}$.

Описанный метод может быть применен для решения задачи проектирования систем обработки данных, если принять следующие допущения.

В качестве интегрального показателя эффективности системы (12) следует принять функцию $f(x_1, x_2, ..., x_n)$, используемую в описанном методе покоординатного спуска. В качестве частных показателей эффективности системы (10) следует принять используемые в этом же методе координаты $(x_1, x_2, ..., x_n)$.

Таким образом, использование указанного подхода позволяет решать задачу оптимизации частных и интегральных показателей эффективности исследуемых систем, что особенно важно при оперативном планировании и принятии решений при их проектировании.

Выводы. Проведенный анализ особенностей систем обработки данных, а также общих подходов к оценке эффективности таких систем позволяет сделать вывод о возможности применения графоаналитических диаграмм интерпретации частных и интегральных показателей эффективности систем для сравнения различных систем обработки данных, а также о возможности оптимизации частных и интегральных показателей эффективности исследуемых систем с целью оперативного планирования и принятия решений при их проектировании.

Направлениями дальнейших исследований является формализация предложенного подхода и его практическое применение.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Раскин А.Г. Анализ сложных систем и элементы теории управления. – М.: Советское радио, 1976. – 344 с.

2. Пашкеев С.Д., Минязов Р.И., Могилевский В.Д. Машинные методы оптимизации в технике связи. – М.: Связь, 1976. – 272 с.

3. Графов Р.П., Медзатый Д.Н., Малай А.Г. Системологический синтез cloud-систем. – Хмельницький: Вісник ХНУ № 3, 2011. – С. 276-283.

4. Бардаченко В.Ф., Графов Р.П., Королев Ю.В. Графическая интерпретация эффективности сложных систем. – К.: Сб. Вычислительная техника и моделирование сложных систем в гражданской авиации. Вып. 3, 1977. – С. 67-72.

5. Боровик О.В., Боровик Л.В. Дослідження операцій в економіці: Навчальний посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 424 с.

6. Боровик О.В., Барановська С.О. Теорія технічних систем: Навчальний посібник. – Хмельницький: Вид. НАДПСУ, 2006. – 96 с.

7. Згуровський М.З., Панкратова Н.Д. Основи системного аналізу. – К.: Видавнича група BHV, 2007. – 544 с.

8. Ефимов Н.В. Высшая геометрия. – М.: Наука, 1978. – 576 с.

Рецензент: д.т.н., проф. Лєнков С.В.

УДК 681.5 **Вялкова В.І.** (ПВНЗ «ЄУ»)

ФРЕЙМОВО-ПРОДУКЦІЙНА МОДЕЛЬ ПОДАННЯ ЗНАНЬ

У статті розглянута фреймово-продукційна модель подання знань. Запропонована трьохшарова структура моделі подання знань, яка базується на змішаній моделі подання знань, де спільно використовуються правила-продукції та система фреймів. Це дозволяє суттєво впливати на характеристики та властивості системи підтримки прийняття рішень та підвищити ефективність роботи системи.

Ключові слова: Модель подання знань, системи підтримки прийняття рішень, фреймово-продукційна модель, модель світу системи, база знань, база даних.

В статье рассмотрена фреймово-продукционная модель представления знаний. Предлогается трехслойная структура модели представления знаний, основанная на смешанной модели представления знаний, где совместно используются правила-продукции и система фреймов. Это позволяет существенно влиять на характеристики и свойства системы поддержки принятия решений и повысить эффективность работы системы.

Ключевые слова: Модель представления знаний, системы поддержки принятия решений, фреймово-продукционная модель, модель мира системы, база знаний, база данных.

The article deals with the frame-production models of knowledge representation. The proposed three-layered structure model of knowledge representation is based on a mixed model of knowledge representation, where shared rules, products and system of frames. This allows significantly affect the characteristics and properties of decision support systems and improve the efficiency of the system.

Keywords: model of knowledge representation, decision support systems, frame-production models, the model of the world system, knowledgebase, database.

Вступ. Спосіб подання знань суттєво впливає на характеристики та властивості системи підтримки прийняття рішень (СППР) і може бути джерелом підвищення ефективності роботи системи.

Виходячи з особливостей задачі прийняття рішень персоналом поста митної служби, як засіб подання знань пропонується змішана модель подання знань (МПЗ), при цьому спільно використовуються правила-продукції та система фреймів.

Постановка завдання дослідження. Знання, якими оперує продукційна система, можна розділити на динамічні (продукційні), тобто такі, що представляють динаміку переходів між станами, і статичні, тобто такі, що описують поточний стан завдання, яке розв’язується в даний час.

Для більш зручного опису складної предметної області (ПО) моделі об'єкт-атрибут-значення виявляється недостатньо. Одним з основних засобів боротьби зі складністю є абстракція [1], проявом якої є побудова в ПО ієрархії абстрактних понять, зв'язаних відношенням спадкування властивостей.

Процес логічного виводу заснований на продукційних правилах та на процесі класифікації або на комбінації обох підходів. Продукційні правила можуть, у свою чергу, подаватися фреймами певного класу або бути виразами базової мови програмування.

З точки зору реалізації, більшість фреймових систем являють собою надбудови над тією або іншою мовою програмування високого рівня, у ролі яких звичайно виступають Ліспи (*KEE*) або Пролог (*THEO*). Продукційно-фреймові й продукційно-об'єктні системи прямого виводу (*CLIPS, JESS*) звичайно реалізуються на традиційних мовах програмування (*C/C++* або *Java*).

Характеристики існуючих моделей подання знань не повністю задовольняють вимогам ефективного прийняття рішень персоналу поста митної служби.

Мета статті. Розробити структуру моделі подання знань, яка впливає на систему підтримки прийняття рішень, що підвищить ефективність роботи персоналу поста митної служби.

Аналіз публікацій. Аналіз літератури [2] показує, що в основі теорії фреймів лежить сприйняття фактів за допомогою зрівняння отриманої ззовні інформації з конкретними елементами й значеннями, а також з рамками, визначеними для кожного концептуального об’єкту у пам’яті. Структура, що представляє ці рамки, називається фреймом.

Інакше кажучи, фрейм – це структура, яка описує фрагмент бази знань (БЗ), що в різній мірі розглядається й обробляється окремо від інших фрагментів. Інші фрагменти, з якими він зв'язаний у фреймі, представлені тільки їхніми іменами (ідентифікаторами), так само як і він у них.

Фрейми підрозділяються на два типи: фрейми-прототипи (або класи) і фрейми-приклади (або екземпляри). Фрейми-прототипи використовуються для породження фреймів-прикладів.

У загальному вигляді фрейм можливо описати як структуру, що складається з імені фрейму, множини слотів, які характеризуються іменами й значеннями, а також множини приєднаних процедур, пов'язаних із фреймом або зі слотами.

$$F = (NF,P,(NS_1,VS_1,P_1),...,(NS_i,VS_i,P_i),...,(NS_n,VS_n,P_n)), \quad (1)$$

де NF – ім'я фрейму, *NS* – ім'я слота, VS – значення слота, P – приєднана процедура.

У фреймах розрізняють два типи приєднаних процедур: процедури-демони й процедури-слуги. Перші з них запускаються автоматично при наявності деяких умов або подій. Процедури-слуги запускаються явно.

Фреймова МПЗ є досить універсальною, оскільки дозволяє відображати все розмаїття знань про ПО.

Фреймова модель задовольняє всі чотири основні ознаки знань – інтерпретованість, структурованість, зв’язаність та активність.

Основними перевагами фреймової МПЗ [3] є те, що вона відображає концептуальну основу організації пам'яті людини, а також її гнучкість і наочність.

Основна частина. Розглянемо знання й дані, що зберігаються в БЗ і бази даних (БД) СППР, як структуру навчальної дисципліни, тобто логічну послідовність подання навчального матеріалу й логічних зв'язків між теоретичним і практичним матеріалом, а також відомості про необхідні для цього технічні і дидактичні засоби навчання.

На множині елементів (розділ, навчальна тема, навчальні заняття тощо) задається множина відносин (забезпечення, включення тощо). Як теоретична основа моделювання використовується фреймове подання знань, а також правила-продукції, якими можна зв'язати окремі слоти фреймової структури навчальної дисципліни.

СППР повинні враховувати індивідуальні особливості тих, хто навчається, їх когнітивні стратегії набуття знань. Для цього моделі знань повинні мати "зворотну" логіку, тобто необхідно на основі запропонованих правил розробити правила, які враховували б можливість ліквідації окремих пробілів у знаннях тих, кого навчають, з теоретичних питань, тем, розділів навчальної дисципліни тощо. Така "зворотна" логіка повинна дозволяти автоматично, за бажанням тих, кого навчають, формувати міні-навчальні плани відновлення знань на якому б етапі навчання вони не перебували, за рахунок можливості звертання до різних рівнів ієрархії системи.

У зв'язку з цим в СППР пропонується трьохшарова структура МПЗ (рис. 1).

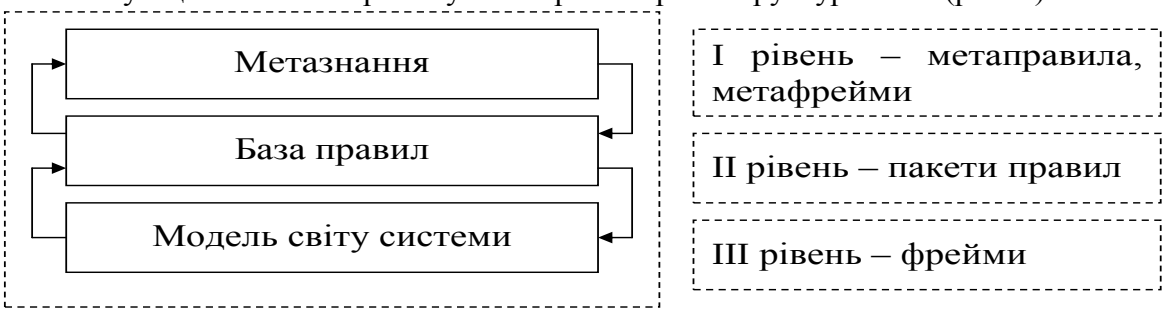


Рис. 1. Структура бази знань системи

Нижній рівень МПЗ становить модель світу системи (МСС), у якій в основному відбиті декларативні, екстенсіональні й фактографічні знання про ПО, користувачів системи й навчально-функціональну структуру. Для подання таких знань у МСС пропонується, як вже зазначалося вище, використовувати фреймовий формалізм. Це пов'язано з тим, що вербальні знання експертів про структуру й побудову предметної області мають ієрархічний, взаємопов'язаний і вкладений характер. Другий рівень МПЗ становить база правил, де зосереджені в основному знання, які мають процедурний та інтенсіональний характер. База правил структурована відповідно до особливостей ПО із пакетів правил. Кожен пакет правил є незалежною продукційною системою. Верхнім рівнем МПЗ є метазнання, в яких відбиті знання про структуру й характер знань моделі навчання. Метаправила, що тут знаходяться, дозволяють здійснити перехід від одного пакета правил у базі правил до іншого. Наявність метазнань дозволяє істотно полегшити процеси створення, налагодження та підтримки в актуальному стані великої БЗ [4].

У загальному випадку МПЗ визначена як четвірка

$$B = < F,\ R,\ M,\ I >, \qquad (2)$$

де F – модель світу системи (фрейми); R – база правил; M – метазнання; I – механізм виводу.

Модель світу визначається як множина фреймів $F=\{f_i\}$, $i=1.2,...,z$.

Кожен фрейм визначається як $f_i =< N^{f_i}, S^{f_i} >$, де N^{f_i} – ім'я фрейму f_i, S^{f_i} – слоти фрейму f_i.

Слоти представляють собою множину $S^{f_i} = \{S_j^{f_i}\}, j = 1,2,..., J$.

Кожен слот є трійкою $S_j^{f_i} = \left\langle L_j^{f_i}, V_j^{f_i}, U_j^{f_i} \right\rangle$, де $L_j^{f_i}$ – найменування слоту $S_j^{f_i}$, $V_j^{f_i}$ – значення слоту $S_j^{f_i}$, $U_j^{f_i}$ – достовірність значення слоту $S_j^{f_i}$.

База правил є множиною пакетів правил $R = (r_k),\ k = 1,\ 2, \ldots, K$.

Кожне правило визначається як п'ятірка $r_k = \left\langle N^{r_k}, A^{r_k}, K^{r_k}, W^{r_k}, E^{r_k} \right\rangle$, де N^{r_k} – ім'я правила r_k, A^{r_k} – антецедент правила r_k, K^{r_k} – консеквент правила r_k, W^{r_k} – вага правила r_k, E^{r_k} – пояснення правила r_k.

Антецедент правила визначається як упорядкована множина $A^{r_k} = \left\{A_m^{r_k}\right\},\ m = 1,2,...,M$,

де $A_m^{r_k}$ – умовний елемент антецедента.

Консеквент правила теж визначається як упорядкована множина $K^{r_k} = \left\{K_n^{r_k}\right\}$, де $K_n^{r_k}$ – дії в правій частині правила.

Метазнання визначаються як $M= <D^M, P^M>$, де D^M – декларативні метазнання; P^M – процедуральні метазнання.

Декларативні метазнання являють собою множину $D^M = \left\{F_p^M\right\},\ p = 1,2,...,P$, де F_p^M – метафрейм.

Процедуральні метазнання являють собою множину $P^M = \left\{P_s^M\right\},\ s = 1,2,...,S$, де P_s^M – метаправило.

Механізм виводу визначається як множина способів пояснень $I=\{I_r\}$ $r=1,2,...,R$, де I_r – спосіб пояснень.

На рис. 2 наведено фрагмент реалізації БЗ СППР. На першому рівні БЗ у МСС зосереджені знання про структуру навчання, зв'язки з зовнішнім світом, індивідуальні моделі

користувачів, включаючи їх інформаційні потреби, коло бути організовані ієрархічні, родовідні та інші стосунки між об'єктами.

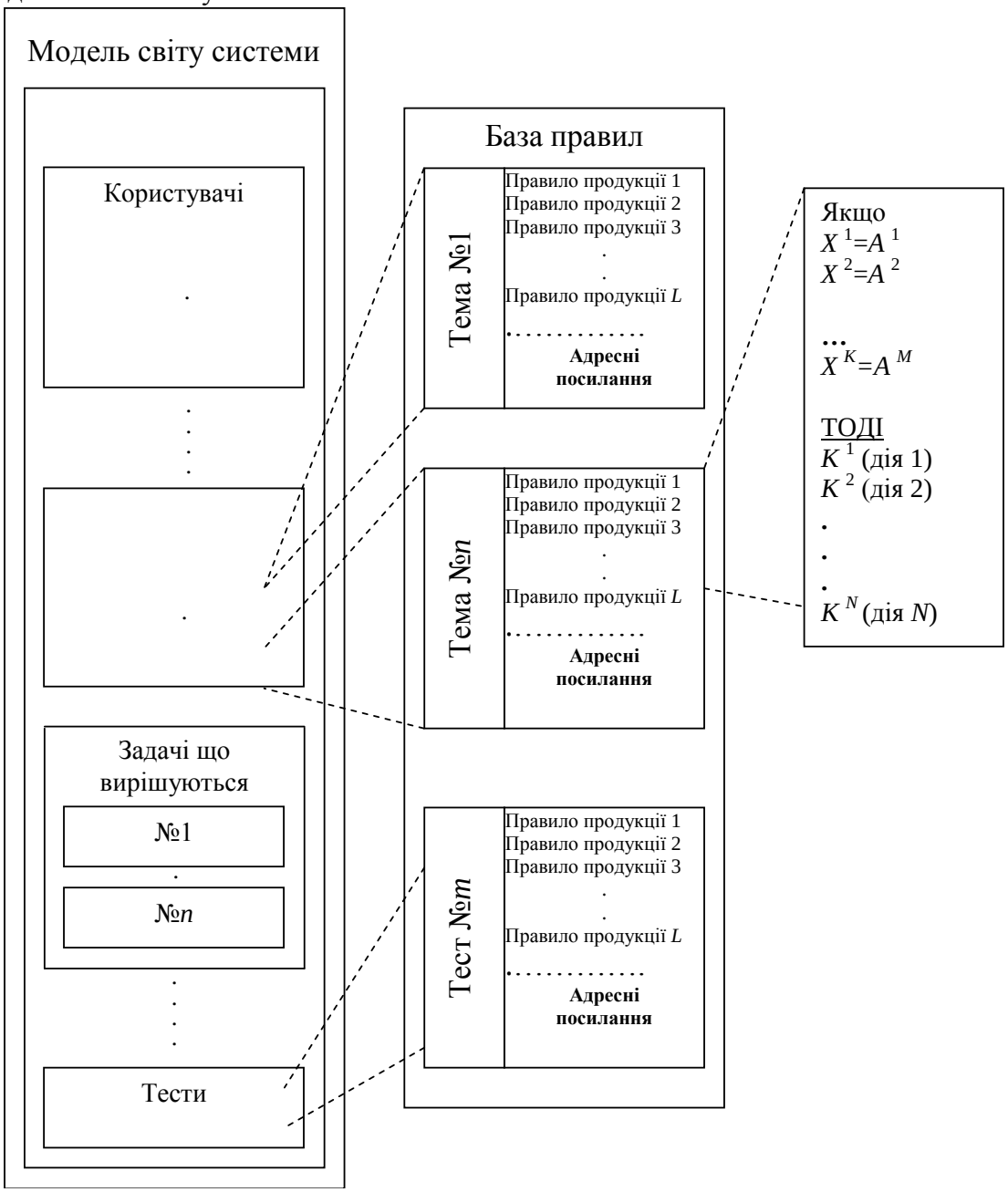


Рис. 2. Фрагмент реалізації БЗ СППР

завдань, що вирішуються, та інші особливості. Об'єкти МСС – теми, лекції, практичні заняття, користувачі тощо – подані у вигляді вкладених фреймів, у слотах яких міститься різна інформація фактографічного й процедурного характеру, що характеризує об'єкти. Перший і другий слоти завжди мають жорстко закріплену семантику (ім'я фрейму та його узагальнене значення – характеристику). Інші слоти також можуть мати конкретну інтерпретацію для цієї ПО.

База правил структурована і складається з пакетів правил, що відповідають підсвіту СППР. Зміст і підсвіт визначають будь-який один погляд на ПО. Правила подані у вигляді продукцій. Якщо A^1 *і* A^2*,..., і* A^M тоді K^1, і K^2*,...,* і K^N , де A^M – фрейм-зразок (і значення його слотів), за яким відбувається зіставлення з фреймами з МСС (у робочій області); K^N – дія, що призводить (у загальному) до зміни МСС і бази правил. Структура (шаблон) запиту в загальному випадку має вид: код об'єкта, код ситуації, значення параметрів. Кожна частина

запиту представлена наборами значень X, що визначають об'єкт, його стан і характеристики. (На рис. 2 – це X^1, X^2,…, X^k).

Дії в правій частини правил можуть бути класифіковані як:

1. Створення, видалення чи модифікація фрейму.
2. Видача повідомлення користувачу на термінал.
3. Введення даних з термінала користувача.
4. Отримання інформації з робочої БД.
5. Занесення чи видалення з бази правил правила чи пакета правил.
6. Припинення роботи механізму виводу й передачі управління планувальнику.

Вихід з одного підсвіту в інший здійснюється по значеннях слоту, однакових для двох різних фреймів з двох різних підсвітів. Тобто забезпечується відносна незалежність знань про різні аспекти реальності, можливість накопичувати, корегувати чи видаляти суперечливі й неповні знання, коли знання в різних підсвітах можуть суперечити одне одному.

Висновки. Запропонована трьохшарова структура моделі подання знань, яка базується на змішаній моделі подання знань, де спільно використовуються правила-продукції та система фреймів. Це дозволяє суттєво впливати на характеристики та властивості системи підтримки прийняття рішень і забезпечує підвищення ефективності роботи системи.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Попов Э.В. Экспертные системы: решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ – М.: Наука, 1987. – 288 с.

2. Представление и использование знаний. Пер. с япон. Под ред. Х.Уэно, М. Исудзуки – М.: Мир, 1990. – 220 с.

3. Субботін С.О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. – 341 с.

4. Кук М.Н., Макдональд Дж. Формальная методология приобретения и представления экспертных знаний // ТИИЭР – 1986. – № 10. – С. 145 – 155.

Рецензент:

УДК681.318 к.т.н. **Гунченко Ю.О.** (ОНТУ)

МОДИФІКОВАНИЙ МЕТОД ОПТИМІЗАЦІЇ СТРУКТУРИ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПОЛІГОНУ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ СПЕЦПІДРОЗДІЛІВ

Розглядається задача синтезу оптимальних обчислювальних систем автоматизованого полігону підготовки фахівців спецпідрозділів. Приводиться нелінійна схема компромісів та її застосування при вирішенні цієї задачі. Розглядається модифікований метод гілок та границь та його порівняння з методом випадкового пошуку. Пропонується підхід для поєднання кращих сторін обох методів.

Ключеві слова: тренажерна система, фахівці спецпідрозділів, підготовка, структура обчислювальної мережі.

Рассматривается задача синтеза оптимальных вычислительных систем автоматизированного полигона подготовки специалистов спецподразделений. Приводится нелинейная схема компромиссов и ее использование при решении данной задачи. Рассматривается модифицированный метод ветвей и границ, а также его сравнение с методом случайного поиска. Предлагается подход для объединения лучших сторон обоих методов.

Ключевые слова: тренажерная система, специалисты спецподразделений, подготовка, структура вычислительной сети.

The problem of synthesis of optimum computing systems of the automated range of preparation of experts of special divisions is considered. The nonlinear scheme of compromises and its use is resulted at the decision of the given problem. The modified method of branches and borders and also its comparison with a method of casual search is considered. The approach for association of the best parties of both methods is offered.

Keywords: training system, experts of special divisions, preparation, computer network structure.

Вступ. Одним із напрямків ефективної підготовки фахівців спецпідрозділів (ФСП) є широке застосування сучасних тренажерних систем (ТС) на автоматизованих полігонах. При цьому під ТС розуміється сукупність тренажерів ФСП, тренажерних комплексів підрозділів та частин, об'єднаних ієрархічними, системоутворюючими, інформаційними зв'язками, що забезпечують підготовку ФСП та їх злагодження по єдиній імітованій тактичній обстановці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Особливістю застосування таких систем підготовки фахівців є можливість за допомогою імітаційних моделей тактичної обстановки, що включає розвиток та наслідки дій терористичних груп (ТГ) і ФСП, оцінити ефективність приймальних рішень фахівцями підрозділів усіх рівнів при різноманітних варіантах їх дій. Аналіз сучасної літератури [1-4] показує, що розробка подібних навчальних систем ведеться розрізнено та без належного наукового та методичного обґрунтування. Однією з причин відсутності в даний час таких тренажерних систем є не досить повна проробка питань обгрунтування структури обчислювальної мережі (ОС) ТС.

Метою статті є розробка модифікованого методу оптимізації структури обчислювальної мережі ТС автоматизованого полігону підготовки фахівців спецпідрозділів.

Виклад основного матеріалу дослідження. За допомогою імітаційної моделі тактичної обстановки на усіх тренажерах ФСП повинно забезпечуватись:

відображення району дій ТГ і ФСП з використанням електронних карт місцевості;

відображення з високим ступенем деталізації розташування на місцевості сил та засобів (ФСП та ТГ) з врахуванням інженерного обладнання району тактичних дій, маскуючих та захисних властивостей місцевості;

нарощування тактичної обстановки у відповідності з задумом навчання (тренування);

урахування бойових можливостей озброєння ТГ та ФСП, наявності боєприпасів до початку та в ході тактичних дій, а також можливостей технічного забезпечення;

імітація двостороннього вогневого, радіоелектронного і оптико-електронного впливу та його результатів з врахуванням можливих варіантів дій ТГ і рішень ФСП в ході навчання (тренування);

визначення оцінки прийнятих ФСП рішень в любий момент навчання (тренування);

повторене відтворення на засобах відображення, при необхідності, любих тактичних ситуацій та епізодів обстановки в різній послідовності в необхідній кількості разів;

корегування рішень командного складу в любий момент часу.

Задача оптимізації структури обчислювальної мережі ТС є в достатній мірі складною тому, що вона є багатокритеріальною (критерій, що описує якість і надійність мережі завжди суперечить критерію вартості мережі) і дискретною. Критерій якості мережі – є певним узагальнюючим поняттям, яке містить у собі такі параметри як живучість, надійність та перешкодостійкість.

Нехай задані вузли мережі зв'язку і їхні координати Vxi, Vyi, i=1,…, n. Всі можливі для даних вершин топології утворюють множину L. Ставиться задача знайти таку топологію $l_i \in L$ щоб

$$F_S(l_{iв}) \to max, \tag{1}$$

$$W(l_i) \to min, \tag{2}$$

де *Fs* – критерій якості мережі*, а W* – вартість будівництва та експлуатації мережі [5, 6].

Розглянемо метод скалярної згортки за нелінійною схемою компромісів і його можливе застосування при розв'язанні задачі синтезу обчислювальної мережі ТС.

Нехай задана множина можливих розв'язків $X \subset E^n$, що складається із векторів $x=\{x_i\}_{i=1}^n$ n-мірного Евклідового простору, компоненти яких можуть приймати тільки дискретні значення: $x_i=x_i^{(j)}$, $j \in [1,J_i]$, $J_i \geq 2$, $i \in [1,n]$. Рішення приймається при зовнішніх впливах, що описуються вектором r, заданим на множині можливих факторів R. Ситуація, що складається в результаті прийняття багатокритеріального рішення x у заданих умовах r, характеризується декартовим добутком $C=X \times R$.

Якість рішення оцінюється за сукупністю окремих суперечливих критеріїв, що утворюють s-мірний вектор $y(x)=\{y_k(x)\}_{k=1}^s$, що визначений на множині X. Вектор часткових критеріїв обмежений допустимою областю: $y \in M$.

Ставиться задача: визначити таке рішення $x^* \in X$, що при заданих умовах, зв'язках і обмеженнях оптимізує вектор ефективності y(x).

Не втрачаючи загальності будемо вважати, що всі часткові критерії потребують мінімізації і що вони невід'ємні та обмежені, запишемо

$$M=\left\{y \middle| \; 0 \leq y_k(x) \leq A_k, \; k \in [1, s]\right\}.$$

Тут $A=\{A_k\}_{k=1}^s$ – вектор обмежень. Дана система нерівностей являє собою структурований вираз (паралелепіпед) допустимої області $y \in M$.

Визначення багатокритеріального рішення за своєю природою компромісне. Обравши схему компромісів, можна перейти від загального векторного виразу до скалярної згортки окремих критеріїв, що є основою для побудови конструктивного апарату рішення багатокритеріальних задач. Якщо використовується спосіб скалярної згортки, то математично модель рішення задачі векторної оптимізації запишеться у вигляді

$$x^* = \arg\min_{x \in X} Y[y(x)],$$

де Y(y) - скалярна функція, яка має зміст скалярної згортки вектора часткових критеріїв, вигляд якої залежить від обраної схеми компромісів.

Основна складність переходу від векторного критерію якості до скалярної згортки полягає в тому, що вона повинна являти собою конгломерат окремих критеріїв, важливість кожного з яких у загальній оцінці змінюється в залежності від ситуації. У різних ситуаціях ранг "найбільш важливого" можуть одержувати різноманітні часткові критерії. Іншими словами, скалярна згортка часткових критеріїв повинна бути виразом схеми компромісів, що адаптується до ситуації. Поняття ситуації, що виражається двійкою C=<r,x> із декартового

добутку **R x X,** є фундаментальним для теорії векторної оптимізації, тому що воно, будучи об'єктивним, є єдиною опорою при спробах формалізації вибору схеми компромісів. Введемо поняття напруженості ситуації як міри близькості відносних часткових критеріїв до своїх граничних значень:

$$\varsigma_k(r, x) = A_k - y_k(r, x), \quad k \in [1, s]. \tag{3}$$

Ця система є структурованою характеристикою поняття ситуації C=<r,x>, r∈R, x∈X.

У [5] викладено змістовний аналіз тих правил, що є загальними для всіх осіб, що приймають рішення (ОПР), незалежно від їхніх індивідуальних схильностей, яких вони однаково дотримуються в тій або іншій ситуації. На підставі цього аналізу задача вибору схеми компромісів заміняється еквівалентною задачею синтезу деякої єдиної скалярної згортки часткових критеріїв, що у різноманітних ситуаціях виражали би різні принципи оптимальності. Синтезована функція Y(y):

повинна бути гладка і монотонна;

у напружених ситуаціях повинна виражати принцип мінімакса;

у спокійних умовах - принцип інтегральної оптимальності;

у проміжних випадках повинна призводити до парето-оптимальних рішень, що дають різні міри часткового задоволення критеріїв.

Іншими словами, така універсальна згортка повинна бути виразом схеми компромісів, *що* адаптується до ситуації. Можна сказати, що адаптація і спроможність до адаптації - головна змістовна сутність дослідження багатокритеріальних систем. Для цього необхідно, щоб у вираз для скалярної згортки в явному вигляді входили характеристики напруженості ситуації (3). В якості такої функції пропонується уніфікована скалярна згортка за нелінійною схемою компромісів

$$Y(y)= \sum_{k=1}^{s} A_k \left[A_k - y_k(x)\right]^{-1}, \tag{4}$$

що виражає принцип «подалі від обмежень». У [6] показано, що нелінійна схема компромісів задовольняє умові парето-оптимальності. Розроблено аксіоматику нелінійної схеми.

Перевагою концепції нелінійної схеми компромісів є можливість прийняття багатокритеріального рішення формально, без особистої участі людини. При цьому на єдиній ідейній основі вирішуються як задачі, що мають значення для загального використання, так і ті, основною змістовною сутністю яких є задовільнення індивідуальних переваг ОПР. Апарат нелінійної схеми компромісів, розроблений як формалізований інструмент для дослідження систем керування із суперечливими критеріями, дозволяє практично вирішувати багатокритеріальні задачі широкого класу.

Таким чином при розрахунку узагальненого критерію використовується такий вираз

$$\Phi = K_{\Phi 1}(1 - F_S)^{-1} + K_{\Phi 2}(1 + \varepsilon - W)^{-1}$$

$$\sum_{i=1}^{2} K_{\Phi i} = 1,$$

де ε - деяка достатньо мала величина, яка служить для того, щоб уникнути ділення на нуль при *W=1*. При значеннях *W* близьких до *0* цей коефіцієнт мало впливає на значення узагальненого критерію. При наближенні *W* до 1 (напружена ситуація) його вплив на узагальнений критерій збільшується. Даний підхід можна використовувати тільки у випадку, якщо точно відомо значення *Wmax* . У випадку, якщо *Wmax* невідомо, можлива ситуація коли *W* більше *1*, у цьому випадку можливо ділення на *0* при розрахунку узагальненого критерію. У нашому випадку *Wmax* легко підрахувати – це вартість будівництва повнозв'язної мережі (усі вершини сполучені безпосередньо з усіма).

Розглянемо і порівняємо алгоритм випадкового пошуку і модифікований алгоритм гілок та границь для пошуку оптимальної структури.

У методі випадкового пошуку оптимізація відбувається шляхом генерації деякої кількості зв'язних мереж зв'язку і вибору з них оптимального варіанту. У якості додаткових параметрів настроювання оптимізаційного процесу виступають: мінімальна кількість ребер для видалення при генерації мережі (Rmin), максимальна кількість ребер для видалення при генерації мережі (Rmax), кількість ітерацій (Imax).

Кількість ітерацій означає кількість мереж, що будуть згенеровані і з яких буде провадитись вибір оптимального варіанту. Чим більше значення цього параметра тим вище достовірність отриманих результатів тому, що збільшується кількість розглянутих випадків.

Розглянемо тепер модифікований метод гілок та границь.

У цьому випадку оптимізація відбувається шляхом вибору оптимального ребра для видалення на кожному кроці ітераційного процесу.

В якості додаткових параметрів настроювання оптимізаційного процесу виступають: кількість ітерації (Imax) і ознака зупинки при відсутності листів дерева оптимізації з кращими показниками ніж нетермінальні вузли.

Для проведення оптимізації будується повнозв'язна мережа, а потім відбувається видалення ребер у відповідності зі значенням узагальненого критерію. Для проведення оптимізації будується дерево оптимальних рішень. Його вузлами є варіанти мереж, а ребрами факт видалення одного відповідного ребра з мережі верхнього рівня. Таким чином, чим нижче ми просуваємося по дереву тим більше ребер вилучається і тим менше їх залишається. На кожному наступному кроці вибирається термінальна вершина дерева з найкращим значенням узагальненого критерію оптимізації і розглядаються всі можливі варіанти видалення одного ребра з обраної мережі. Всі отримані варіанти і значення узагальненого критерію заносяться до дерева оптимізації, а обрана вершина перестає бути термінальною. Тепер знову вибирається найкраща термінальна вершина і процес повторюється поки не вичерпаються всі термінальні вершини, не вичерпається лічильник ітерацій або (при включеній ознаці зупинки) не трапиться ситуація коли оптимальне рішення не належить термінальному вузлу.

Алгоритм може бути перерваний на будь-якій ітерації. У цьому випадку ми одержуємо кращий результат для даної кількості ітерацій.

Розглянемо алгоритм оптимізації.

Крок 0. Створити повнозв'язну мережу і встановити її в якості кореня дерева оптимізації S_0.

Крок I. Знайти в дереві оптимізації лист із найкращим значенням узагальненого критерію (на першому кроці це буде корінь дерева - тому що він єдиний вузол дерева) $S = S_I$. Обчислити всі можливі варіанти видалення одного ребра з мережі і отриманий результат занести до дерева оптимізації. Повторювати цей крок поки не досягне межі лічильник кількості ітерації або не залишиться жодного допустимого термінального вузла.

На основі описаних алгоритмів була розроблена комп'ютерна програма для проведення розрахунків структури мереж.

Коротко розглянемо отримані на тестовому прикладі результати.

Вихідні дані для оптимізації:

$K_{довж}$ =50	Коефіцієнт перерахунку відстаней із деяких умовних одиниць у кілометри. Таким способом координати вузлів можуть бути задані в будь-яких одиницях виміру (безрозм.)
$W_{кап}$ = 1000	Вартість капітальних витрат на будівництво й експлуатацію одного кілометра мережі зв'язку (в у.о.)
$E_н$ = 1	Коефіцієнт окупності капіталовкладень (безрозмірний)
N = 20	Кількість вузлів мережі (безрозмірний)

Координати вузлів:

9.8 10	10.25 11.2	8.9 3.7	13.65 4.7
10.4 14.4	9 11.6	7.2 5	17.65 5.1
10.9 17	8 9.1	7.1 4.5	11.75 2.45
10.5 15.5	8 6.85	6.45 5.6	15.1 5.3
10.3 13.2	9.4 8	8.15 5.9	13.65 4.4

Нижче наведена порівняльна таблиця результатів розрахунку.

Опис	Метод випадкового пошуку	Метод гілок та границь
Кількість ітерацій	1000	200
Додаткові параметри методів	Rmin = 50 Rmax = 171	
Значення критеріїв	Fs: 1,39557965832538	Fs: 1,32417186843977
Час розрахунку	1 хв	18 хв

Виходячи з порівняльної таблиці результатів розрахунку метод меж та гілок дає кращий показник ефективності, але потребує більших обчислювальних ресурсів. У зв'язку з цим цікавим є поєднання обох методів. Цілком зв'язана мережа апріорі має погане значення критерію оптимальності і знаходиться далеко від оптимального рішення. У зв'язку з цим неефективно використовувати її в якості базової.

Для реалізації технології інтенсивного навчання повинна забезпечуватися адаптивна зміна швидкості видачі навчальних завдань з центральної ПЕОМ ТС на ПЕОМ тих, кого навчають. При цьому фізичне з'єднання центральної ПЕОМ з ПЕОМ ФСП може здійснюватися через внутрішню комп'ютерну мережу, що забезпечує реалізацію гнучкої віртуальної структури ТС для найбільш ефективного проведення усіх видів занять та тренувань ФСП [7].

Висновок. Таким чином метод випадкового пошуку ефективно використовувати для генерації початкових базових мереж, а метод меж та гілок – для поліпшення їх характеристик. У цьому випадку оптимізація проводиться в два етапи. На першому етапі за допомогою методу випадкового пошуку будується деяка випадкова оптимальна мережа, а потім на другому – вона використовується як базова (коренева) для методу меж та гілок, за допомогою якого вона поліпшується.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Машбиц Е.И. Психолого-педагогические проблемы компьютеризации обучения / Машбиц Е.И. – М.: Педагогика, 1988. – 192 с.

2. Петрушин В.А. Интеллектуальные обучающие системы: архитектура и методы реализации (обзор) / В.А. Петрушин // Техническая кібернетика. – 1993. – № 2. – С. 164 - 189.

3. Бондаренко В.Е. Некоторые вопросы теории обучающих игр / В.Е. Бондаренко. – Препринт-139. АН УССР. - К: Ин-т проблем моделирования в энергетике, 1988. – 37 с.

4. Шибанов Г.П. Количественная оценка деятельности человека в системах человек-техника / Шибанов Г.П. – М.: Машиностроение, 1983. – 263 с.

5. Воронін А.Н. Сложные технические и эргатические системы / А.Н. Воронін, Ю.К. Зіатдінов, А.В. Харченко.– Харків: Факт, 1997. – 240 с.

6. Воронін А.Н. Векторная оптимизация динамических систем А.Н. Воронін, , В.С. Чабанюк, Ю.К. Зіатдінов, А.И. Козлов. – К.: Техніка, 1999. – 284 с.

7. Гунченко Ю.О. Модель функціонування адаптивної тренажерної системи для підготовки фахівців спецпідрозділів / Гунченко Ю.О., Лєнков С.В. // Інформатика та математичні методи в моделюванні. – 2011. – № 3. – С.260 – 265.

Рецензент: д.т.н., проф. Лєнков С.В.

УДК 004.891.3

к.т.н., доц. **Джулій В.М.** (ХмНУ)
Зінченко В.М. (НТУ «КПІ»)

МЕТОДИ ПОБУДОВИ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ СМАРТ-ТЕХНОЛОГІЙ

У статті представлено підхід до розробки інтегрованої ІС ВНЗ із застосуванням механізму ідентифікації доступу на основі смарт-технологій. Мультифункціональність смарт - карти дозволяє зберігати повну хронологічну історію одержання студентом оцінних балів по всіх предметах, за весь період навчання. Також за рахунок такого засобу ідентифікації скоротиться час обслуговування користувачів окремими підрозділами університету (частину операцій користувач може використовувати самостійно) а також буде забезпечений повний аудит виконуваних операцій.

Ключові слова: смарт-технології, смарт-карти, інформаційна система.

В статье представлено подход к разработке интегрированной ИС ВУЗа с применением механизма идентификации доступа на основе смарт-технологий. Мультифункциональность смарт - карты позволяет сохранять полную хронологическую историю получения студентом оценочных баллов по всем предметам, за весь период обучения. Также за счет такого средства идентификации сократится время обслуживания пользователей отдельными подразделениями университета (часть операций пользователь может использовать самостоятельно), а также будет обеспечен полный аудит выполняемых операций.

Ключевые слова: смарт-технологии, смарт-карты, информационная система.

This paper presents the development of an integrated approach to IP university using the mechanism of access authentication based on smart technology. Multifunctionality of smart - card can store the full chronological history of obtaining student evaluation scores for all subjects, for the entire period of study. Also, due to such a means of identifying users reduce service time by individual university departments (part of the operations, you can use your own), and will be provided with a full audit of the operations.

Keywords: smart technology, smart cards, information system.

Вступ. На сьогоднішній день жоден учбовий заклад не обходиться без застосування персональних комп’ютерів (ПК). Застосування ПК значно полегшує роботу ВНЗ вирішуючи багато питань. Для більш оперативної роботи ПК їх об’єднують в інформаційні мережі, які називаються інформаційними системами. На сьогоднішній день більшість ВНЗ володіють однією або декількома інформаційними системами (ІС), які вирішують завдання як навчально-організаційного, так і фінансового процесу. Сучасні тенденції проектування ІС допускають створення інтегрованих інформаційних систем (ІІС) ВНЗ [1]. З огляду на специфічність ІС ВНЗ (а саме: використання парку комп'ютерів малої потужності у якості автоматизованих робочих місць користувача - АРМ), необхідна модель, що поєднує в собі переваги сучасних функціональних можливостей інтеграції (інтеграція на рівні бізнес-процесів ВНЗ) і не пред'являє спеціальних вимог до АРМ. Інколи інформаційна система являє собою різні підсистеми, що експлуатуються в різних службах університету, і найчастіше не зв'язаних між собою. Такі підсистеми, як правило, створюються різними групами розробників при використанні різного програмного забезпечення (ПЗ). Внаслідок цього, вони не мають єдиного початку, що робить складним процес інтеграції їх у єдину систему. Недоліком є й те, що ті самі дані дублюються в різних додатках різних підсистем. Системи повинні бути гнучкими з погляду бізнес-компонентів, відкритими на рівні технологій об'єктної взаємодії, і використовувати стандартні базові технології[2]. Чим більше розробників обчислювальних систем підтримують стандарт, тим нижче ймовірність витрат при інтеграції як програмних, так і апаратних комплексів.

Постановка задачі. Сучасний розвиток комп'ютерних мереж, встановив фактичний стандарт на застосування технології «клієнт-сервер». Але для вирішення інформаційної проблеми «розвантаження» клієнтського програмного забезпечення потрібна концентрація бізнес-логіки із сервера та клієнта на окремій середній ділянці. При цьому необхідний

стандартизований протокол взаємодії підсистем, для забезпечення можливості, використання програмного забезпечення написаного на різних мовах програмування й працюючих на різних апаратних платформах[3]. Будь-яка ІС має ряд обмежень по продуктивності, швидкодії та іншим експлуатаційним характеристикам. Враховуючи задачі які буде виконувати ІС можна виділити наступні фактори які матимуть безпосередній вплив на стратегію реалізації ІС:

- наявність великого обсягу загальної метаінформації, яка використовується у ВНЗ;
- потреба інтеграції інформаційних ресурсів ВНЗ в єдиний освітній ресурс, доступний для глобального аналізу й оцінки;
- потреба в оперативності й обґрунтованості прийняття рішень;
- потреба в інформаційній взаємодії між підрозділами ВНЗ;
- потреба в безперервній зміні інформаційних ресурсів;
- потреба в інформуванні громадськості про наявні освітні, матеріальні й інші ресурси ВНЗ.

Основні проблеми, з якими зустрічаються розробники в ході розробки інформаційних систем наступні:

- прикладне завдання створення високонадійних та високопродуктивних програмних комплексів, що працюють із великою кількістю користувачів;
- інтеграція різних систем, що базуються на різних апаратних платформах, і мають різні програмні інтерфейси.

Для таких складних систем ефективність роботи не можливо визначити однією величиною, для вирішення цього питання використовують певний набір характеристик. Основними характеристиками ІС є :

- продуктивність (характеристика обчислювальної потужності системи, що визначає кількість обчислювальної роботи, виконуваною системою за певний проміжок часу);
- час відповіді (часова характеристика яка визначає довжину відповіді системи на запит);
- надійність (характеристика система яка визначає стійкість системи відносно різних чинників, факторів що можуть впливати на роботу системи);
- вартість (грошова характеристика визначає вартість реалізації та підтримку дієздатності системи).

Крім цих загальноприйнятих характеристик, значення яких можна виразити кількісно, можуть використатися інші показники, що відображають специфічні вимоги користувачів при розгляді конкретної ІС.

При перевищенні програмно-апаратних можливостей ІС, частина запитів буде відхилена. Для забезпечення підтримки продуктивності системи на максимальному рівні, при великому навантаженні на окремі інформаційні вузли, буде необхідний ефективний механізм визначення пріоритетності інформаційних запитів користувача.

Основна частина. Для вирішення даної задачі пропонується створення ІС з застосуванням старт - технологій для ідентифікації користувачів. Сучасні тенденції використання засобів ідентифікації демонструють швидкий ріст використання електронної ідентифікації користувачів. Класифікація таких засобів зображена на рис. 1.

Найбільш розповсюдженим засобом ідентифікації користувачів є застосування смарт-карт[4]. Основним критерієм вибору засобу ідентифікації для користувачів ВНЗ є – застосування смарт-карт які мають основну для даного випадку перевагу (мінімальну вартість при допустимому рівні функціональності). Смарт-карти являються найбільш перспективним типом пластикових карт з точки зору функційних можливостей

Побудовані на основі смарт-технологій ІС дозволяють істотно скоротити тривалість процесу ідентифікації власника смарт-карти в порівнянні з використанням паперових посвідчень особи. Специфіка роботи ВНЗ пов’язана з багатьма операціями такими як:

- перевірка дійсності документів студентів при здачі іспитів;
- надання доступу до бібліотечного фонду;

- доступу в навчальні класи з персональними комп'ютерами;
- надання доступу в Internet;
- контроль доступу в гуртожитки.

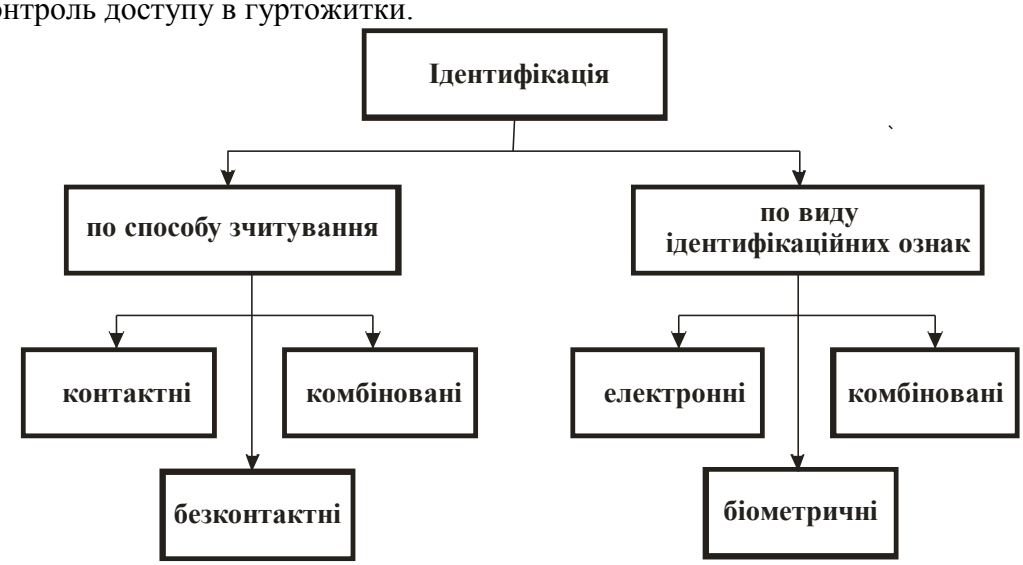


Рис. 1. Класифікація видів ідентифікації

Сучасні методи моделювання ІС не містять засобів встановлення відносної пріоритетності виконання технологічних операцій. Результатом чого, може бути неефективна робота системи в моменти пікового навантаження. При наявності функціональної можливості використання черги заявок у СКБД, система буде зайнята обробкою заявок що поступили на опрацювання, використовуючи метод FIFO (обслуговування в порядку надходження), відхиливши всі додаткові заявки, що надійшли при перевищенні програмно-апаратних можливостей ІС. Сучасні методи моделювання ІС не дозволяють враховувати вплив фактору загальної продуктивності ІС на пріоритетність виконання запитів. Таким чином, при збільшенні навантаження на апаратну частину системи, можливо неефективний розподіл машинного часу (перевантаження сервера).

Висновок. Таким чином, розробка інтегрованої ІС ВНЗ із застосуванням механізму ідентифікації доступу на основі смарт-технологій є актуальним завданням. Мультифункціональність смарт - карти дозволяє зберігати повну хронологічну історію одержання студентом оцінних балів по всіх предметах, за весь період навчання. Також за рахунок такого засобу ідентифікації скоротиться час обслуговування користувачів окремими підрозділами університету (частину операцій користувач може використовувати самостійно) а також буде забезпечений повний аудит виконуваних операцій.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации / А.П. Ротштейн. – Винница "Универсум-Винница", 1999. – 320с.

2. Мулен Э. Кооперативное принятие решений: аксиомы и модели / Э. Мулен. – М; Мир , 1991. – 463с.

3. Советов Б.Я. Моделирование систем : учебник для вузов / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2001. – 343с: ил.

4. Новиков Д.А. Сетевые структуры и организационные системы /Д.А. Новиков / М.: ИПУ РАН, 2003. – 102 с.

5. Липаев В.В. Проектирование программных средств: учеб. пособие для ВУЗов / В.В. Липаев. – М.: Высшая школа, 1990. – 303 с, ил.

6. Ревунков Г.И. Базы и банки данных и знаний / Г.И. Ревунков. – М.: Высшая школа, 1992. – 472 с.

Рецензент: д.т.н., проф. Жердєв М.К.

УДК 621.3(045)

д.т.н., проф. **Зубарєв В.В.** (ВІКНУ)
к.т.н. **Зінчик А.Г.** (ВІКНУ)
Лєнков О.С. (ВІКНУ)
Савран В.О. (ВІКНУ)
Солодєєва Л.В. (ВІКНУ)

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ІСНУЮЧИХ АЛГОРИТМІВ СТИСНЕННЯ ВІДЕОІНФОРМАЦІЇ

У статті розглядається можливість застосування існуючих алгоритмів стиснення відеоінформації для реалізації технічного забезпечення дистанційного надання даних в режимі реального часу (розроблення і підтримки веб-ресурсів, забезпечення інтерактивного спілкування слухачів і викладачів, тестування, управління навчальним процесом).
Ключові слова: алгоритми стиснення, відеоінформація, цифрові відеостандарти.

У статті розглядається можливість застосування існуючих алгоритмів стиснення відеоінформації для реалізації технічного забезпечення дистанційного надання даних в режимі реального часу (розроблення і підтримки веб-ресурсів, забезпечення інтерактивного спілкування слухачів і викладачів, тестування, управління навчальним процесом).
Ключові слова: алгоритми стиснення, відеоінформація, цифрові відеостандарти.

In the article the possibility of application of existent algorithms of compression of video information is examined for realization of the technical providing of the controlled from distance grant of information real-time (development and support of veb-resources, providing of interactive intercourse of listeners and teachers, testing, educational process control).
Keywords: algorithms of compression, video information, digital videostandards.

Постановка проблеми. Сучасні системи передавання і зберігання цифрових фотографій, відео та інше використовують алгоритми стиснення зображень. Стиснення даних є надзвичайно важливим і актуальним практичним завданням у зв'язку з інтенсивним розвитком комп'ютерних засобів комунікації. На сьогодні це одне з надзвичайно важливих завдань для науковців усього світу, оскільки функціонування супутникових систем цифрового телебачення, цифрових фото- і відеокамер, відеотелефонів, інтернет-систем відеоконференцій неможливе без стиснення відеозображень. Відео – це по суті тривимірний масив кольорових пікселів. Два виміри означають вертикальний і горизонтальний розміри кадру, а третій вимір – момент часу. Кадр – це масив усіх пікселів, які розміщені перед камерою в певний момент часу, або просто зображення. Стиснення відео було б неможливе, якби кожен кадр був унікальним, а розміщення пікселів – повністю випадковим, але це не так. Тому можна стискати, по-перше, саме зображення – наприклад, фотографія блакитного неба без сонця фактично зводиться до опису граничних точок і градієнта заливки. По-друге, можна стискати схожі сусідні кадри. Зрештою алгоритми стиснення картинок і відео схожі, якщо розглядати відео як тривимірне зображення з часом як третю координату.

Ціль роботи. Метою даної статті є подальший аналіз й практичне застосування алгоритмів стиснення відеоданих, отриманих шляхом передачі інформації за допомогою супутникових систем цифрового телебачення, цифрових фото- і відеокамер, відеотелефонів, інтернет-систем відеоконференцій.

В табл. 1 представлена історія виникнення основних стандартів, які застосовувалися в практиці для стиснення відеоінформації

Таблиця 1

Стандарт	Рік виникнення	Що нового
H.261	1993	16/16 цілочисельна компенсація руху 8×8 *DPCM/DCT*, перетворення, *VLE* кодування
MPEG-1	1993	Ві-прогнозування, *half-* компенсація руху
MPEG-2	1997	Вибір якості, *Profiles u Levels, Interlaced video*
H.263	1998	Підтримує передачу данних нижче 30 кбіт/сек, *P-slice* можуть містити I-блоки
H.263+, *H.263++* *H.26L*	2001 2001 2002	1) Підтримує всі швидкості передачі в бітах. 2) Акцент на похибках 3) *Long-term* и подальший розвиток до *H.264*
MPEG-4	1998	
H.264	2003-2011	10-ая часть *MPEG-4*, см далее

На рис. 1 представлена залежність основних стандартів стиснення відеоінформації від швидкості передачі даних та їх удосконалення в період з 1994 по 2011 р.р.

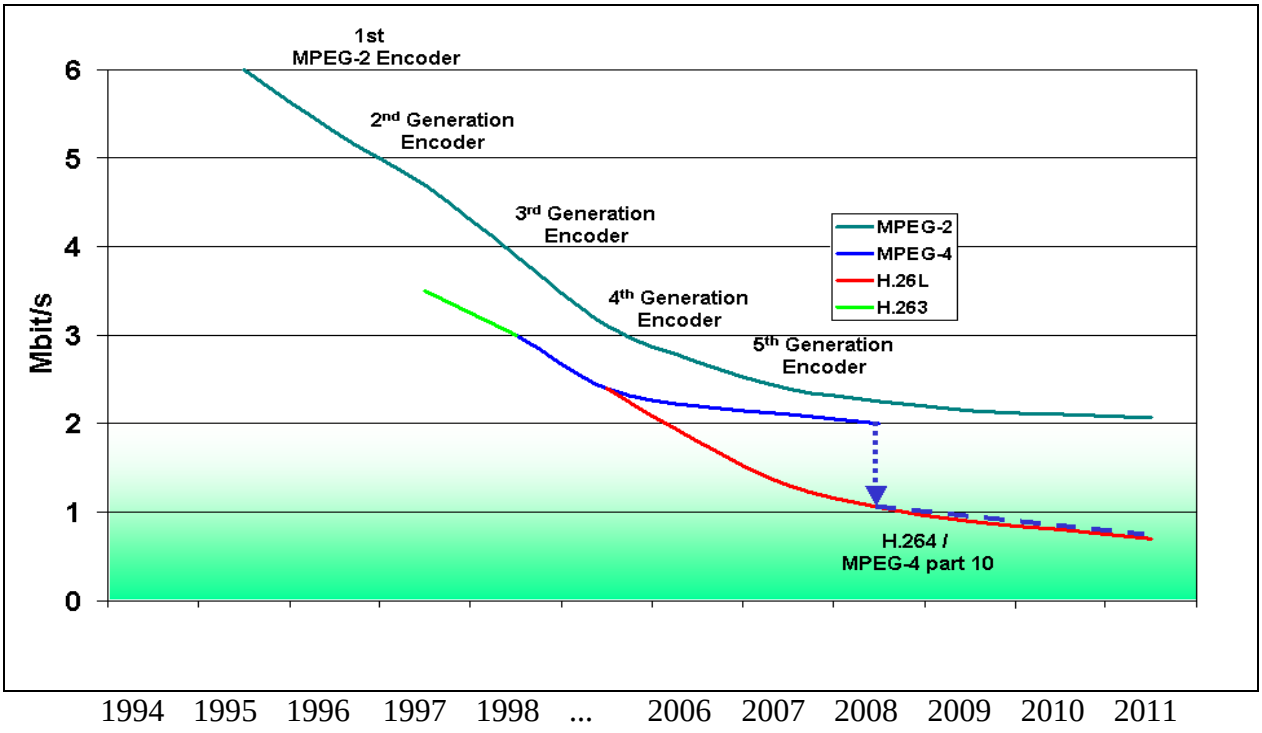


Рис. 1. Залежність основних стандартів стиснення відеоінформації від швидкості передачі даних та їх удосконалення в період з 1994 –по 2011 р.р.

Особливості використовуваного формату *h264*:

– багаторежимна компенсація руху;

– 1/4-, 1/8-компенсація руху;
– B-предсказування;
– цілочисельне перетворення над блоками 4×4;
– багаторежимне intra-предсказування;
– deblocking-фільтр;
– entropy-кодирование;
– *NAL (Network Abstraction Layer)* ;
– *SP, SI -slice*;

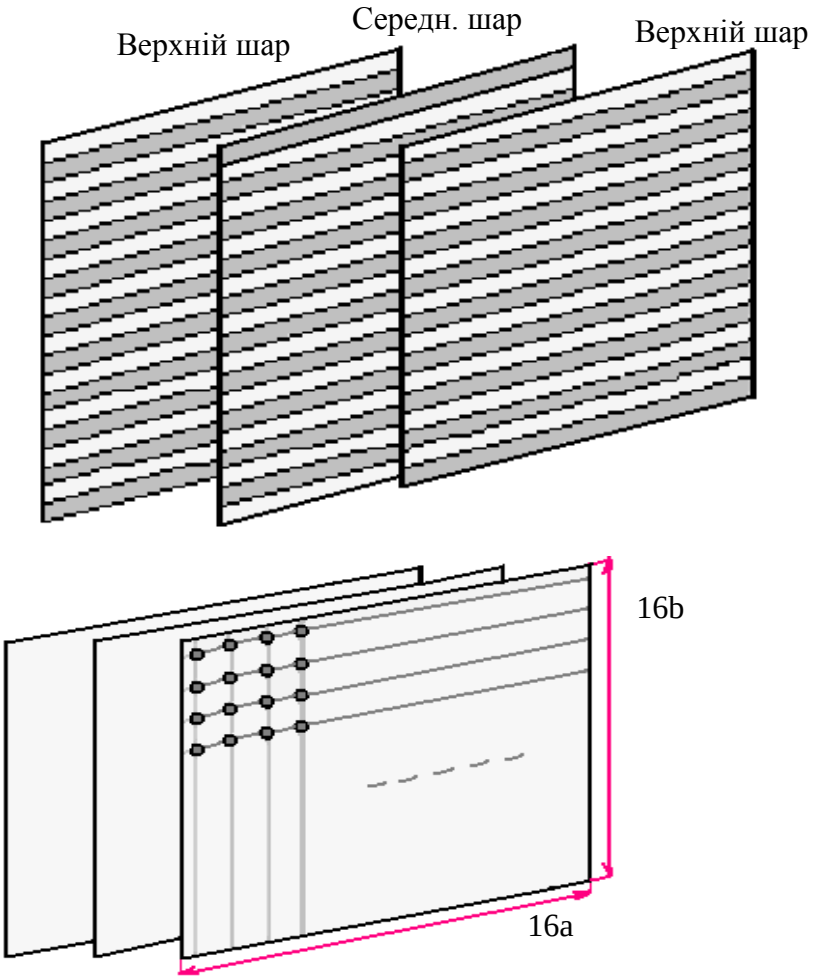


Рис. 2. Зображення у форматі *h264*

– Кодуються окремі зображення (фреймы)
– *H.264* підтримує *progressive* і *interlaced* формати відео
– Розмір зображення повинен бути кратним 16 по обом вимірам

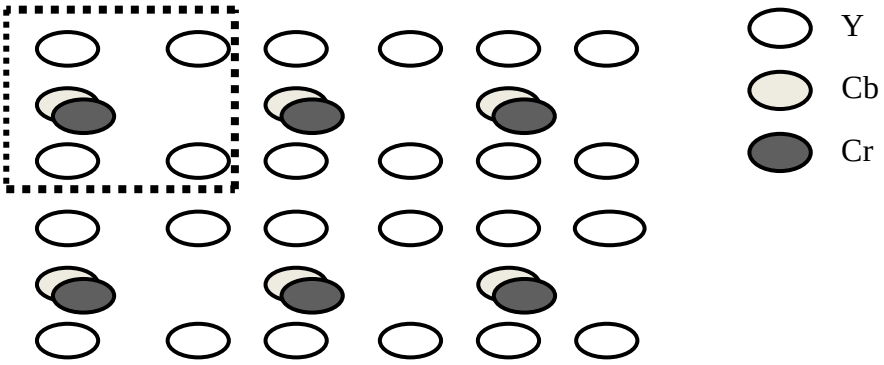


Рис. 3. Зображення у форматі *YCbCr*

Зображення представлено в форматі $YCbCr\,4:2:0$

$$Y = 0{,}299R + 0{,}587G + 0{,}115B$$

$$Cb = 0{,}564(B - Y)$$

$$Cr = 0{,}713(R - Y)$$

Зображення розбивається на макроблоки розмірами 16×16 по компоненті яскравості і, відповідно, розміри 8×8 для кольорових компонент.

Процес кодування зображено на рис. 4:

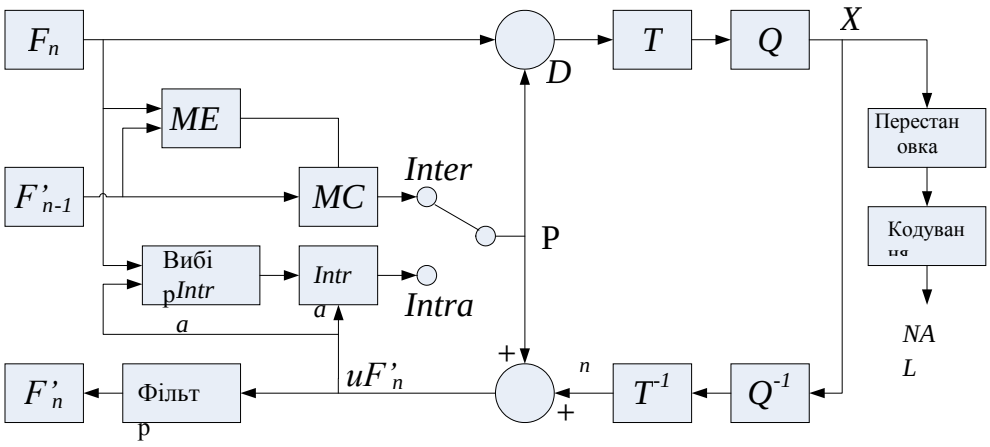


Рис. 4. Процес кодування

Процес декодування зображено на рис. 5 нижче:

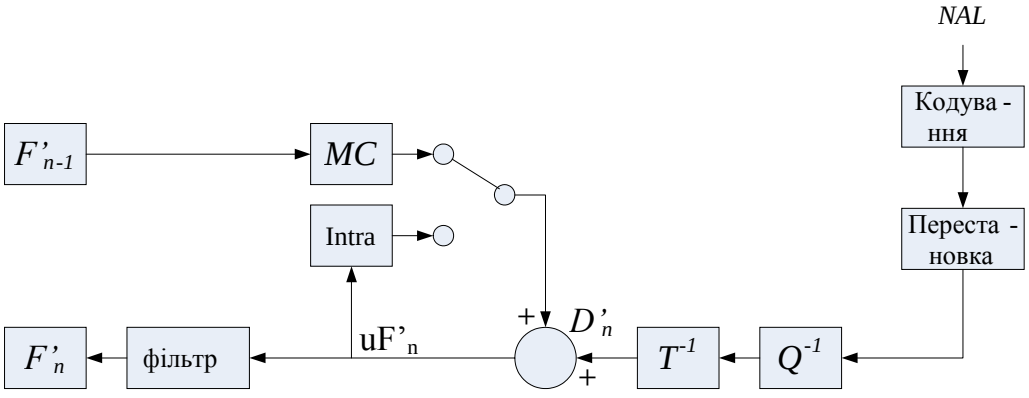


Рис. 5. Процес декодування

F_n - фрейм, множина макроблоків, кожен з яких кодується в *intra* або *inter* режимах

P - прогнозування

uF'_n - відновлений, але без фільтра, фрейм
F'_{n-1} - один або два раніше закодованих фрейма
D_n - різниця між блоком і його прогнозуванням
ME - motion estimate, пошук найбільш коректного прогнозування
MC - motion compensation, компенсація руху (обрахування векторів руху)
T - transformation, перетворенння
Q - квантування
Entropy Coding – кодування
NAL - Network Abstraction Layer , формат для передачі по різним каналам

Стиснення відео ґрунтується на двох важливих принципах. Перший – це просторова надлишковість, притаманна кожному кадру відеоряду. Другий принцип заснований на тому факті, що більшу частину часу кожен кадр подібний до свого попередника. Це називають часовою збитковістю. Таким чином, типовий метод стиснення відео розпочинається з кодування першого кадру з допомогою декількох алгоритмів стиснення зображення. Потім кодується кожний наступний кадр, знаходяться розбіжності між цим кадром і його попередником і кодується ця розбіжність. Якщо новий кадр сильно відрізняється від попереднього, то його можна кодувати незалежним чином. Стиснення відео являє собою зменшення кількості даних, які використовуються для подання відеопотоку. Стиснення відео дозволяє ефективно зменшувати потік даних, необхідний для передачі відео по каналах радіомовлення. Недоліки: якщо стиснення відбувається із втратами, виникають характерні і добре помітні артефакти – наприклад, блочність (розбиття зображення на блоки 8×8 пікселів), замилювання (втрата дрібних деталей зображення) і т. ін. Існують і способи стиснення відео без втрат, але для використання в системі відеоконференцій вони зменшують дані недостатньо. У разі використання стиснення без утрат за декомпресії результат точно (біт до біта) відповідатиме оригіналу. Проте стисненням без утрат неможливо досягти високих коефіцієнтів стиснення на реальному (не штучному) відео. З цієї причини майже все відео є стисненим з втратами.

Алгоритми стиснення відеоданих можна поділити на дві групи: – алгоритми стиснення без втрат *(CorePNG, GIF89a)*; – алгоритми стиснення із втратами *(MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4)*. Стиснення цифрових даних без утрат виконується шляхом заміни оригінальної послідовності бітів іншою послідовністю – що містить опис оригінальної послідовності. При цьому скорочення відбувається за рахунок фрагментів, що повторюються, і фрагментів, що містять закономірний ряд змін. У разі потреби отримати початковий потік даних його відновлюють за потоком-описом. Стиснення даних із втратами виконують за двома схемами: 1. У трансформувальних кодеках фрейми зображень трансформуються в новий базисний простір і виконується квантування. Трансформація може здійснюватися або для всього фрейму цілком (як, наприклад, у схемах на основі *wavelet*-перетворення), або поблоково (характерний приклад – *JPEG*). Результат потім стискується методами ентропії. 2. У кодеках, які використовують метод передбачення, попередні й наступні дані використовуються для того, щоб передбачити поточний семпл зображення. Помилка між передбаченими даними і реальними разом з додатковою інформацією потім квантується і кодується. У деяких системах обидві наведені техніки комбінуються через використання трансформуючих кодеків для стискання помилкових сигналів, згенерованих на стадії передбачення. В системі відеоконференцій буде використовуватись саме другий підхід.

На сьогодні майже всі алгоритми стиснення відео (наприклад, стандарти, прийняті *ITU-T* або *ISO*) використовують дискретне косинусне перетворення (ДКП) або його модифікації для усунення просторової надмірності. Інші методи, такі як фрактальне стискання і дискретне вейвлет-перетворення (ДВП), також були об'єктами досліджень, але тепер їх зазвичай використовують тільки для компресії нерухомих зображень. Дискретне косинусне перетворення широко використовують для стиснення зображень. Стандарт стискання статичної графіки *JPEG*, використовуваний у відеоконференціях стандарт *H.263*,

цифрові відеостандарти *MPEG (Mpeg-1, Mpeg-2 і Mpeg-4)* – всі вони використовують ДКП. У цих стандартах застосовують, зокрема, двовимірне ДКП послідовно до блоків зображення розмірністю 8×8 пікселів. Дискретне косинусне перетворення обчислює 64 $(8\times8=64)$ коефіцієнти, які потім квантуються, забезпечуючи тим самим реальне стиснення. У більшості зображень значна частина коефіцієнтів ДКП через свою незначну вагу після квантування обнуляються. Цю властивість ДКП і покладено в основу безлічі алгоритмів стиснення, які використовують ДКП. Дискретне косинусне перетворення виконується множенням вектора на матрицю перетворення. При цьому матриця оберненого перетворення з точністю до множника дорівнює транспонованій матриці. Матриці вибирають таким чином, щоб перетворення було ортонормованим, а постійний множник дорівнював одиниці.

Різні періодичні довжини сигналу приводять до необхідності використовувати різні типи ДКП. Матриці для перших чотирьох типів:

$$DCT-1_n=\left[\cos(kl\frac{\pi}{n-1}\right]_{0k,l<n}$$

$$DCT-2_n=\left[\cos k(l+\frac{1}{2})\frac{\pi}{n}\right]_{0k,l<n}$$

$$DCT-3_n=\left[\cos(k+\frac{1}{2})l\frac{\pi}{n}\right]_{0k,l<n}$$

$$DCT-4_n=\left[\cos(k+\frac{1}{2})(l+\frac{1}{2})\frac{\pi}{n}\right]_{0k,l<n}$$

де k, l = 1,...,n; n = кількість вибірок в блоці. Саме *DCT-2* (двовимірне ДКП) частіше за інші матриці перетворення використовують на практиці. Звісно, використання ДКП на блоці з n вибірок потребує $n\cdot n$ операцій множення і підсумовування. Проте завдяки рекурсивній структурі матриці ДКП реально буде потрібна набагато менша кількість математичних операцій, а саме $n\log2(n)$ [2]. Ця властивість робить ДКП реально застосовним на сучасних математичних процесорах персональних ЕОМ.

Алгоритми кодування з ДКП мають такі недоліки:

1. “Блочність” за високої компресії.

2. Закруглення гострих кутів зображення. Випадкове “розмивання” гострих країв зображень.

3. Кодування дуже трудомістке.

Тільки останнім часом вдалося виконати процес кодування програмно, а не апаратно. Дискретне вейвлет-перетворення – алгоритм, що ґрунтується на передаванні сигналу, наприклад зображення через пару фільтрів: низькочастотний і високочастотний. Низькочастотний фільтр видає грубу форму вихідного сигналу. Високочастотний фільтр видає сигнал різниці або додаткової деталізації. У свою чергу, результат на виході високочастотного фільтра (додатковий сигнал деталізації) може бути підданий тій же процедурі й так далі. Простим прикладом ДВП є ДВП Хаара. Вхідний сигнал $x[n]$ є множиною вибірок з індексом n. Низькочастотний фільтр Хаара *(Haar Low Pass Filter)* являє собою арифметичне середнє двох вибірок вхідного сигналу $x[n]$:

$$g[n]=\frac{1}{2}(x[n]+x[n+1])$$

Високочастотний фільтр Хаара *(Haar High Pass Filter)* є середньою різницею двох вибірок:

$$h[n]=\frac{1}{2}(x[n+1]-x[n])$$

Зазначимо, що

$$x[n]=g[n]-g[n]x[n+1]=g[n]+h[n]$$

Вихідні послідовності $g[n]$ і $h[n]$ містять надлишкову інформацію. Таким чином, зрозуміло, що для відтворення вхідного сигналу $x[n]$ досить узяти лише парні або лише непарні його вибірки. Як правило, беруться парні вибірки. Таким чином, вхідний сигнал $x[n]$ включає в себе лише елементи з вибірок, наприклад парних:

$$g[n], g[2], g[4]...$$
$$h[n], h[2], h[4]...$$
$$x[0] = g[0] - h[0]; x[1] = g[0] + h[0];$$

і т. д.

Вихід низькочастотного фільтра є грубою аналогією вихідного сигналу. Якщо вихідним сигналом є зображення, то на виході низькочастотного фільтра буде розпливчате, розмите зображення з низькою роздільною здатністю. Вихід високочастотного сигналу додає деталі до зображення. У поєднанні з виходом низькочастотного фільтра може бути відтворено таким чином вхідне зображення. Грубу форму вихідного сигналу (сигнал на виході низькочастотного фільтра) інколи називають основним рівнем (*base layer*), а додатковий сигнал деталізації – рівнем поліпшення (*enhancement layer*). Сигнал на виході високочастотного фільтра $h[n]$ може бути пропущений знову через пару фільтрів, і процес таким чином може бути повторений, поки не буде досягнута достатня міра деталізації вихідного сигналу $x[n]$. Проте зрозуміло, що жодного стиснення тут не досягається. Перетворення просто відтворює таку саму кількість бітів, яка була у вихідному сигналі. Вихідні значення називають коефіцієнтами перетворення, або коефіцієнтами *wavelet*-перетворення.

Перетворення Хаара використовують здебільшого для стиснення зображень. Для інших цілей застосовують складніші фільтри перетворень. Стиснення ж досягається передусім застосуванням деякої форми квантування (скалярної або векторної) до додаткового сигналу деталізації. Далі для отриманих коефіцієнтів перетворення використовують техніку ймовірнісного кодування (ентропії).

Припустимо, що в наведеному вище прикладі вхідним сигналом $x[n]$ є послідовність восьмибітових вибірок растра півтонового зображення. Для виходу низькочастотного фільтра $g[n]$ тепер можна використовувати ті ж 8 біт, а для високочастотного $h[n]$ – уже менше, наприклад 4. Це, по суті, скалярне квантування. Далі вихід високочастотного фільтра прагнутиме до нуля, оскільки коефіцієнти перетворення зменшуються у міру вживання алгоритму. Таким чином, можна застосувати ймовірнісне кодування до сигналу деталізації $h[n]$.

Насправді для більшості реальних зображень сигнал $g[n]$ на виході низькочастотного фільтра буде подібний до попередніх $g[n\text{-}1]$ вибірок за винятком граней контурів; $g[n]$ прагнутиме до $g[n\text{-}1]$ унаслідок того, що реальні об’єкти мають відносно постійний коефіцієнт віддзеркалення поверхонь.

Алгоритми кодування з ДВП, як і алгоритми кодування з ДКП, мають такі переваги і недоліки:

1) більшість як статичних, так і динамічних зображень, стиснених за допомогою алгоритму ДВП, не мають характерної для алгоритму ДКП блокової структури;

2) відносна якість зображень, стиснених з використанням ДВП, перевищує якість зображень, стиснених за допомогою ДКП, за одних і тих самих коефіцієнтів стиснення;

3) дискретне вейвлет-перетворення дещо “розмазує”, закругляє гострі контури зображення, так званий контурний шум або ефект Гіббса.

Векторне квантування *(Vector Quantization,VQ)*. Технологію *VQ* використовують компресорами *Indeo 3.2 і Cinepak*. Обидва вони застосовують колірну схему *YUV*.

Суть алгоритму, що ґрунтується на векторному квантуванні, полягає в розбитті зображення на блоки (розміром 4×4 пікселів у колірній схемі YUV для компресорів *Indeo і Cinepak*). Зазвичай деякі блоки виявляються схожими один на одного. В цьому випадку компресор ідентифікує клас подібних блоків і замінює їх одним загальним блоком. Крім

того, генерується двійкова таблиця (карта) таких загальних блоків з найкоротших кодових слів. При декомпресії *VQ*-декодер, використовуючи таблицю, збирає зображення поблоково із загальних блоків. Це спосіб кодування із втратами якості, оскільки подібність блоків дуже відносна. Тут допускається апроксимація реальних блоків зображення до загального блока, що їх об'єднує. Процес кодування тривалий і трудомісткий, оскільки кодеру необхідно виявляти належність кожного блока зображення до якого-небудь загального блока. Проте завдання декодування в цьому випадку зводиться до побудови зображення за заданою картою із загальних блоків і не займає багато апаратних і тимчасових ресурсів. Таблицю або карту називають ще й кодовою книгою, а двійкові коди, що входять у неї, – кодовими відповідно словами. Найбільший ступінь стиснення відеозображень з використанням алгоритму *VQ* досягається зменшенням кількості класів загальних блоків, тобто припущенням про подібність відносно більшої кількості блоків зображення, і як наслідок зменшенням кодової книги. У міру зменшення розмірів кодової книги якість відтвореного відео погіршується. В результаті на зображенні з'являється штучна "блоковість". Для прикладу порівняємо три такі блоки 4×4.

Блок 1:

128	128	128	128
128	128	128	128
128	128	128	128
128	128	128	128

Блок 2:

128	127	128	128
128	128	128	128
128	128	127	128
128	128	128	128

Блок 3:

128	127	126	128
128	128	128	128
127	128	128	128
128	128	128	128

Відмінності в наведених блоках для людського ока непомітні. Таким чином, блоки 2 і 3 можна замінити першим. Тоді кодова книга матиме такий вигляд:

Кодова книга [1] =

128	128	128	128
128	128	128	128
128	128	128	128
128	128	128	128

Важливою особливістю технології *VQ* є те, що для стиснення відео одна й та ж кодова книга може використовуватися для декількох кадрів зображення. Переваги і недоліки векторного квантування:

1) процес кодування дуже трудомісткий і майже неможливий без спеціального додаткового обладнання;

2) процес декодування дуже швидкий;

3) блокові спотворення за високих коефіцієнтів стиснення;

4) технології, що використовують алгоритми ДКП (БДКП), ДВП можуть досягати вищих рівнів стиснення інформації.

У системі відеоконференцій використовуються усі три розглянуті системи стиснення відеопотоку в залежності від рівня потрібної компресії. По замовчуванню для стиснення відео використовується дискретне косинусне перетворення, адже воно дає швидкі результати і відносно непомітні дефекти при високій завантаженості сервера.

Висновки. Таким чином використання алгоритмів кодування з дискретним косинусним перетворенням і методів такі як дискретне вейвлет-перетворення стиснення відеопотоків під час проведення відеоконференцій (базуються на засобах забезпечення двохстороннього або багатостороннього аудіо – відеозв'язку на значних відстанях) збільшує швидкість передачі даних, зберігаючи якісну картинку відеозображення. Перспективним засобом уникнення наведених недоліків є вдосконалення алгоритмів компресії-декомпресії в напрямі використання сплайна як базисної функції. Оскільки сплайн являє собою кусково-поліноміальну функцію, то її легко можна використати під час обчислень. Алгоритми для графічного зображення кривих за допомогою сплайнів та для обчислення їх поліноміальних складових надзвичайно ефективні. Більш того, оскільки сплайни мають найменший можливий носії, то можна застосовувати схеми локальної інтерполяції для апроксимації функцій за допомогою будь-якого сплайн-підпростору.

Це може бути використане для реалізації технічного забезпечення дистанційного надання даних в режимі реального часу (розроблення і підтримки веб-ресурсів, забезпечення інтерактивного спілкування слухачів і викладачів, тестування, управління навчальним процесом).

ЛІТЕРАТУРА:

1. Селомон Д. Сжатие данных, изображений и звука / Д. Селомон. – М.: Техносфера, 2004. – 368 с.

2. Чичева М. А. Эффективный алгоритм дискретного косинусного преобразования четной длины / М. А. Чичева // Компьютерная оптика. – 1998. – № 18 – С. 147 – 149.

3. Чуи К. Введение в вельветы / Чуи К. – М.: Мир, 2001. – 412 с.

Рецензент: д.т.н., проф. Жердєв М.К.

УДК 681.518 (075.8)

к.т.н. **Казакова Н.Ф.** (ОНЕУ)
к.т.н. **Петров А.О.** (СУНУ ім. В.Даля)

МОДЕЛІ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ПРО ВІДНОВЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ

Розглядаються та аналізуються моделі розв'язання задач відновлення інформації, яка може бути отримана системами моніторингу стану об'єктів інформаційних систем. Метою зазначеного є підвищення точності систем моніторингу. Наводяться достоїнства та недоліки моделей.

Ключові слова: модель, моніторинг, відновлення інформації, точність.

Рассматриваются и анализируются модели решения задач восстановления информации, которая может быть получена системами мониторинга состояния объектов информационных систем. Целью указанного является повышение точности систем мониторинга. Приводятся достоинства и недостатки моделей.

Ключевые слова: модель, мониторинг, восстановление информации, точность.

Models of the decision of problems of restoration of the information which can be received systems of monitoring of a condition of objects of information systems are considered and analyzed. The purpose specified is increase of accuracy of systems of monitoring. Merits and demerits of models are resulted.

Keywords: model, monitoring, information restoration, accuracy .

Постановка проблеми. Інформаційне забезпечення інформаційно-комунікаційних систем (ІКС) однією зі своїх складових містить положення про розробку методів моніторингу, оптимізації та прогнозування стану об'єктів [1…3]. Тому важливою проблемою інформаційного забезпечення є задача підвищення точності систем моніторингу. Одним зі шляхів підвищення точності є відновлення інформації, що поступає з первинних датчиків контролю, які можуть бути реалізовані як у вигляді технічних пристроїв, так і у вигляді програмно-апаратних систем. В загальному випадку задача відновлення інформації може бути виражена через операторне рівняння вигляду:

$$Ay = f\,, \tag{1}$$

де A – компактний лінійний оператор; y – функція, яка має своєю метою рішення математично оберненої задачі відновлення інформації про стан об'єктів інформаційно-керуючих систем; f – функція, побудована по результатах експерименту.

Оскільки обернений оператор A^{-1}, згідно [4], існувати не може, або є необмеженим [5], то задача є некоректною. Це дозволяє зробити висновок про те, що існує неєдиний її розв'язок або він є нестійким. Приклад такого випадку – вироджена або погано обумовлена система лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР) (1).

Труднощі, що виникають при розв'язанні вироджених та погано обумовлених СЛАР, добре відомі у практичних задачах, які стосуються цифрової обробки сигналів. Це пояснюється тим фактом, що при цифровій обробці обчислення виконуються зі скінченою точністю. Природно, що у цьому випадку не можна встановити, чи є задана система рівнянь виродженою або погано обумовленою. Звідси випливає, що погано обумовлені та вироджені системи можуть бути нерозрізненими в рамках заданої точності. Таким чином, постановкою завдання та **метою статті** є аналіз моделей розв'язання задач відновлення інформації, яка може бути отримана системами моніторингу стану об'єктів інформаційних систем з метою підвищення точності даних та огляд їх достоїнств та недоліків.

Рішення прикладних задач щодо відновлення інформації у системах моніторингу, базуються на розв'язанні інтегрального рівняння Фредгольма I роду. При цьому використовуються різноманітні методи, які передбачають введення регуляризуючих параметрів. До них відносяться методи, зазначені у приведеному нижче аналізі досліджень та

публікацій. Однак існуючі методи знаходження параметра регуляризації далеко не завжди забезпечують знаходження оптимального параметру регуляризації, при якому похибка розв'язку може бути мінімальною. Саме про одну з таки задач, яка є раніше **невирішеною частина загальної проблеми,** мова йде у статті**.**

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дотепер розроблений широкий спектр різних підходів до розв'язання некоректних задач. Методи розв'язання некоректних задач отримали інтенсивний розвиток в 60-ті роки XX ст. Основою для досліджень в даній області є праці наукової школи А.М. Тихонова, яка створила математичну теорію некоректно поставлених задач. Сюди належать метод регуляризації А.М. Тихонова, метод заміни М.М. Лаврентьєва, метод підбору і квазірозв'язку В.К. Іванова та інші методи. Розроблені також методи ітеративної, статистичної, локальної, дискриптивної регуляризації, субоптимальної фільтрації, розв'язання на компакті та ін. Іноземні розробки представлені методами оптимальної фільтрації Калмана-Б'юсі та Вінера, методами керованої лінійної фільтрації (Бейкуса-Гільберта) та ін. Хоча ці методи є в принципі більш точними, але методи, запропоновані радянськими вченими (в першу чергу, метод регуляризації Тихонова) вимагають набагато менше додаткової інформації про розв'язок і тому знаходять більш широке застосування при розв'язанні некоректних задач.

Для дослідження поведінки складних фізичних об'єктів або процесів застосовується системний підхід, який характеризується розглядом множини властивостей і взаємозв'язків, притаманних об'єкту або процесу. При цьому досліджувані властивості часто суперечать один з одним, проте ні одним з них не можна знехтувати, оскільки тільки в своїй сукупності вони дають повне уявлення про даний об'єкт. Для некоректних задач такими суперечливими властивостями або частинними критеріями якості в багатокритеріальній постановці задачі можуть бути стійкість і точність отримуваного розв'язку. Багатокритеріальні задачі належать до класу складних задач, тому що їх обчислювальна складність лінійно залежить від розмірності векторного критерію та експоненціально від розмірності вектора шуканого розв'язку, проте в у багатьох роботах є твердження про ефективність застосування багатокритеріальної оптимізації для широкого класу задач.

Виклад основного матеріалу. У практичних задачах часто права частина операторного рівняння (1) та елементи матриці A (тобто коефіцієнти системи) задаються їхніми наближеннями $\left\| \tilde{f} - f \right\|_{L_2} \le \delta$ та $\left\| \tilde{A} - A \right\| \le \xi$ з верхніми оцінками правої частини і оператора. При цьому розв'язується рівняння вигляду: $\tilde{A}\tilde{y} = \tilde{f}$, де $\tilde{y} \in L_2$ – наближений розв'язок; $\tilde{f} \in L_2$ – наближена функція, яка найбільш точно відповідає експериментальним результатам; L_2 – загально прийняте позначення множини досліджуваних явищ. Але слід зазначити, що систем з такими вхідними даними, тобто (A, f), нескінченно багато. В рамках точності, яка може бути апріорно задана з невідомими допусками, похибки можуть бути не помітні. Оскільки замість точної системи (1) ми маємо наближену систему $\tilde{A}y = \tilde{f}$, то мова може йти лише про знаходження множини наближених розв'язків (або одного розв'язку).

У [6] введене поняття нормального розв'язку для рішення вироджених та погано обумовлених СЛАР (1), який стійкий до малих змін вихідних даних (A, f). Тут же *нормальним розв'язком* СЛАР (1) щодо вектора y^1 називається розв'язок y^0, для якого $\left\| y^1 - y^0 \right\| = \inf_{y \in F_A} \left\| y - y^1 \right\|$, де $\left\| y^0 \right\| = \sqrt{\sum_j^n y_j^2}$. Т.ч., задача розв'язання СЛАР зводиться до мінімізації функціонала $\left\| y^0 - y^1 \right\|^2$ на множині векторів, що задовольняють нерівності $\left\| Ay - \tilde{f} \right\| \le \delta$, тобто, згідно [6], необхідно знайти вектор y^α, який мінімізує згладжуючий функціонал

$$M^{\alpha}\left[y,\tilde{f},\alpha\right]=\alpha\left\|y^{0}-y^{1}\right\|^{2}+\left\|Ay-\tilde{f}\right\|^{2},\qquad(2)$$

де α – параметр регуляризації.

Згідно викладеного слідує, що необхідно розв'язати параметричну задачу оптимізації. Як відомо (наприклад, з [1…3], [5], [6]), це пов'язано зі значними труднощами. Крім того, можна поставити під сумнів положення про знаходження оптимального параметра регуляризації. Це слідує з того, що по визначенню, у загальному випадку, його потрібно шукати з нескінченною точністю на проміжку $0\le\alpha\le1$.

Для прикладних задач важливе значення має випадок, коли A у (1) – лінійний інтегральний оператор зі сталими межами інтегрування. Так, наприклад, задача про відновлення сигналу може бути представлена «усіченим» лінійним інтегральним рівнянням Фредгольма першого роду, тобто:

$$\int_{a}^{b}Q(x,s)\cdot y(s)ds=f(x),x\in[c,d],s\in(a,b).\qquad(3)$$

Розв'язати задачу відновлення сигналу для рівняння (3) означає знайти вид сигналу $y(s)$, спотвореного апаратурою моніторингу з апаратною функцією $Q(x,s)$ у сигнал $f(x)$. Існуючі методи розв'язання задачі відновлення інформації використовують, як правило, регуляризацію, та є надзвичайно чутливими до похибок результатів, отриманих в процесі моніторингу. Крім того, вони не є універсальними у зв'язку з тим, що показують прийнятні результати відновлення лише для задач визначених типів, наприклад для таких, які мають точні початкові умов і добре обумовлені системи рівнянь до яких може бути зведене рівняння (3).

Вище зазначені методи знаходження параметра регуляризації далеко не завжди забезпечують знаходження оптимального параметру регуляризації при якому похибка розв'язку (3) може бути мінімальною, тобто:

$$\delta_{y}=\frac{\left\|y_{\alpha}-\bar{y}\right\|_{L_2}}{\left\|\bar{y}\right\|_{L_2}}\to\min,\qquad(4)$$

де y_{α} та $\bar{y}$ – відповідно отриманий та точний розв'язки рівняння (3).

Використаємо поняття частинних критеріїв у смислі критеріїв якості, які характерні для багатокритеріальної оптимізації, щоб визначити умови для розв'язку, який необхідно знайти.

Якість розв'язку рівняння (3) оцінимо сукупністю частинних критеріїв:

$$I_{j}=\Phi_{j}\left[x,a,b,c,d,y\right],\qquad(5)$$

де $j=1,2,3,...,P$; функції Φ_{j} мають неперервні частинні похідні по y, а частинні критерії (5) є компонентами P-мірного векторного критерію $I=(I_1,I_2,...,I_P)$.

Нехай векторний критерій обмежений допустимою областю $I\in\Omega(I)$. Кожен компонент векторного критерію I описується виразом (5), який визначений на розв'язках $Y\in Y$ інтегрального рівняння (3). Багатокритеріальна задача розв'язання IP (3) полягає у визначенні екстремумів $\{y^{*}(s)\}$, $y^{*}\in Y$, $I^{*}\in(I)$ (що при заданих умовах обумовлені мірою апріорної інформації про розв'язок $y(s)$), які оптимізують векторний критерій I.

Нехай задана множина можливих розв'язків Y, яка складається з векторів $y=\{y_i\}_{i=1}^{n}$

n-мірного евклідового простору. Якість розв'язку можемо оцінити по сукупності суперечливих частинних критеріїв, що утворюють P-мірний вектор $Y(y)=\{I_j(y)\}_{j=1}^{P}\subset F$ визначений на множині Y, який належить класу F допустимих векторів ефективності та та який обмежений допустимою областю $I\in\Omega$. Необхідно визначити такий розв'язок $y^*\in Y$, який при заданих умовах та обмеженнях оптимізує розв'язок $y(s)$ рівняння (3). Для цього компоненти вектора $y(s)$ повинні бути піддані нормалізації, оскільки розв'язок задачі визначається на множині ефективних точок (області Парето) тільки за умови приведення всіх частинних критеріїв до єдиної розмірності або безрозмірної форми. У [7] представлено об'єктивний спосіб нормалізації у результаті якого не порушується рівноправність жодного з частинних критеріїв, і який не залежить від масштабу. Для нього компонентами нормуючого вектора y_0 взяті екстремуми частинних критеріїв, які визначені на просторі розв'язків:

$$y_0=\left\{\sup_{s\in S} y_j(s)\right\}_{j=1}^{P}. \tag{6}$$

Виконаємо нормування вектора ефективності $I(y)$ вектором обмежень I_{jm} та отримаємо вектор відносних частинних критеріїв, тобто нормалізований вектор ефективності:

$$I_0(y)=\{I_j(y)/I_{jm}\}_{j=1}^{P}=\{i_0(y)\}_{j=1}^{P}. \tag{7}$$

Припустимо, що всі частинні критерії $I_j(y)$ вимагають мінімізації та що вони всі невід'ємні й обмежені:

$$\Omega=\left\{I\,\middle|\,0\le i_j(y)\le I_{jm},\ j\in[1,P]\right\}. \tag{8}$$

Як свідчить аналіз літературних джерел, випадок (8) є найбільш розповсюдженим. Система нерівностей (8) є структурованим виразом допустимої області у $y\in\Omega$. У цій області нормуючий вектор (6) має вигляд заданого вектора обмежень:

$$y_0=\{I_{jm}\}_{j=1}^{P}, \tag{9}$$

так як супремумами частинних критеріїв є задані обмеження I_{jm}.

В залежності від наявності та виду апріорної інформації, підходи до розв'язання багатокритеріальних задач можуть бути різними. При відсутності такої інформації обмежуються знаходженням будь-якого вектора розв'язку y^*, що забезпечує тільки виконання умови (8) по обмеженнях [8]:

$$I^*\in\Omega=\left\{I\,\middle|\,0\le I_j(y^*)\le I_{jm},\ j\in[1,r]\right\},\ y^*\in Y=Y^k\cup Y^C, \tag{10}$$

де $y^*\in Y^k\cup Y^C$ – розв'язок належить двом областям, тобто області компромісів (області Парето) Y^k та області згоди Y^C [9].

При такому способі знаходження оптимального розв'язку він часто виявляється достатньо приблизним. У літературних джерелах часто рекомендують до використання на практиці метод головного критерію. Цей метод передбачає, що для оптимізації з сукупності

I_j, де $j \in [1, P]$, в якості критерію вибирається тільки один з можливих критеріїв (наприклад, перший), а інші – переводяться в розряд обмежень. Т.ч. вихідна багатокритеріальна задача штучно замінюється однокритеріальною з обмеженнями:

$$y^* = \arg\min_{y \in Y} I_1(y), 0 \le i_j(y) \le A_j,\ j \in [1, P]. \tag{11}$$

Хоча використання такого методу може бути виправдане лише для оптимізації дуже складних систем, тобто коли виконати навіть таке найпростіше узгодження суперечливих критеріїв вдається далеко не просто, все ж можна стверджувати, що некоректна задача також є складною системою [10, 11], і зведення багатокритеріальної оптимізації до однокритеріальної буде доречним.

У [12] розглянуто деякі з багатокритеріальних моделей. Відповідно до першої моделі, приведеної у зазначеному джерелі, багатокритеріальна задача (3)…(7) зводиться до мінімізації лінійної форми компонент скалярного критерію з постійними ваговими коефіцієнтами:

$$I_{M_1} = \sum_{j=1}^{P} \alpha_j I_j,\ \alpha_j > 0,\ \sum_{j=1}^{P} \alpha_j = 1 \tag{12}$$

У випадку застосування моделі (12) виникає проблема вибору вагових коефіцієнтів α_j, $j = \overline{1, P}$. Схема (12) у [7] та [12] названа моделлю *інтегральної оптимальності*.

Друга модель в [12] визначена як *ідеальна (оптимальна) точка в просторі критеріїв якості*. В ній кожен частинний критерій (5) оптимізується окремо від інших у системі обмежень (7). У результаті можна отримати P оптимальних розв'язків, які характеризуються векторами $Y^{(j)}$, де $\left(j = \overline{1, P}\right)$. Цим розв'язкам відповідають значення частинних критеріїв (7) $I_j^o\left(Y^{(j)}\right)$, де $j = \overline{1, P}$, які є координатами ідеальної (оптимальної) точки. Після зазначеного ставиться задача мінімізації узагальненої норми

$$I\left(\sum_{j=1}^{P}\left[I_j(y) - I_j^0\left(y^{(j)}\right)\right]^L\right)^{\frac{1}{L}}, L \ge 1, \tag{13}$$

у системі обмежень (7). Вираз (13) при $L = 1$ представляє лінійну комбінацію компонентів вектора $I(y)$ та $I^0(0)$. У випадку $L = 2$ вираз (13) збігається з евклідовою нормою $\left\|I(y) - I^0(y)\right\|$, а при $L \to \infty$ – зводиться до вигляду: $\max_j \left\{I_j(y) - I_j^0\left(y^{(j)}\right) \middle| j = \overline{1, P}\right\}$.

В окремих випадках багатокритеріальної моделі (13), ставиться задача мінімізації суми квадратів відносних відхилень функції (7) від своїх оптимальних значень:

$$I_{M_2} = \sum_{j=1}^{P}\left[\frac{I_j(y) - I_j^0\left(y^{(j)}\right)}{I_j^0\left(y^{(j)}\right)}\right]^2. \tag{14}$$

Для таких випадків багатокритеріальна задача (3)…(7) зводиться до мінімізації функції (14), а вектор-розв'язок вибирається з умови мінімізації квадрату відстані від точки, що відповідає в просторі критеріїв обраному векторові розв'язку, до ідеальної (оптимальної)

точки.

Моделювання багатокритеріальної задачі по моделі (3)…(7) та (14) не вимагає попереднього вибору вагових коефіцієнтів α_j у виразі (12), але характеризується значною обчислювальною складністю. Ця складність обумовлена розв'язанням P задач оптимізації (3)…(7) по кожному частинному критерію I_j з метою визначення координат ідеальної точки $\left\{I^0{}_1\left(y^{(1)}\right), I^0{}_2\left(y^{(2)}\right),..., I^0{}_P\left(y^{(P)}\right)\right\}$ та розв'язання додаткової задачі мінімізації функції при умовах (7) для визначення вектора оптимального розв'язку.

Наступна багатокритеріальна модель найбільш точно описана в [13]. Вона базується на скалярній згортці частинних критеріїв за нелінійною схемою компромісів. Вперше модель була введена в теорію відновлення інформації в [7]. Для зазначеної моделі не потрібен вибір вагових коефіцієнтів у виразі (12) та немає необхідності у розв'язку $P+1$ задач оптимізації, необхідних для реалізації другої моделі.

Багатокритеріальна задача (3)…(8) зводиться до розв'язання однієї задачі оптимізації виразу [7, 8]

$$I_{M_3} = \sum_{j=1}^{r} \frac{1}{1-\frac{I_j}{I}} \tag{15}$$

при умовах (8). Якщо необхідно ввести пріоритет одних критеріїв над іншими і мати різну чутливість до варіації параметрів задачі, то замість одиниці в чисельнику виразу (15) потрібно ввести вагові коефіцієнти α_j на які накладаються обмеження $\sum a_j = 1$.

Необхідні умови мінімуму I_{M_3} дають систему скінчених рівнянь:

$$\frac{\partial I_{M_3}}{\partial y_i} = 0, i = \overline{1,n}. \tag{16}$$

Якщо виконати диференціювання (16), то отримуємо систему нелінійних рівнянь (СНР) низької розмірності, яка зводиться, наприклад, з використанням методу Ньютона, до СЛАР.

В [7] показано, що коли функції $y_0(x)$, $j = \overline{1,m}$ – неперервні та строго опуклі на паралелепіпеді $\Pi_x = \left\{x \in E^n \middle| a_i \le x_i \le b_i, i = \overline{1,n}\right\}$, то скалярна згортка за нелінійною схемою компромісів $\Phi(x) = \sum_{j=1}^{m} \alpha_j \left(1 - y_{0j}(x)\right)^{-1}, x \in \Gamma_x$, при нормуванні частинних критеріїв за допомогою виразів $y_{0j} = \frac{y_j(x)}{A_j}$, $A_j = \sup_{x \in \Gamma_x} u_j(x)$; $j = \overline{1,m}$, має єдиний мінімум на паралелепіпеді Π_x, тобто є унімодальною. Отже, для частинних критеріїв слід підбирати строго опуклі функції, щоб задача оптимізації за схемою (15) мала єдиний розв'язок.

Багатокритеріальна модель (15) чутлива до зміни параметрів задачі (3)…(8). У випадку наближення одного з частинних критеріїв I_j до верхньої границі I_{jm} допустимих значень (8) багатокритеріальна модель (15) реалізує дію Чебишевського (мінімаксного) оператора по цьому частинному критерію. В інших випадках багатокритеріальна модель (15) діє еквівалентно оператору інтегральної оптимальності з різним степенем вирівнювання частинних критеріїв. Погіршення одного з частинних критеріїв компенсується поліпшенням інших частинних критеріїв.

Висновок. З врахуванням даних, які приведені у роботах [7, 8 та ін.], показано, що багатокритеріальна модель (15) забезпечує вибір точки розв'язку на множині Парето. При

цьому слід враховувати задані обмеження на допустиму область зміни векторного критерію, якщо множина Парето належить цій області. Відповідно, для розв'язання багатокритеріальних задач, у яких задані обмеження (8) на компонентах векторного критерію, рекомендується використовувати модель (15). Втім, слід враховувати недоліки зазначеної моделі:

– громіздкість рівнянь при великій розмірності;

– СНР (16) може мати багато коренів;

– якщо розв'язок лежить на границях обмежень, то він буде знайдений з похибкою, хоча й меншою, ніж необхідна (тобто це значить, що немає принципово точного розв'язку).

ЛІТЕРАТУРА:

1. Казакова, Н.Ф. Визначення показників для вирішення завдань прогностичного контролю мультисервісних телекомунікаційних мереж [Текст] / Казакова Н.Ф., Скопа О.О. // Сучасний захист інформації – 2010. – Спецвипуск, №4. – С.55-61.

2. Казакова, Н.Ф. Принципиальные задачи классификации и анализа моделей для программно-прогностического контроля мультисервисных телекоммуникационных сетей [Текст] / Казакова Н.Ф., Билык Н.М., Гундерич Г.А. // Вісник національного університету кораблебудування – 2010. – №2 (431). – С.125-132.

3. Казакова, Н.Ф. Застосування програмно реалізованого прогностичного контролю у сенсі вирішення практичних завдань забезпечення якості надання послуг у захищених інформаційних мережах [Текст] / Казакова Н.Ф. // Сучасна спеціальна техніка – 2012. – №2. – С.86-95.

4. Линейное отображение [Електронний ресурс] / Портал: Википедия. – Режим доступу \www/ URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Линейное_отображение – Заголовок з екрану, доступ вільний.

5. Відновлення та оптимізація інформації в системах прийняття рішень [Текст] : підручник / Баранов В.Л., Браіловський М.М., Засядько А.А., Казакова Н.Ф. та ін.; під загальн. ред. В.О. Хорошко.– К. : Видн. ДУІКТ, 2009. – 134 с.

6. Тихонов, А.Н. Методы решения некорректных задач [Текст] / А.Н. Тихонов, В.Я. Арсенин. – М. : Наука, 1986. – 287 с.

7. Векторная оптимизация динамических систем [Текст] : монография / Воронин А.Н., Зиатдинов Ю.К., Козлов А.И., Чабанюк В.С. ; под общ. ред. А.Н. Воронина. – К. : Техніка, 1999. – 284 с.

8. Воронин, А.Н. Многокритериальный синтез динамических систем [Текст] / А.Н. Воронин. – К. : Наукова думка, 1992. – 160 с.

9. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач [Текст] : монография / Подиновский В.В., Ногин В.Д. – М.: Наука, 1982. – 256 с.

10. Баранов, В.Л. Використання методу головного критерію для розв'язання задачі відновлення сигналів [Текст] / Баранов В.Л., Жуков І.А., Засядько А.А. // Вісник НАУ – 2003. – №1. – С.9-13.

11. Засядько, А.А. Розв'язання задачі відновлення сигналів за допомогою однокритеріальної оптимізації [Текст] / Засядько А.А. // Вісник ЖІТІ – 2002. – №4(23), Технічні науки. – С.133-136.

12. Засядько, А.А. Многокритериальная оптимизация процесса востановления сигналов [Текст] / Засядько А.А. // Электронное моделирование – 2004. – Т. 26. – №4. – С.13-21.

13. Кей, С.М. Современные методы спектрального анализа [Текст] / Кей С.М., Марпл С.Л. / Кей С.М., Марпл С.Л. // Труды института инженеров по электротехнике и радиоэлектронике – 1981. – Т.69. – №11. – С. 5-11.

Рецензент: д.т.н., проф. Лєнков С.В.

УДК 004.056.5: 518: 512.624.3

д.т.н., проф. **Кобозева А.А.** (ОНПУ)
Мельник М.А. (ОНПУ)

НЕЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ СТЕГАНОСООБЩЕНИЯ К СЖАТИЮ И ФОРМАЛЬНЫЕ ДОСТАТОЧНЫЕ УСЛОВИЯ ЕЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Получены достаточные условия для формального представления стеганопреобразования как совокупности возмущений сингулярных векторов матриц, отвечающих контейнеру, обеспечивающие нечувствительность (малую чувствительность) формируемого стеганосообщения к сжатию. Основным математическим инструментом являются матричный анализ. В качестве контейнера рассматривается цифровое изображение

Ключевые слова: стеганографический алгоритм, атака сжатием, цифровое изображение, сингулярный вектор, матрица

Отримані достатні умови для формального представлення стеганоперетворення як сукупності збурень сингулярних векторів матриць, що відповідають контейнеру, які забезпечують нечутливість (малу чутливість) зформованого стеганоповідомлення до стиску. Основним математичним інструментом є матричний аналіз. Як контейнер розглядається цифрове зображення

Ключові слова: стеганографічний алгоритм, атака стиском, цифрове зображення, сингулярне число, матриця

The sufficient conditions for a formal presentation steganographic transformation as a set of perturbations of singular vektors of the matrices (corresponding to the container) those ensure insensitivity (or low sensitivity) of formed steganographic message to compression attacks. The main mathematical tool is a matrix analysis. As the container is considered a digital image

Keywords: steganographic algorithm, compression attacks, digital image, singular values, matrix

Введение. Современные компьютерные технологии обработки данных дали возможность широкого использования криптографических методов защиты информации, однако для ряда прикладных задач криптографических методов оказывается недостаточно [1,2]. Кроме того, после трагических событий 11 сентября 2011 года шифрование во многих странах мира, в том числе и в Украине, ограничено или даже запрещено на законодательном уровне. Это привело к росту востребованности эффективных стеганографических алгоритмов в области информационной безопасности [3-7].

В процессе стеганографирования секретное сообщение, или дополнительная информация (ДИ), встраивается в не привлекающий внимание объект, или контейнер, результатом чего является стеганосообщение (СС), которое передается по открытому каналу связи. Процесс погружения ДИ в контейнер, или основное сообщение (ОС), будем называть стеганопреобразованием (СП).

К любому стеганографическому методу (СМ), алгоритму (СА) предъявляется ряд требований, среди которых, наряду с обеспечением надежности восприятия СС и значительной скрытой пропускной способностью [3,7], важную роль играет требование устойчивости к преднамеренным (непреднамеренным) атакам [3,5,7]. Согласно [5], под устойчивостью (неустойчивостью) стеганографического алгоритма (метода) будем понимать нечувствительность (чувствительность) к возмущающим воздействиям сформированного им СС. При этом СС будем называть чувствительным, если даже незначительные возмущающие воздействия, которым он подвергается, способны разрушить значительную часть погруженной ДИ и привести к большому росту количества ошибок при декодировании ДИ, и нечувствительным в противном случае.

Проблеме создания устойчивых алгоритмов в современной печати уделено много внимания, однако вопрос создания СА, устойчивых к атаке сжатием, которая является чрезвычайно распространенной благодаря популярности использования форматов с потерями для хранения и передачи цифровых сигналов (в частности, цифровых изображений

(ЦИ)), остается актуальным и на сегодняшний день. Как правило, все существующие СА такого плана осуществляют погружение ДИ в частотной области контейнера и, при условии обеспечения надежности восприятия СС, гарантированно выдерживают лишь незначительное сжатие [3,4,7-9]. До настоящего момента не формализованы в целом и не унифицированы требования к СА, обеспечивающие его устойчивость к атаке сжатием, не сформулированы достаточные (необходимые) условия наличия такой устойчивости.

Таким образом, *актуальным* остается поиск новых путей и подходов к принципиальному решению проблемы обеспечения для разрабатываемых СА устойчивости к сжатию.

Цель исследования и постановка задачи. В качестве ОС для простоты изложения рассматривается ЦИ в градациях серого, прямоугольную (или квадратную) матрицу которого обозначим F. В соответствии с общим подходом к анализу состояния и технологии функционирования произвольной информационной системы, основанном на теории возмущений и матричном анализе [10], процесс СП, независимо от способа и области погружения ДИ, можно представить как возмущение ΔF исходной матрицы F: $\overline{F} = F + \Delta F$, где $\overline{F}$ - матрица СС, а $\Delta F = f(F)$, т.е. ΔF является некоторой функцией от матрицы контейнера F.

Любые преобразования, которые производятся над СС, включая активные атакующие действия (в частности, атака сжатием), будем рассматривать как возмущения матрицы $\overline{F}$.

В качестве набора формальных параметров, однозначно определяющих состояние ОС (СС), далее используется один из полных наборов – совокупность сингулярных чисел (СНЧ) и ортонормированных лексикографически положительных сингулярных векторов (СНВ) соответствующих матриц, однозначно определяемых нормальным сингулярным разложением [10], целесообразность использования которого подробно обоснована в [10]. Любое преобразование ОС (СС), в частности, результат активных атакующих действий, формально будет представляться как совокупность возмущений СНЧ и СНВ соответствующей матрицы (матриц).

Глобальной целью авторов является разработка теоретических основ нового подхода к созданию СМ (СА), устойчивых к атаке сжатием с одновременным обеспечением надежности восприятия формируемого СС, основанного на теории возмущений и матричном анализе, что даст возможность

- для априорного анализа любого вновь создаваемого или уже существующего СА с целью выявления степени его устойчивости к сжатию;
- унифицирования формальных требований к вновь создаваемому алгоритму для гарантированного обеспечения его устойчивости к сжатию;
- формального определения необходимых корректировок СА в случае его неустойчивости к сжатию.

Достижение поставленной цели очевидно позволит повысить эффективность работы организуемого секретного канала связи в рамках открытого канала в условиях активных атакующих действий.

Цель настоящей работы – получение достаточных условий для формального представления СП *как совокупности возмущений СНВ* матриц, отвечающих контейнеру, обеспечивающих нечувствительность (малую чувствительность) формируемого СС к сжатию.

Для достижения посталенной цели необходимо решить следующие *задачи*:

1. Выделить из формальных параметров, определяющих результат СП, - СНВ соответствующих матриц, отвечающих ОС, наименее чувствительные к операции сжатия;
2. Получить достаточные условия для формального представления СП в виде совокупности возмущений СНВ, обеспечивающие нечувствительность формируемого СС к сжатию.

Основная часть. Любое преобразование информационной системы, в частности, СП контейнера, сжатие информационного контента и др., как уже было отмечено выше, формально представимо в виде совокупности определенных возмущений СНЧ и СНВ соответствующих матриц [5,10]. Разные элементы полного набора параметров реагируют по-разному на одно и тоже возмущающее воздействие.

Учитывая, что целью является разработка основ для создания СА, устойчивых к сжатию, выясним, как и какие из полного набора формальных параметров, определяющих ЦИ, реагируют на сжатие, и выберем из них наименее чувствительные к этому виду возмущения. Очевидно, что если СП будет проводиться таким образом, что его формальным выражением будет возмущение именно этих параметров, то естественно ожидать, что при сжатии заполненного контейнера погруженная в него ДИ не пострадает (или пострадает незначительно), что и является основной идеей для получения последующих результатов.

В настоящей работе анализируется часть полного набора параметров – совокупность СНВ матриц, отвечающих ЦИ.

Пусть матрица изображения F имеет размеры $n \times n$. Предварительным шагом при организации сжатия является разбиение F на блоки [11]. Обозначим B - матрицу отдельного стандартного 8×8 – блока. Для каждого блока возможно построение нормального сингулярного разложения [10]:

$$B = U \Sigma V^T, \tag{1}$$

где U, V — ортогональные матрицы размера 8×8, столбцы $u_1,...,u_8$ матрицы U, называемые левыми СНВ, лексикографически положительны [10] (столбцы $v_1,...,v_8$ матрицы V называют правыми СНВ матрицы B); $\Sigma = diag(\sigma_1,...,\sigma_8)$, $\sigma_1 \geq ... \geq \sigma_8 \geq 0$ - СНЧ. В [10] показано, что невырожденная матрица имеет единственное нормальное сингулярное разложение, если ее СНЧ попарно различны. Как показывают многочисленные вычислительные эксперименты, матрицы блоков ЦИ, не подвергавшегося никакой обработке, удовлетворяют условию единственности нормального сингулярного разложения.

Результат СП, как и сжатия, формализуем в виде совокупностей возмущений СНЧ и СНВ множества блоков [5], но анализировать в настоящей работе будем только возмущения СНВ. Для достижения цели работы необходимо выделить из СНВ 8×8-блоков наименее чувствительные к сжатию, возмущения которых в результате СП обеспечат нечувствительность к сжатию получаемого СС (с учетом требования его надежности восприятия).

СНЧ B (как и любой другой матрицы) являются хорошо обусловленными (нечувствительными к малым возмущающим воздействиям) в соответствии с соотношением [12]:

$$\max_{1 \leq j \leq 8} \left| \sigma_j(B) - \sigma_j(B + \Delta B) \right| \leq \left\| \Delta B \right\|_2 ,$$

где ΔB - матрица возмущающего воздействия (в частности, матрица возмущения блока B при сжатии), $\left\| \bullet \right\|_2$ - спектральная матричная норма [12], $\sigma_j(B), \sigma_j(B + \Delta B), \ j = \overline{1,8}$, - СНЧ матриц B и $B + \Delta B$ соответственно. Наиболее ярко особенности возмущений при сжатии проявляются для наименьших СНЧ [13]: их значения становятся сравнимы друг с другом и близки к нулю.

Определим отделенность $svdgap(i, B)$ СНЧ σ_i матрицы B как

$$svdgap(i, B) = \min_{i \neq j} \left| \sigma_j - \sigma_i \right| .$$

Чувствительность СНВ любой матрицы, в том числе и матрицы B блока ЦИ, различна, в отличие от чувствительности СНЧ, и в соответствии с соотношением [10]

$$\frac{1}{2}\sin 2\theta_i \le \frac{\|\Delta B\|_2}{svdgap(i,B)} \text{ при условии } svdgap(i,B) \ne 0, \qquad (2)$$

где θ_i — угол между соответствующими исходным и возмущенным сингулярными векторами u_i и $\bar{u}_i$, мерой этой чувствительности является отделенность соответствующего сингулярному вектору СНЧ. Необходимо отметить, что $svdgap(i,B) = 0$ тогда и только тогда, когда B имеет кратные СНЧ, что, как уже отмечалось выше, для ЦИ, не подвергавшихся никакой обработке, все СНЧ различны.

СНВ, которые отвечают СНЧ с малой отделенностью, являются настолько чувствительными к любым возмущающим воздействиям, что качественно их возмущения не содержат практически никакой информации о реальной величине этого воздействия. Из этого вытекает, что такие СНВ не имеет смысла задействовать при погружении ДИ: если процесс СП будет формализован совокупностью возмущений таких векторов, то полученное СС окажется чувствительным к любому возмущающему воздействию, в частности, к сжатию. Таким образом, погружение ДИ имеет смысл проводить так, чтобы формальным представлением процесса СП была совокупность возмущений СНВ блоков матрицы ОС, соответствующие СНЧ которых имеют значительные отделенности, приводящие к малой чувствительности векторов (следовательно, и СС) к любому возмущающему воздействию, а значит и к сжатию.

Выясним, какие СНВ блоков матрицы ЦИ являются *гарантировано* малочувствительными к сжатию.

СНЧ блоков, как правило, таковы, что максимальное СНЧ σ_1 значительно отличается от всех последующих, тем самым имея максимальную отделенность, которая значительно превосходит отделенности $\sigma_2,...,\sigma_8$. Это свойство является чрезвычайно значимым в силу следующего. Если $svdgap(i,B) \le 2\|\Delta B\|_2$, то (2) превращается в тривиальную оценку: $\sin 2\theta_i \le 1$, которая не дает никакой полезной информации о поведении соответствующих СНВ: оно непредсказуемо. Заметим, что эта непредсказуемость объективна и не связана с тем, что для анализа их поведения соотношения (2) недостаточно. Для наглядности приведем пример. Пусть матрицы исходного и возмущенного блока - это

$$B = \begin{pmatrix} 1.001 & & & & & & & \\ & 0.999 & & & & & & \\ & & 1.002 & & & & & \\ & & & 0.998 & & & & \\ & & & & 1.003 & & & \\ & & & & & 1.001 & & \\ & & & & & & 1.002 & \\ & & & & & & & 0.999 \end{pmatrix}, \quad B + \Delta B = \begin{pmatrix} 1 & & & & & & & \\ & 1 & & & & & & \\ & & 1 & & & & & \\ & & & 1 & & & & \\ & & & & 1 & & & \\ & & & & & 1 & & \\ & & & & & & 1 & \\ & & & & & & & 1 \end{pmatrix}$$

При этом $2\|\Delta B\|_2 = 0.006$, а отделенности СНЧ принимают значения от 0.001 до 0.004, т.е. $svdgap(i,B) < 2\|\Delta B\|_2$. Это привело к тому, что любой ненулевой вектор длины 8 является СНВ для $B + \Delta B$, нет никакой принципиальной возможности оценить возмущение СНВ - угол θ_i.

Будем говорить, что СНЧ σ_i блока B имеет достаточную (недостаточную) отделенность по отношению к возмущению ΔB, если

$$svdgap(i,B) > 2\|\Delta B\|_2 \ (svdgap(i,B) \le 2\|\Delta B\|_2).$$

Из вышесказанного вытекает важность оценки возможного возмущения блока ЦИ при сжатии. Для получения оценки среднего возмущения, которое претерпевает блок матрицы ЦИ, хранимого без потерь, при сжатии с различным качеством в среде Matlab был проведен вычислительный эксперимент, в котором участвовало более 200 ЦИ размера 2000×2000 пикселей формата TIF. В ходе эксперимента эти изображения пересохранялись в среде Photoshop с коэффициентом качества $Q \in \{7,8,...,12\}$ (для меньших значений Q надежность восприятия ЦИ, устанавливаемая путем субъективного ранжирования, может нарушаться, что неприемлемо в рамках рассматриваемой проблемы [14]). Затем матрица каждого из пары соответствующих ЦИ (одно - в формате без потерь, другое – в формате с потерями) разбивалась стандартным образом на блоки. Определялось возмущение каждого блока при сжатии с разными коэффициентами Q. Для матрицы возмущения каждого блока находилась спектральная норма.

На рис. 1 представлены типичные гистограммы для значений норм матриц возмущения блоков для конкретных ЦИ. Понятно, что при снижении коэффициента качества величина возмущающего воздействия при сжатии ЦИ будет возрастать. Так, например, при сжатии с $Q = 10$ чаще всего блок ЦИ претерпевает возмущение, спектральная норма матрицы которого порядка 10. Это значит, что если отделенность СНЧ блока будет не больше 20, то о поведении соответствующего СНВ в большинстве случаев ничего определенного априори сказать нельзя (такие СНЧ будут иметь недостаточную отделенность по отношению к сжатию с $Q = 10$). При уменьшении коэффициента качества Q до 7 глобальный максимум гистограммы достигается уже в 20, что для большинства блоков ЦИ будет означать, что достаточная отделенность СНЧ по отношению к такому сжатию должна превосходить 40. Необходимо выяснить, выполняются ли эти желаемые требования в реальных ЦИ.

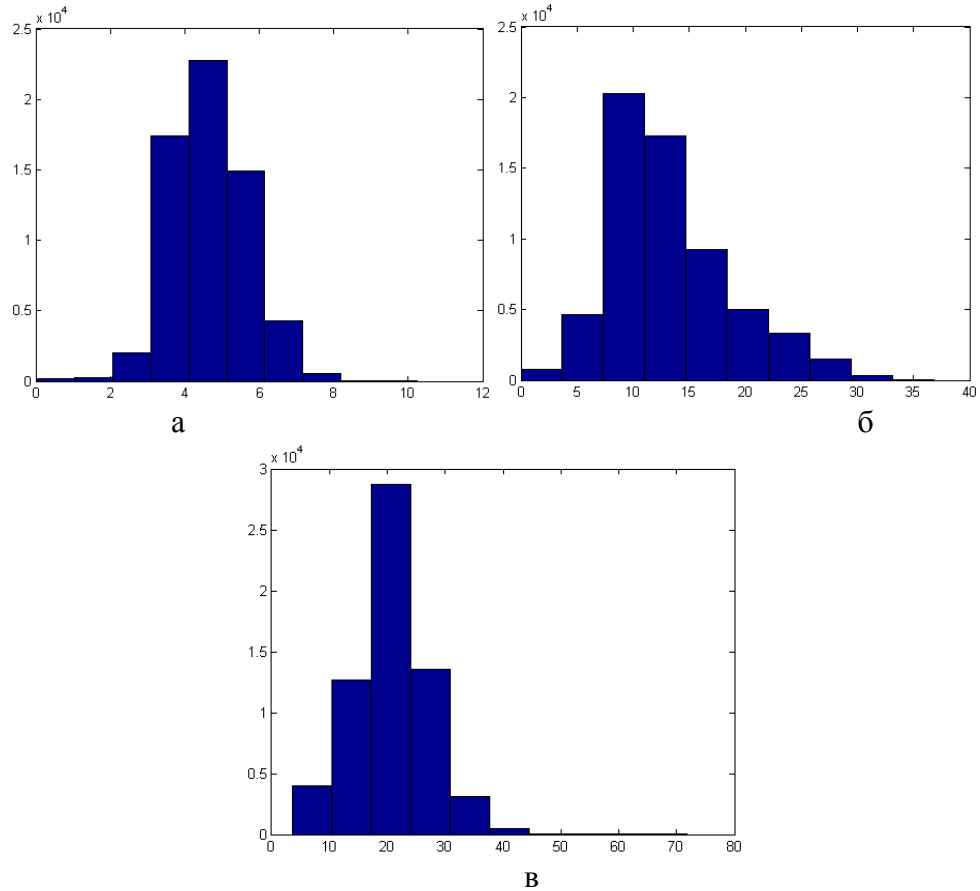


Рис. 1. Гистограммы значений спектральной нормы матрицы возмущения блока для ЦИ при пересохранении их из формата TIF в JPEG (в среде Photoshop): а – $Q = 12$; б – $Q = 10$; в – $Q = 7$

Как показывает вычислительный эксперимент, отделенность максимального СНЧ блоков исходного ЦИ, хранимого без потерь, в подавляющем большинстве случаев будет *значительно* больше максимального значения нормы матрицы возмущения блока при сжатии (табл.1,2), тогда в соответствии с оценкой (2), соответствующий такому СНЧ СНВ будет малочувствительным к сжатию (даже при малых Q), причем такой вектор в блоке единственный. Сравнение результатов, представленных в табл.1,2 и рис.1, говорит о том, что отделенность остальных СНЧ блоков в общем случае не может *гарантировать* нечувствительности к сжатию своим СНВ даже при большом значении Q.

Таблица 1

Примеры сингулярных спектров блоков различных тестируемых ЦИ

№ ЦИ	СНЧ (отделенность СНЧ) блока, выбранного случайно в ЦИ			
1	897.4475 (876.4896)	20.9579 (13.4401)	7.5177 (2.8520)	4.6657 (2.0035)
	2.6622 (0.4916)	2.1706 (0.4916)	1.5935 (0.5771)	0.3780 (1.2155)
2	1665.4 (1656.3)	9.1 (3.2)	5.9 (2.5)	3.4 (1.3)
	2.1 (1.2)	0.9 (0.6)	0.3 (0.1)	0.2 (0.1)
3	792.7893 (782.5159)	10.2734 (1.5829)	8.6905 (1.5829)	5.0933 (2.2568)
	2.8365 (1.2347)	1.6018 (0.8846)	0.7172 (0.4724)	0.2448 (0.4724)
4	50.4218 (21.7530)	28.6688 (8.3946)	20.2742 (8.3946)	7.7672 (3.4086)
	4.3586 (0.7882)	3.5704 (0.7882)	0.7105 (0.3558)	0.3547 (0.3558)

Таблица 2

Средние по изображению отделенности СНЧ блоков

№ЦИ	Среднее значение $svdgap(i, B)$							
	$i=1$	$i=2$	$i=3$	$i=4$	$i=5$	$i=6$	$i=7$	$i=8$
1	836.1147	4.1115	2.1272	1.5128	1.1007	0.7625	0.5039	0.6462
2	1480.0	15.4986	5.4764	2.5691	1.4726	0.8849	0.5374	0.6754
3	1035.3	46.3636	15.4570	4.6921	2.0874	1.0268	0.5674	0.7066
4	177.1812	12.1960	5.2092	3.1785	2.1130	1.4012	0.9200	1.1715
5	1242.2	4.9557	2.1623	1.3388	0.9123	0.6095	0.4069	0.5248
6	932.6808	27.5471	9.4975	4.0642	2.3447	1.4271	0.8553	1.0718
7	862.2346	9.5197	3.5331	1.7054	1.0748	0.6994	0.4562	0.5807
8	652.3158	13.6881	4.7518	2.0309	0.7021	0.3430	0.2327	0.2963
9	994.0746	29.1950	9.6495	3.6282	1.2288	0.5787	0.3919	0.5262
10	570.8987	27.0453	9.2725	3.6927	1.2556	0.6158	0.4123	0.5445
Ср-е зн-е (200 ЦИ)	712.4564	23.1111	7.9843	3.0004	1.4232	0.7125	0.4667	0.5781

Рис.2. Тестовое ЦИ № 4

В табл.1 качественно отличается от остальных блок ЦИ №4: отделенность максимального СНЧ, отношения $\frac{svdgap(1,B)}{svdgap(2,B)}$, $\frac{\sigma_1}{\sigma_2}$ здесь значительно меньше аналогичных параметров в блоках других изображений, а также среднего значения отделенности по 200 ЦИ (табл.2). Выясним, для каких ЦИ возможна такая ситуация. Известно [15], что сумма квадратов СНЧ матрицы дает энергию сигнала, представлением которого является рассматриваемая матрица, причем основной вклад в энергию вносит, очевидно, максимальное СНЧ. Относительная малость максимального СНЧ блока B отвечает относительно небольшому значению энергии сигнала, соответствующего B. В пространственной области энергию $E(B)$ сигнала с матрицей B можно определить в соответствии с формулой [16]: $E(B)=\sum_{i=1}^{8}\sum_{j=1}^{8}b_{ij}^2$, где $b_{ij}, i, j=\overline{1,8}$, - элементы B. Очевидно, что если $E(B)$ мала, то малы значения яркости пикселей, отвечающих B, т.е. соответствующая часть ЦИ является затемненной, что полностью соответствует действительности в проделанном эксперименте (на рис.2 представлено ЦИ, информация о блоке которого помещена в табл.1 под номером 4). Из этого следует, что для затемненных частей ЦИ при сжатии с малыми коэффициентами качества Q СНВ, отвечающие максимальным СНЧ блоков, могут оказаться чувствительными к такому возмущающему воздействию, поэтому затемненные части ЦИ при организации СП, формальным представлением которого будет совокупность возмущений СНВ блоков, отвечающих максимальным СНЧ, лучше не использовать.

Таким образом, наименее чувствительным к сжатию является СНВ блока B, отвечающий максимальному СНЧ σ_1. Оценим его чувствительность количественно. Для этого в среде Matlab был проведен вычислительный эксперимент, в котором участвовало более 200 ЦИ, хранимых без потерь. В ходе эксперимента эти изображения пересохранялись в Photoshop с различными коэффициентами качества Q. Обозначим u_1 - СНВ B, отвечающий σ_1, а $\bar{u}_1$ - результат возмущения u_1 в процессе сжатия, $\Delta_1=\left\|u_1-\bar{u}_1\right\|$. Результаты эксперимента представлены в таблице 3, где соответствующие значения получались как среднее арифметическое для Δ_1 по всем блокам тестируемого ЦИ. В последней строке (табл.3) даны средние значения Δ_1 по всем тестируемым ЦИ (200 шт.), в скобках приведены средние значения угла поворота θ_1 для u_1 при соответствующих сжатиях. Заметим, что u_1 практически нечувствителен к сжатию даже при сравнительно малом коэффициенте качества Q ($Q=7$) в отличие от u_2 - СНВ блока, отвечающего СНЧ σ_2, которое оказывается заметно чувствительным к сжатию даже с большим коэффициентом качества $Q=12$ (табл.4, здесь $\Delta_2=\left\|u_2-\bar{u}_2\right\|$). Для СНВ, отвечающих $\sigma_3,...,\sigma_8$, качественная картина их чувствительности, как следует из всего вышесказанного, будет значительно хуже.

Таким образом, если формальным представлением СП будет совокупность возмущений СНВ блоков ЦИ-контейнера, отвечающих максимальным СНЧ (σ_1) этих блоков, то соответствующий СА будет устойчивым к сжатию.

С учетом того, что процесс СП должен строиться таким образом, чтобы для СС обеспечивалась надежность восприятия, необходимо получить, в первую очередь, качественные оценки возможного возмущения u_1 при организации процесса погружения ДИ.

Как вытекает из неравенства (2), возмущение u_1 при СП не может быть значительным. Действительно, поскольку (2) имеет место для каждого СНВ матрицы B, то из него получаем:

$$\|\Delta B\|_2 \geq \max_{1\leq i\leq 8}\left(\frac{1}{2}\sin 2\theta_i \; svdgap(i,B)\right), \qquad (3)$$

откуда вытекает, что при значительной отделенности $svdgap(1,B)$ максимального СНЧ даже небольшое возмущение u_1, которое выражается в повороте этого вектора на угол θ_1 в результате СП, может привести к значительному возмущению матрицы блока, что, в свою очередь, может повлечь нарушение надежности восприятия изображения.

Однако ограниченность возможного возмущения для u_1 объясняется не только соотношением (3).

Таблица 3

Среднее значение по всему TIF-изображению Δ_1 при сжатии с различным коэффициентом качества Q

Знач-е Q / № ЦИ	$Q=7$	$Q=8$	$Q=9$	$Q=10$	$Q=11$	$Q=12$
1	0.0116	0.0100	0.0083	0.0063	0.0043	0.0029
2	0.1500	0.1239	0.1030	0.0810	0.0616	0.0455
3	0.0077	0.0063	0.0051	0.0038	0.0026	0.0017
4	0.0133	0.0104	0.0082	0.0059	0.0040	0.0025
5	0.0086	0.0074	0.0062	0.0048	0.0032	0.0021
6	0.0074	0.0067	0.0060	0.0049	0.0037	0.0022
7	0.0117	0.0100	0.0084	0.0065	0.0046	0.0026
8	0.0145	0.0116	0.0092	0.0067	0.0046	0.0028
9	0.0130	0.0114	0.0095	0.0076	0.0055	0.0037
10	0.0126	0.0108	0.0089	0.0068	0.0048	0.0032
Среднее значение Δ_1 (200ЦИ)	0.0251 (1.4^o)	0.0228 (1.3^o)	0.0194 (1.1^o)	0.0156 (0.89^o)	0.0115 (0.66^o)	0.0078 (0.45^o)

Таблица 4

Среднее значение по всему TIF-изображению Δ_2 при сжатии с различным коэффициентом качества Q

Знач-е Q / № ЦИ	$Q=7$	$Q=8$	$Q=9$	$Q=10$	$Q=11$	$Q=12$
1	0.9955	0.8964	0.8044	0.6843	0.5206	0.3805
2	0.7658	0.6703	0.5602	0.4505	0.3263	0.2193
3	0.7130	0.6301	0.5552	0.4694	0.3635	0.2545
4	0.3571	0.2923	0.2484	0.2005	0.1538	0.1042
5	0.9641	0.8695	0.7881	0.6743	0.5239	0.3272
6	0.9319	0.8658	0.8063	0.7456	0.6738	0.5470
7	0.8925	0.8036	0.6961	0.6350	0.5999	0.4103
8	0.4395	0.3792	0.3160	0.2541	0.1856	0.1161
9	0.8594	0.7861	0.7338	0.6680	0.5567	0.3856
10	0.8257	0.7369	0.6630	0.5643	0.4321	0.2935
Сред.зна-е (200 ЦИ)	0.7721 (45.42^o)	0.6937 (40.59^o)	0.6210 (36.18^o)	0.5420 (31.45^o)	0.4441 (25.66^o)	0.3129 (18.00^o)

По теореме Фробениуса [17] любая неразложимая неотрицательная матрица M всегда имеет положительное собственное значение $\overline{\lambda}(M)$, являющееся простым корнем характеристического уравнения. Модули всех других собственных значений не превосходят $\overline{\lambda}(M)$. Собственному значению $\overline{\lambda}(M)$ соответствует собственный вектор $\overline{\varphi}(M)$ с положительными координатами.

Для матрицы B блока контейнера с нормальным сингулярным разложением (1) матрица BB^T является симметричной неотрицательной матрицей, для которой имеет место соотношение:

$$BB^T = \left(U\Sigma V^T\right)\left(U\Sigma V^T\right)^T = U\Sigma^2 U^T,$$

которое в силу ортогональности матрицы U и лексикографической положительности ее столбцов, а также диагональности матрицы Σ^2 представляет собой нормальное спектральное разложение BB^T [10], определяемое однозначно, при этом собственные значения матрицы BB^T равны квадратам СНЧ B, в частности, $\overline{\lambda}(BB^T) = \sigma_1^{\,2}(B)$, а левые СНВ B - ортонормированные лексикографически положительные собственные векторы BB^T. По теореме Фробениуса собственному значению $\overline{\lambda}(BB^T)$ отвечает собственный вектор $\overline{\varphi}(BB^T)$ с положительными координатами, являющийся одновременно левым СНВ u_1, отвечающим максимальному СНЧ σ_1 блока B.

Аналогичное утверждение будет следовать для правого СНВ v_1 блока, отвечающего σ_1, поскольку для симметричной матрицы $B^T B$ имеет место равенство:

$$B^T B = \left(U\Sigma V^T\right)^T\left(U\Sigma V^T\right) = V\Sigma^2 V^T.$$

Таким образом, в любой неразложимой неотрицательной матрице, какой и является B, левый и правый СНВ, отвечающие максимальному СНЧ, имеют положительные координаты. Необходимо отметить, что левый (правый) СНВ, все компоненты которого положительны, единственный для B в силу ортонормированности СНВ. Важно, что независимо от возмущающего воздействия, которое претерпевает ЦИ, матрицы его блоков остаются неразложимыми неотрицательными, а значит и обсуждаемые СНВ должны после возмущения (даже сильного) иметь все положительные координаты, поэтому эти векторы является не только устойчивыми, но и sign-устойчивыми к любому возмущающему воздействию [18], причем это свойство им присуще как до, та и после возмущающего воздействия, которое оставляет матрицу блока неразложимой неотрицательной. Очевидно, что это возможно лишь в том случае, когда обсуждаемые СНВ будут близки к n-оптимальному [18]. Проведенный вычислительный эксперимент с учетом того, что в пространстве R^8 n-оптимальный вектор имеет следующий вид:

$$\left(\frac{1}{\sqrt{8}},...,\frac{1}{\sqrt{8}}\right)^T \approx (0.3536,...,0.3536)^T \in R^8,$$

подтверждает полученное теоретическое заключение. Иллюстрацией этому являются левый, правый СНВ, отвечающие максимальному СНЧ одного случайно выбранного блока случайно выбранного ЦИ (табл.5). ЦИ брались различными для каждого примера табл. 5.

Таблица 5

Сингулярные векторы блоков матриц изображений, отвечающие максимальным сингулярным числам, при разном качестве сжатия

Q	Сингулярный вектор
7	u_1: 0.3898 0.4007 0.4079 0.3960 0.3679 0.3193 0.2678 0.2351
	v_1: 0.2370 0.1812 0.1695 0.2714 0.3965 0.4957 0.4691 0.4309
8	u_1: 0.3107 0.3273 0.3497 0.3656 0.3701 0.3675 0.3659 0.3667
	v_1: 0.4020 0.3885 0.3673 0.3462 0.3318 0.3265 0.3273 0.3299
9	u_1: 0.2438 0.2435 0.2574 0.3268 0.3926 0.4206 0.4375 0.4310
	v_1: 0.3482 0.3504 0.3539 0.3566 0.3570 0.3561 0.3537 0.3525
10	u_1: 0.3542 0.3506 0.3499 0.3521 0.3534 0.3528 0.3556 0.3598
	v_1: 0.3485 0.3427 0.3544 0.3468 0.3570 0.3568 0.3599 0.3618
11	u_1: 0.3416 0.3487 0.3585 0.3620 0.3562 0.3487 0.3528 0.3595
	v_1: 0.3409 0.3448 0.3452 0.3519 0.3484 0.3525 0.3708 0.3724
12	u_1: 0.4059 0.3903 0.3917 0.3908 0.3880 0.3545 0.2663 0.1718
	v_1: 0.2991 0.2064 0.2047 0.3272 0.4022 0.4039 0.4614 0.4256
TIF-изображение	u_1: 0.3527 0.3513 0.3512 0.3534 0.3535 0.3525 0.3558 0.3580
	v_1: 0.3462 0.3462 0.3517 0.3505 0.3553 0.3587 0.3589 0.3606

Таким образом, при организации СП погружение ДИ должно происходить так, чтобы возмущение обсуждаемого (обсуждаемых) СНВ блоков в ходе СП оставляло его (их) близким к *n*-оптимальному.

Из всего вышесказанного вытекает, что *достаточным условием* обеспечения нечувствительности (малой чувствительности) СС к сжатию является такая организация процесса СП, формальным представлением которого является совокупность возмущений левых и/или правых СНВ блоков матрицы контейнера, полученных после ее стандартного разбиения, отвечающих (отвечающего) максимальным СНЧ (σ_1) блоков.

Замечание 1. Возмущение СНВ, отвечающего максимальному СНЧ блока нельзя рассматривать обособленно от возмущений остальных СНВ, поскольку в силу ортормированности всех СНВ блока возмущение u_1 (v_1) необходимо приведет к возмущению всех остальных, что увеличит величину ΔB (и это уже произойдет безотносительно к процессу СП). Поэтому при организации процесса СП необходимо будет для конкретных разрабатываемых СА обеспечить приведение всех СНВ к ортонормированному виду так, чтобы за счет этого приведения величина ΔB возросла незначительно.

Замечание 2. При организации процесса СП для повышения эффективности декодирования погружение ДИ можно производить, возмущая одинаковым образом и левый, и правый СНВ.

Заключение. В работе на основе матричного анализа получены достаточные условия для формального представления стеганопреобразования как совокупности возмущений сингулярных векторов матриц блоков, отвечающих контейнеру, обеспечивающие нечувствительность (малую чувствительность) формируемого стеганосообщения к сжатию. Для одновременного обеспечения надежности его восприятия возмущения векторов в процесс СП должны быть незначительными (векторы должны оставаться в малой окрестности *n*-оптимального вектора пространства R^8).

Усилия авторов в настоящий момент направлены на разработку конкретных стеганоалгоритмов, устойчивых к сжатию, удовлетворяющих полученным достаточным условиям.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Маракова И.И. Повышение эффективности сокрытия информации для систем с зашумленными каналами связи / И.И.Маракова, А.А.Яковенко // Інформатика та математичні методи в моделюванні. – 2012. – Т.2, №1. – С.5-17.

2. Корольов В.Ю. Планування досліджень методів стеганографії та стеганоаналізу / В.Ю.Корольов, В.В.Поліновський, В.А.Герасименко, М.Л.Горінштейн // Вісник Хмельницького національного університету. – 2011. - №4. – С.187-196.

3. Грибунин В.Г. Цифровая стеганография / В.Г.Грибунин, И.Н.Оков, И.В.Туринцев. – М.: Солон-Пресс, 2002. – 272с.

4. Конахович Г.Ф., Пузыренко А.Ю. Компьютерная стеганография. Теория и практика. – К.: МК –Пресс, 2006.

5. Кобозєва А.А. Аналіз захищеності інформаційних систем / А.А.Кобозєва, І.О.Мачалін, В.О.Хорошко. – К.: Вид. ДУІКТ, 2010. – 316 с.

6. Advanced Statistical Steganalisis / R. Bohme, Springer, 2010.

7. Аграновский А.В. Стеганография, цифровые водяные знаки и стеганоанализ / А.В.Аграновский, А.В.Балакин, В.Г.Грибунин, С.А.Сапожников. – М.: Вузовская книга, 2009. – 220 с.

8. Прохожев Н.Н. Влияние внешних воздействий на DC-коэффициент матрицы дискретно-косинусного преобразования в полутоновых изображениях / Н.Н.Прохожев, О.В.Михайличенко, А.Г.Коробейников // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. – 2008. - №56. – С.57-62.

9. Шумейко А.А. Использование квантования Ллойда-Макса для внедрения цифровых водяных знаков / А.А.Шумейко, А.И.Пасько, Т.Н. Тищенко // Інформаційна безпека. –2010. – №2.– С. 101-107.

10. Кобозева А.А. Анализ информационной безопасности / А.А.Кобозева, В.А.Хорошко. - К.: Изд.ГУИКТ, 2009. – 251 с.

11. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р.Гонсалес, Р.Вудс; пер. с англ. под ред. П.А.Чочиа. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.

12. Деммель Дж. Вычислительная линейная алгебра / Дж.Деммель; пер.с англ. Х.Д.Икрамова.. – М.: Мир, 2001. – 430 с.

13. Бобок И.И. Метод детектирования стеганосообщения, сформированного посредством модификации наименьшего значащего бита / И.И.Бобок, А.А.Кобозева // Інформаційна безпека. – 2011. - №1(5). – С.56-63.

14. Кобозева А.А. Метод выявления результатов размытия цифрового изображения / А.А.Кобозева, В.В.Зорило // Сучасна спеціальна техніка. – 2010. - №3(22). – С.52-63.

15. Кобозева А.А. Связь свойств стеганографического алгоритма и используемой им области контейнера для погружения секретной информации / А.А.Кобозева // Искусственный интеллект. – 2007. — №4. – С.531-538.

16. Каханер Д. Численные методы и программное обеспечение / Д.Каханер, К.Моулер, С.Нэш; пер. с англ. Х.Д.Икрамова. – М.: Мир, 2001. – 575 с.

17. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц / Ф.Р.Гантмахер. – М.: Наука, 1988. – 552 с.

18. Кобозева А.А. Векторная SIGN-чувствительность как основа геометрической модели системы защиты информации / А.А.Кобозева, В.А.Хорошко // Захист інформації. – 2008. – №3. – С. 49-57.

Рецензент: д.т.н., проф. Лєнков С.В.

УДК 681.3 к.т.н. **Кухаренко С.В.** (НАВС)

ТЕОРЕТИКО-МНОЖИННИЙ ПІДХІД ДО СИНТЕЗУ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

У статті запропонований метод синтезу структури автоматизованої системи управління організацією, який дає можливість підійти до проблеми визначення структури і властивостей складних систем.

Ключові слова: синтез системи, ієрархічна система, управління організацією, синтез структури.

В статье предложен метод синтеза структуры автоматизированной системы управления организацией, который дает возможность подойти к проблеме определения структуры и свойств сложных систем.

Ключевые слова: синтез системы, иерархическая система, управление организацией, синтез структуры.

In the article the method of synthesis of structure of the automated control system is offered by the organisation which gives the chance to approach to a problem of definition of structure and properties of difficult systems.

Keywords: system synthesis, hierarchical system, management of the organisation, structure synthesis

Вступ. Науково-технічний прогрес, новітні технології продовжують активно впливати та формувати нові підходи у галузі управління організацією. Здійснюється перехід від ідеології загального управління якістю до ідеології загального управління [1], управління виробничими системами, вдосконалення організації виробництва. Синтез структури є первісним, дуже складним і відповідальним етапом проектування ієрархічної автоматизованої системи управління організацією.

Аналіз попередніх досліджень. На підставі аналізу даних в даний час синтез структури виконується:

1. Використанням агрегативно-декомпозицій-ного підходу [2], що включає послідовну декомпозицію цілей, які виконує система, функцій і задач; агрегатування (об'єднання) елементів на відповідному рівні деталізації для генерування варіантів побудови системи на основі обраних критеріїв ефективності.
2. Параметризацією вихідної задачі по розмірності вектора управляючих змінних для окремих елементів, що входять до складу складного об'єкта [3]. Критерій оптимальності параметризованої задачі експоненційно залежить від її розмірності і включає коефіцієнти, що враховують складність алгоритмів оптимізації різних рівнів системи управління.
3. На уявленні системи у виді графа сигналів. В основі методологічного рішення даної задачі лежить ідея послідовного розширення структури системи шляхом приєднання до заданої структури частини, яка доповнює її, та додає системі необхідні властивості [4].
4. На основі евристичних правил, що нерідко приводять до структурно-порочних систем [2-4].
5. За допомогою методів якісної і кількісної аналогії. Перший з них базується на передумовах про те, що проблеми, що синтезуються, і процеси структуровані, а відповідні організаційні структури реорганізуються відповідно до деяких вимог, що відображають принципи, організації і чинники зовнішнього і внутрішнього характеру. Другий – ґрунтується на моделях з відомою структурою. В якості кількісних аналогів використовуються моделі дослідження операцій, теорії масового обслуговування тощо [5].

Недоліком відомих методів та підходів є те, що не всі складні економічні системи укладаються в прості схеми їх моделювання, а також величезні витрати і недосконаліть, що вимагають наступної доробки і не завжди закінчуються задовільними результатами.

Основні задачі синтезу ієрархічних систем управління організацією відповідають державним науково-технічним програмам, сформульованим у Законі України "Про науково-виробничу діяльність". У цьому зв'язку актуальність роботи, яка присвячена розробці

алгоритмів визначення структури і властивостей ієрархічної автоматизованої системи управління організацією очевидна.

Мета роботи. Розробка строго формалізованого методу, заснованого на теоретико-множинних конструкціях. Такий підхід дає можливість підійти до проблеми опису складних систем, до яких відносяться ієрархічні системи, дає можливість наділяти отримані конструкції конкретними математичними структурами, що сприяє детальному вивченню і одержанню конкретних результатів.

У якості об'єкта дослідження нами прийнятий процес синтезу структури управління організацією. Предмет досліджень – апарат і математичні моделі прийняття рішень.

Для вирішення поставленої задачі використовували методи теорії системного аналізу і синтезу оптимізації організованих структур.

Наукова новизна роботи складається в розробці алгоритмів автоматизованого синтезу структури ієрархічної системи.

Рішення представленої задачі базується на теоретико-множинному підході в основі якого лежить уявлення системи у виді сукупності множини елементів, відповідна структура яких визначається як сукупність поверхонь різних класів і множин сполучень, визначених на елементах структури, а процедура синтезу у виді теоретико-множинних операцій над множинами [6].

Матеріал і результати дослідження. При синтезі оптимальної структури системи управління організацією найбільш ефективним є застосування підходу, заснованого на теоретико-множинних конструкціях. Даний підхід забезпечує можливість найбільше повно наділяти отримані конструкції конкретними математичними структурами і гранично узагальнено підійти до проблеми опису складних систем, до яких відносяться системи управління організацією. При цьому ми виходили з поняття системи S як підмножини декартового добутку деякого сімейства множин $\{V_i | i \in I\}$ $S \subset \prod_{i \in I} V_i$, де I – множина індексів. Приймаючи до уваги існування глобальної реакції системи $R: X \times \prod_{i \in I_1} V_i \to \prod_{j \in I_2} V_j$,

де $I_1 \bigcup I_2 = I$ і $I_1 \bigcap I_2 = \varnothing$; X – деяка абстрактна множина, яка називається множиною становищ.

Ієрархічна n-рівнева система U являє собою п'ятірку:

$$U = (X, Z, \Omega, \varphi, \psi), \tag{1}$$

де X – множина станів системи є декартовим добутком множин $\tilde{O} = \prod_{i=1}^{n} X_i$.

Множина управлінь Z і множина зовнішніх впливів Ω є множинами відображень $\forall z \in Z \;\; Z: X \to X$, $\forall \omega \in \Omega \;\; \omega: X \to X$.

Причому $Z = \prod_{i=1}^{n} Z_i$, $\Omega = \prod_{i=1}^{n} \Omega_i$, так що $z(x) = (z_1(x_1), z_2(x_2), \ldots, z_n(x_n))$, $\omega(x) = (\omega_1(x_1), \omega_2(x_2), \ldots, \omega_n(x_n))$, для усіх $x = (x_1, x_2, \ldots, x_n) \in X$, де $z_i \ni Z_1: X_i \to X_i$, $\Omega_i \ni \omega_i: X_i \to X_i$.

Будемо вважати, що множини Z_i і Ω_i містять елемент $\wedge$ такий, що $\wedge(x) = x$, для всіх $x \in X_i$ і для $i = 1, 2, \ldots, n$.

Далі, $\varphi: X \to P(X)$, $\psi: X \to P(Z)$, де $P(\cdot)$ – сукупність усіх непорожніх підмножин, множини m, φ і ψ є діагональними добутками $\varphi = \underset{i=1}{\overset{n}{\Delta}} \varphi_i$, $\psi = \underset{i=1}{\overset{n}{\Delta}} \psi_i$ відображень $\varphi_i: X \to P(X_i)$, $\psi_i: X \to P(Z_i)$, $(i = 1, 2, \ldots, n)$, так що для кожного $x = (x_1, x_2, \ldots, x_n)$: $\varphi(\tilde{o}) = \prod_{i=1}^{n} \varphi_i(x)$, $\psi(\tilde{o}) = \prod_{i=1}^{n} \psi_i(x)$, де $\varphi_i(x)$ визначаються значеннями багатозадачних відображень

$$\varphi_{ki} : X_k \to P(X_i),\ (k = 1,2,\ldots,n) \tag{2}$$

як перша не порожня множина у послідовності $A_n \subseteq A_{n-1} \subseteq \ldots \subseteq A_1$, $A_m = \bigcap_{k=1}^{m} \varphi_{ki}(x_k)$, $(m = 1,2,\ldots,n)$.

Аналогічно $\psi_i(x)$ – перше не порожнє перетинання $B_m = \bigcap_{k=1}^{m} \psi_{ki}(x_k)$ у послідовності $B_n \subseteq B_{n-1} \subseteq \ldots \subseteq B_1$.

Таким чином, ієрархічну систему (1) можна розглядати як систему, що складається з n-рівнів $(i = 1,2,\ldots,n)$

$$U_i = (X_i, Z_i, \Omega_i, \{\varphi_{ij}\}, \{\psi_{ij}\}_{1 \le j \le n}). \tag{3}$$

Будемо називати множину X_i множиною станів i-го рівня, Z_i – множиною можливих управлінь i-м рівнем і Ω_i – множиною зовнішніх впливів на i-й рівень. $\varphi_{i_j}(x)$ можна інтерпретувати як множину j-го рівня, що задовольняють вимогам i-ому рівневі, який знаходиться в стані $x \in X_i$. Зокрема множину $\varphi_{i_i}(x)$ будемо називати власною метою i - го рівня, що відповідає його станові x. Якщо $\varphi_{i_j}(x) = X_j$, то це буде означати інваріантість станів x i-го рівня до станів j-го рівня (відсутність цілевказівок).

Множина $\psi_{i_j}(x)$ є множиною припустимих управлінь на j-ом рівні, обумовленим станом x рівня U_i. Відсутність обмежень на управління j-м рівнем з боку рівня U_i, що знаходиться в стані x, виражається рівністю $\psi_{i_j}(x) = Z_j$.

Відображення φ_i і ψ_i визначають пріоритетність рівнів (3). Дійсно, при визначенні значення $\varphi_i(x)$ (відповідно $\psi_i(x)$, $x = (x_1, x_2, \ldots, x_n)$) насамперед враховуються елементи множини $\varphi_{1i}(x_1)$, потім $\varphi_{2i}(x_2)$ і так далі до $\varphi_{ni}(x_n)$ (відповідно $\psi_{1i}(x_1)$, $\psi_{2i}(x_2)$,..., $\psi_{ni}(x_n)$).

Зберігаючи прийняту індексацію, ми будемо говорити, що рівень U_k є вищестоящим стосовно $U_k^{'}$, якщо $k < k^{'} (U_k > U_k^{'})$. Отже, можна говорити про упорядковану множину рівнів (3) системи U: $U_1 > U_2 > \ldots > U_n$, взаємозв'язок яких як зверху вниз, так і знизу вверх характеризується функціями φ_{ij} й ψ_{ij} $(i, j = 1,2,\ldots,n)$ і не обмежується при цьому взаємодіями між сусідніми рівнями.

Стан x системи U будемо називати ідеальним (або рішення системи), якщо x є нерухомою крапкою багатозначного відображення φ, тобто $x \in \varphi(x)$. Якщо множина нерухомих крапок відображення φ не порожньо $(F_{ix}\varphi \neq 0)$, то система U називається розв'язною.

Ієрархічна система потенційно управляється в стані x, коли існує таке управління $z \in \psi(x)$, що $z(x) \in \psi(z(x))$, і цілком управляється в стані x, якщо $\forall \omega \in \Omega \ \ \exists z \in \psi(x)$, то $z(\omega(x))$ – нерухома крапка відображення φ.

У загальному випадку під управлінням ієрархічної системи можна розуміти кінцеву послідовність управлінь $z_1, z_2, \ldots, z_p$, яка приводить стан x системи в стан x_p такий що $z_i(x) = x_1$, $z_l(x_{l-1}) = x_l$ $(l = 1,2,\ldots,h)$.

Якщо ввести в розгляд функцію $f : Z \to R$ множини Z в множину дійсних чисел, то можна говорити, наприклад, про „вартість" управління і вирішувати задачу оптимального управління в ієрархічних системах.

Для розв'язання системи U необхідно, щоб $(F_{ix}\varphi_{11} \neq 0)$. Дійсно, якщо $x = (x_1, x_2, \ldots, x_n)$

– нерухома крапка відображення φ, тоді $x_1 \in \varphi_1(x)$.

У силу визначення φ_1 $\varphi_1(x) \cap \varphi_{11}(x_1) \neq 0$ і $\varphi_1(x) \subseteq \varphi_{11}(x_1)$, отже $x_1 \in \varphi_{11}(x_1)$.

Припустимо $x_1, x_2, \ldots, x_n$ є непорожніми компактними випуклими множинами в банахових просторах [illegible]. Тоді для того, щоб ієрархічна система (1) була розв'язною, досить, щоб відображення (2) φ_{ki} $(1 \le i,\ k \le n)$ були замкнутими і випуклими.

Дійсно, при цих умовах множина станів X ієрархічної системи є компактною випуклою множиною у банаховому просторі $x = \prod_{i=1}^{n} x_i$.

У силу визначення відображень φ_j $(j = 1,2,\ldots,n)$ для всіх $x \in X$ $\varphi_j(x)$ непорожньо і для кожного j

$$\exists_k : \varphi_j(x) = \bigcap_{i=1}^{k} \varphi_{ij}(x),$$

тому для усіх $\varphi_j(x)$ є замкнутим, випуклим як непорожнє перетинання випуклих множин. Тоді відображення $\varphi = \underset{j=1}{\overset{n}{\Delta}} \varphi_j$ буде задовольняти умовам замкнутості і компактності. І по теоремі Какутані про нерухомі крапки маємо: $F_{ix}\varphi \neq \varphi$.

Висновки. Запропонований в статті підхід автоматизованого синтезу структури і властивостей системи управління дозволяє гранично у загальних рисах підійти до проблеми опису складних систем, дає можливість наділяти отримані конструкції конкретними математичними структурами, що сприяє їх детальному вивченню і забезпечує зниження зниження тимчасових і грошових витрат.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Адлер Ю.П., Аронов И.З., Шпер В.Л. Что век текущий приготовил? Менеджмент XXI века – продолжение краткого обзора основных тенденций // Методы менеджмента качества. – 2004. – №1. – С. 10-11.

2. Мессарович М., Такахара Я. Общая теория систем: математические основы. – М.: Мир, 1978. – 311 с.

3. Теоретические и прикладные проблемы создания систем управления технологическими процессами // Тезисы докладов Всесоюзного научно-технического совещания. – Челябинск, 1990. Часть 1. –128 с.

4. Ильясов Б.Г. Бабак С.Ф. Синтез динамических систем методом последовательного расширения структуры: – Сб.: Вопросы проектирования информационных и кибернетических систем. – Уфа: Техника, 1987. – С. 21-26.

5. Кухаренко С.В. Методы, модели и алгоритмы оптимизации автоматизированного планирования и управления промышленным производством: дис. … канд. техн. наук: 05.13.06: защищена 25.05.05 : утв. 15.12.05 / Кухаренко Сергей Викторович. – Херсон, 2005. – 173 с.

6. Математические методы оптимизации и структурирования систем / Межвузовский сб. – Калинин: КГУ, 1980. – С. 115-119.

Рецензент: д.т.н., проф. Лєнков С.В.

УДК 004.056 к.т.н. **Лахно В.А.** (СУНУ ім. В.Даля)

СТРАТЕГІЧНЕ УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЮ БЕЗПЕКОЮ ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

У статті розглянута процедура проведення SWOT-аналізу при стратегічному плануванні політики інформаційної безпеки на транспорті. Запропонована модель, дозволяє імітувати функціонування системи інформаційної безпеки за допомогою зміни значень компонент вектора вхідних впливів.

Ключові слова: захист інформації, інформаційна безпека, SWOT - аналіз, прийняття рішення.

В статье рассмотрена процедура проведения SWOT-анализа при стратегическом планировании политики информационной безопасности на транспорте. Предложенная модель, позволяет имитировать функционирование системы информационной безопасности посредством изменения значений компонент вектора входных воздействий.

Ключевые слова: защита информации, информационная безопасность, SWOT - анализ, принятие решения.

In the article the procedure of carrying out of the SWOT-analysis is considered at strategic planning of a policy of information safety on transport. The offered model allows to simulate functioning of system of information safety by means of change of values a component of a vector of entrance influences.

Keywords: information protection, information safety, SWOT - analysis, decision-making.

Постановка проблеми. Доповіді, зроблені на європейській конференції міністрів транспорту (ЄКМТ) в 2010 р., про тенденції в торгівлі між Європою та Азією і наслідки для транспорту, досить ясно показує, що в останні роки збільшення торгівлі між двома континентами різко прискорилося [1]. Зростання торгівлі викликав посилений, дуже різноманітний і в багатьох випадках ускладнений попит на міжнародні перевезення в умовах жорстких обмежень логістики. Зокрема, транзит вантажів через Україну автомобільним та залізничним транспортом в 2011 році збільшився на 12,5%, до 102,35 млн. тонн.

Діяльність будь-якої транспортної компанії в наш час пов'язана з отриманням та передачею великих масивів інформації. Інформація зараз є стратегічно важливим товаром. За останні 20 років інформаційні технології (ІТ) проникли в усі сфери управління і ведення бізнесу. У той же час, сучасні технології відкритих розподілених систем та мережевої інтеграції, покладені в основу функціонування інформаційних систем (ІС) і телекомунікаційних мереж, володіють великою кількістю вразливостей. У зв'язку з цим питання забезпечення ІБ, захисту інформації в автоматизованих ІС на транспорті набули в останні роки більшу актуальність.

Завданням транспортної галузі в умовах зростання інфокомунікаційного ринку є ефективне поєднання двох стратегій, перша з яких передбачає побудову компанією власних транспортних бізнес-процесів і підтримуючих їх ІТ - систем, друга - придбання сторонніх послуг аутсорсера, зокрема в питаннях забезпечення інформаційної безпеки.

Мета роботи полягає в отриманні науково-обґрунтованих рішень зі стратегічного управління інформаційною безпекою на наземному транспорті, зокрема шляхом застосування методів SWOT-аналізу.

Огляд попередніх досліджень. Проблема забезпечення безпеки різних ІС на транспорті посилюється відсутністю єдиної методичної бази, що не дозволяє проводити адекватну оцінку загроз інформаційним ресурсам, а також ступеня захищеності даних. Поки найбільш популярним напрямком є підхід на основі оцінки та управління ризиками [2-4]. Він застосовується в різних сферах, зокрема, в економічній. Однак, концепція управління ризиками, яка використовується в економіці, спрямована більшою мірою на вибір оптимальних управлінських рішень для вилучення найбільшої економічної вигоди.

Оптимізації піддається співвідношення ризику в залежності від прийнятого рішення та можливого отримання прибутку від економічної діяльності суб'єкта господарської діяльності [3,4]. На наш погляд, для побудови моделі впливу ІТ на виробничий процес на транспорті доцільно скористатися принципами математичного та імітаційного моделювання, заснованих на апараті нечіткої логіки [5-7].

Одним з найпоширеніших методів, які оцінюють в комплексі внутрішні і зовнішні фактори, що впливають на питання, пов'язані з інформаційною безпекою, можна назвати SWOT-аналіз [2, 5].

Основний матеріал статті. Стратегічне управління підприємством ґрунтується на можливості прийняття вірних управлінських рішень на базі аналізу наочної, достовірної та своєчасної інформації про поточну діяльність. Найчастіше, аспекти питань інформаційної безпеки залишаються за межами стратегії підприємства.

Відсутність стратегічного управління політикою ІБ породжує ряд проблем. По перше, без чітко сформульованої стратегії процес забезпечення ІБ на транспорті носить несистемний характер. По друге, більшість важливих рішень з питань захисту інформації приймається інтуїтивно і спирається скоріше на досвід керівника відповідної організаційної структури. Застосування стратегічного підходу до управління на транспорті дозволить включити аспект безпеки, у тому числі й інформаційної, в загальну систему управління, що сприятиме узгодженню бізнес-цілей окремих підприємств з цілями ІБ в галузі.

Потреби в захисті в першу чергу залежать від критичності та обсягу інформації, яка повинні бути захищена, так само як і від умов її зберігання, обробки та використання. Як правило, організації мають у своєму розпорядженні обмежені ресурси, або мають потребу в досягненні заданого рівня захисту.

Сучасний стратегічний менеджмент у сфері захисту інформації на підприємствах транспортної галузі - це алгоритмічний спосіб управління і мислення, який забезпечує узгодження можливостей і цілей підприємства щодо забезпечення інформаційної безпеки, з інтересами всіх сторін, що беруть участь в його діяльності.

Укрупнений алгоритм процесу стратегічного управління інформаційною безпекою підприємств на транспорті наступний, див. рис. 1: формування місії компанії, розробка цілей, проведення SWOT-аналізу, вибір стратегії, реалізація стратегії, коригування стратегії.

Після формування місії підприємство розробляє цілі, в тому числі з питань ІБ, які повинні визначати напрямок розвитку. Стратегічні цілі є основними напрямками діяльності галузі, компанії, (підприємства), що ведуть до виконання її (його) місії. Кількість цілей визначається наступними параметрами підприємства: його розміру, рівня його розвитку, наявних у його розпорядженні ресурсів і т.д. Цілі повинні мати конкретний характер і бути, по можливості, кількісно визначеними, досяжними і реальними.

Але важливо не тільки визначити ці цілі, але і вибрати образ дій, який гарантують оптимальний шлях їх досягнення. Тому дуже важливий етап при формуванні ефективної стратегії підприємства в питаннях інформаційної безпеки - це стратегічний аналіз, що представляє достовірну оцінку власних ресурсів і можливостей щодо зовнішнього середовища, в якій працює галузь чи окреме підприємство. Раціональний вибір стратегій з безлічі розроблених варіантів повинен відбуватися на основі проведеного аналізу.

Найважливішим інструментом управління транспортним підприємством є матриця якісного стратегічного аналізу *SWOT*, що надає керівникам структуровану інформацію, в тому числі з питань інформаційної безпеки, на основі якої вони можуть орієнтуватися і приймати стратегічні рішення. За допомогою послідовного розгляду факторів *SWOT* приймаються рішення щодо корекції стратегій підприємства (ресурсних, функціональних, корпоративних, продуктових, інформаційних, управлінських) і його цілей, які, в свою чергу, визначають основні концепції організації діяльності.

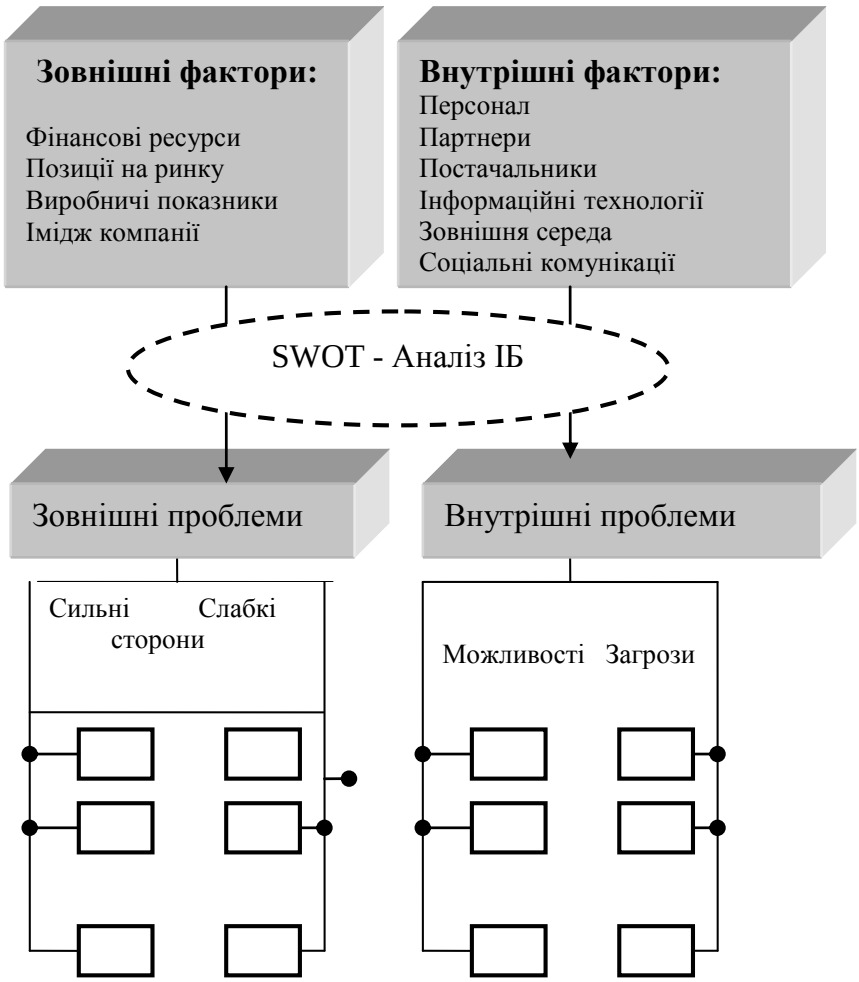


Рис.1. Схема проведення SWOT-аналізу інформаційної безпеки

В процесі проведення *SWOT*-аналізу, наприклад, по стратегії забезпечення захисту інформації, спочатку з урахуванням конкретної ситуації на підприємстві складається список його слабких і сильних сторін, що характеризує стан внутрішнього середовища підприємства, яка має кілька складових. Кожна зі складових внутрішнього середовища включає сукупність ключових процесів і структурних елементів об'єкта аналізу, що визначають в сукупності потенціал і можливості, якими володіє підприємство (компанія, галузь). Приклад аналізу сильних і слабких сторін підприємства наведений в табл. 1.

На основі даних табл. 1. будуємо матрицю "важливість - ефективність» (рис. 2). По суті матриця *SWOT*-аналізу - зручний засіб структурного відображення стратегічних характеристик підприємства та загального середовища. При її побудові застосована дихотомічна процедура: елементи матриці являють собою пари взаємовиключних ознак, що дозволяє знизити ентропію взаємодії середовища і системи.

Побудова на об'єкті управління моделюючої системи дозволяє розглядати етапи *SWOT*-аналізу, як управління системою. Складні системи, у тому числі системи інформаційної безпеки, характеризуються високим ступенем невизначеності. Тому для їх моделювання доцільне застосування нечітких методів. Моделююча система складається з основних елементів, що визначають функціональні властивості об'єкта. Взаємодії між елементами системи представляються у вигляді нечітких правил. Змінні, відповідні властивостям системи, поділяються на вхідні та вихідні. Моделююча система видає відгук вихідних змінних на зміну вхідних умов. При динамічному характері поведінки вхідних змінних і при наявності зворотних зв'язків система стає динамічною. Для реалізації заданої поведінки системи в часі застосовуються керуючі впливу.

Таблиця 1

Аналіз сильних і слабких сторін транспортної компанії

Складові внутрішнього середовища	Ефективність складових внутрішнього середовища				Важливість		
	Дуже сильна	Сильна	Нейтральна	Слабка	Висока	Середня	Низька
1. Маркетинг							
1.1. Репутація підприємства	+				+		
1.2. Ринкова частка		+			+		
1.3. Якість послуг (в тому числі інформаційних)			+		+		
1.4. Витрати виробництва			+			+	
…….							
2. Фінансовий аналіз							
2.1. Рівень прибутковості				+	+		
2.2. Фінансова стабільність			+		+		
2.3. Рентабельність інвестицій				+		+	
……							
3. Організація і кадри							
3.1. Підприємницька орієнтація				+		+	
3.2. Кваліфікація виробництва			+		+		
3.3. Кваліфікація персоналу				+		+	
3.4. Раціональність розподілу прав і відповідальності		+					+
……..							
4. Інформаційні технології та системи							
4.1. Рівень застосування ІТ та ІС		+			+		
4.2. Інтеграція з глобальними мережами			+				+
……							
5. Інформаційна безпека							
5.1. Наявність спеціальних структур з питань ІБ			+			+	
5.2. Постійний або періодичний аудит ІБ			+			+	
……...							

Позначивши $X = (x_k), k = 1, K$ вектор вхідних впливів, а $Y = (y_i), l = 1, L$ результуючий вектор, функціонування системи можна представити залежністю

$$Y = F(X, U, E), \quad (1)$$

де E - внутрішні і зовнішні чинники;

U - керуючі фактори впливу.

Результат взаємодії елементів системи (табл. 1) визначається за допомогою нечіткого виведення:

$$U(\tau) = f(\tilde{O}, e, \Delta y).$$

<table>
<tr><td rowspan="2">Важливість</td><td>Висока</td><td>Вимагають особливої уваги:
1.3;
1.4;
4.2;
…</td><td>Зберігають високий рівень :
1.1;
1.2;
4.1;
..</td></tr>
<tr><td>Низька</td><td>Низький пріоритет:
3.1;
3.2;
…</td><td>Малозначні фактори:
3.4;
…</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2"></td><td>Низька</td><td>Висока</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ефективність</td></tr>
</table>

Рис. 2. Матриця «Важливість - Ефективність»

Посилення і ослаблення дії будь-якого елементу визначається величинами коефіцієнтів $e = (e_{ij})$, які визначають внесок *i*-й зв'язку в стан *j*-го елементу.

Для *SWOT* - аналізу критерій якості управління може бути заданий у вигляді мінімального середньоквадратичного відхилення вихідної характеристики від заданої залежності

$$U_o(\tau): \quad J = \int_0^T (f(\tilde{O}, e, \Delta y) - U_o(\tau))^2 d\tau \to \min.$$

При вирішенні такого завдання оптимального управління за рахунок вибору w і перерозподілу ресурсів підприємства реалізується основний принцип *SWOT* - аналізу: звернення власних вад в сильні позиції і ліквідація зовнішніх загроз за рахунок внутрішніх можливостей.

Дані, отримані в результаті ситуаційного аналізу, служать базисними елементами при розробці стратегічних цілей і завдань комплексного забезпечення інформаційної безпеки на підприємстві.

Цілі і завдання можуть бути реалізовані різними способами, щоб виявити і охарактеризувати всі параметри, які могли б увійти до рішення заданої проблеми оптимізації логічно сконструювати морфологічний ящик або багатовимірну матрицю, що містить всі варіанти вирішення проблеми, див. табл.2.

Таблиця 2

Морфологічна таблиця

Параметр (*X*)	**Альтернативи**			
X_1	X_{11}	X_{12}	…	X_{1m}
X_2	X_{21}	X_{22}	…	X_{2m}
….	…	…	…	…
X_n	X_{n1}	X_{n2}	…	X_{nm}

Крім морфологічної таблиці, морфологічний ящик може бути представлений у вигляді морфологічного і/або-дерева, морфологічного графа, або за допомогою спеціальних мов,

наприклад, Structuralist. Морфологічні методи оперують лише поняттями структур об'єктів, отже, вони моделюють тільки частину знань предметної області, що відноситься до морфології. Тому для моделювання знань предметної області морфологічні методи мають бути доповнені методами математичного моделювання даної системи, що дозволяє оптимізувати ресурси системи і домогтися сталого функціонування об'єкту.

Таким чином , для реалізації поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- здійснити процедуру *SWOT*-аналізу діяльності господарюючого суб'єкта за допомогою узагальненої системи нечіткого логічного висновку, заснований на прогнозі дії зовнішніх факторів і перетворенні слабких сторін в сильні відповідно з обмеженими можливостями підприємства;

- виявити основні тенденції розвитку ринку інформаційних технологій та оцінити їх вплив на діяльність транспортної галузі для формулювання стратегічних ініціатив, що забезпечують досягнення поставлених цілей і визначення набору заходів та строків їх реалізації для досягнення цих ініціатив.

Для побудови моделі впливу інформаційних технологій на виробничий процес на транспорті, також можна використовувати принципи імітаційного моделювання, заснованого на апараті нечіткої логіки [7, 9].

Будемо вважати, що виробничий процес на транспорті, як система, визначається основними виробничими елементами. Між цими елементами діють виробничі зв'язки. Тоді сам процес представляється у вигляді нечіткої причинно-наслідкового мережі наступним чином:

$$S = (W, V), \tag{2}$$

де $W = \{w_i, i = \overline{1, w}\}$, $V = \{v(w_i, w_j), i, j = \overline{1, w}, i \neq j\}$ - безліч елементів системи і безліч зв'язків між ними.

При описі елементів використовується безліч нечітких ситуацій, що характеризують простір можливих станів елементів, а також безліч відносин між ними. Кожному елементу системи відповідає лінгвістична змінна, визначена на терм-множині, і базова безліч елемента. Терм-множина являє собою набір лінгвістичних значень елемента, що характеризують його типові стану, де M_i - число типових станів даного елемента. Для опису термів $T_{i,k}, k = \overline{1, M_i}$, що відповідають значенням елемента w_i, використовуються нечіткі функції приналежності з множини $M_i = \{\mu_i(b), b \in B_i\}$.

Зв'язки $v(w_i, w_j)$ між типовими станами кожної пари елементів задаються одним із значень терм-множини лінгвістичної змінної:

$$(v(w_i, w_j), T_{v(w_i, w_j)}, B_{v(w_i, w_j)}),$$

де $T_{v(w_i, w_j)}$ - терм-множина лінгвістичної змінної $v(w_i, w_j)$.

Зв'язки між типовими станами кожної пари елементів задаються нечіткими змінними.

Відносини причинності між кожною парою елементів (w_i, w_j) з безлічі зв'язків $V = \{v(w_i, w_j)\}$ формуються у вигляді орієнтованого графа. Зв'язок між типовими станами кожної пари елементів задаються одним із значень терм-множини лінгвістичної змінної.

Зв'язки, що характеризують нечітку ступінь впливу між типовими станами кожної пари елементів, описуються нечіткими змінними, які можуть задаватися функціями приналежності. Завдання взаємозв'язків між елементами за допомогою функцій приналежності дозволяє формувати продукційні моделі у вигляді безлічі нечітких правил. Функції приналежності для всіх змінних на кожному термі $[T_k^L, T_k^R]$ задаються у вигляді:

$$\mu_k(x) = \begin{cases} \mu_k^L(x) = \exp(-((x - c_k)/\sigma_k^L)^2), & x < c_k; \\ \mu_k^R(x) = \exp(-((x - c_k)/\sigma_k^R)^2), & x \geq c_k. \end{cases} \tag{3}$$

Центр терма визначається виразом $c_k = (T_k^L + T_k^R)/2$, а коефіцієнти σ_k^L, σ_k^R знаходяться з умови $\mu(T_{k-1}^R) = \mu(T_k^L) = 0{,}5$: $\sigma_k^L = \sqrt{(c_k - T_k^l)/\ln 2}$, $\sigma_k^R = \sqrt{(T_k^R - c_k)/\ln 2}$, $T_k^l = T_{k-1}^R$. Безліч термів і безліч функцій приналежності вхідних і вихідних змінних повністю визначаються межами термів $\left[T_k^L, T_k^R\right]$.

На основі експертної оцінки формується набір правил R_j, $j = 1, N$. Кожному правилу ставиться у відповідність функція приналежності умови і слідства. Правила, що містять співпадаючі слідства і мають відношення до однієї й тієї ж взаємодії, компонуються в одне правило за допомогою логічної суми. Кількісний результат взаємодії між елементами визначається на основі нечіткого виводу. Уявімо нечітке правило наступним чином: $A \Rightarrow B$. Умову А можна представити у вигляді

$$if\ (x_1 \in A) \vee ...(x_j \in A_j) \vee ...(x_M \in A_M)\ then\ (y \in B_i). \quad (4)$$

Для визначення результуючого рівня активації застосовується оператор логічного множення для окремих складових умови в правилі: $\mu_A^i(x) = \min_i(\mu_A(x_i))$. Агрегована за всіма правилами функція приналежності визначається логічним підсумовуванням $\mu_B(y) = \max_{j=1,N}\left(\mu_A^j(x)\mu_B^j(y)\right)$.

Точкова оцінка результату визначається щодо центру області:

$$y_c = \left(\int_y \mu_B(y) y dy\right) \Big/ \left(\int_y \mu_B(y) dy\right).$$

При наявності в системі зворотного зв'язку результуючий вектор функціонування системи можна описати наступною рекурентною залежністю:

$$Y(\tau) = F(X(\tau - 1), Y(\tau - 1), U(\tau - 1), Å), \quad (5)$$

де τ - рік формування системи.

Запропонована модель дозволяє імітувати функціонування системи за допомогою зміни значень компонент вектора X.

У роботі розглянуто функціонування підприємства, що описується моделлю (4) на часовому відрізку $\tau \in [0, T]$.

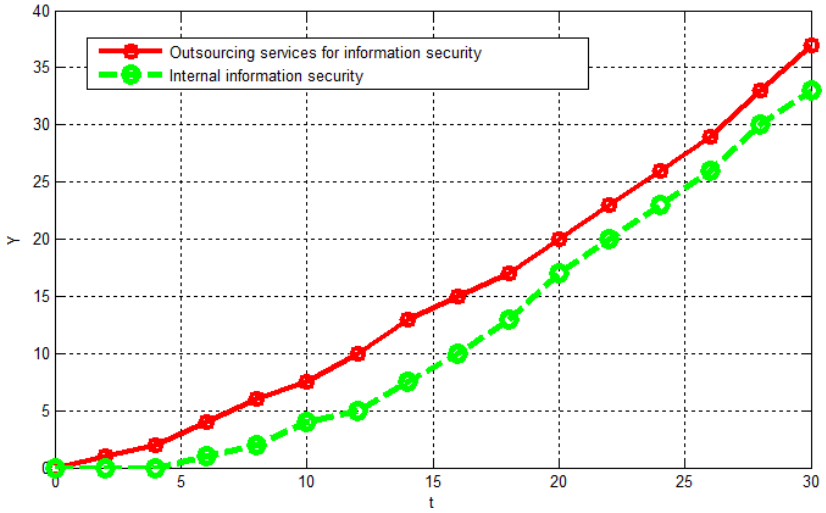


Рис. 3. Інтегральний ефект від застосування СЗІ для ІТ на транспорті

Одиниця часу відповідає 1 кварталу. У разі власних розробок, спрямованих на забезпечення інформаційної безпеки, ефект на виробництві починає виявлятися майже через рік після початку робіт. При аутсорсингу вкладені кошти починають давати ефект відразу.

Висновок. Таким чином, в роботі побудовано нечітке уявлення SWOT-аналізу, що застосовується при стратегічному плануванні політики інформаційної безпеки на транспорті, при якому зв'язки між типовими станами кожної пари елементів задані нечіткими змінними, а відносини причинності між кожною парою елементів з безлічі зв'язків представлені у вигляді орієнтованого графа. Запропонована модель дозволяє імітувати функціонування системи інформаційної безпеки за допомогою зміни значень компонент вектора вхідних впливів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Европейская конференция министров транспорта (ЕКМТ). [электронный ресурс] Режим доступу: http://international transport forum.org/pub/pdf/06Europe-AsiaRU.pdf

2. Карпеев Д.О. Стратегии управления рисками в социотехнических информационных системах. / Д.О. Карпеев, Г.А. Остапенко, В.И. Белоножкин // Журнал «Информация и безопасность». - Воронеж: ВГТУ, 2006. – Вып. 2. – С. 133-134.

3. Гаценко О.Ю. Защита информации. Основы организационного управления. / Гаценко О.Ю. – СПб.: Сентябрь, 2001. – 228 с.

4. Жуковский В.И. Риск в многокритериальных и конфликтных системах при неопределенности. / Жуковский В.И., Жуковская Л.В. - М.: Едиториал УРСС, 2004. – 267с.

5. Белобоков А.Я. Модель выбора аутосорсинговых услуг по информатизации предприятия // Вестник МАРТИТ, 2006, №24(46). – С.120-131.

6. Стельмашонок Е.В. Стратегическое управление информационной безопасностью предприятия на основе сбалансированной системы показателей / Стельмашонок Елена Викторовна, Соколовская Светлана Анатольевна. // Вестник инжэкона. Серия: Экономика, 2010. – №6(41). – С.112-117.

7. Борисов А.Н. Принятие решения на основе нечетких моделей: примеры использования / А.Н. Борисов, О.А. Крумберг, И.П. Федоров. – Рига: Знание, 1990. – 184 с.

8. Риндюк В.О. Організація систем захисту інформації на основі методів нечітких множин: дисертація канд. техн. наук: 05.13.21 / НАН України; Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є.Пухова. – К., 2003.

9. Лахно В.А. Обеспечение защищенности автоматизированных информационных систем транспортных предприятий в условиях роста транзитных перевозок / Лахно В.А., Петров А.С. // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – №21. – 2009. – С. 110-120.

Рецензент: д.т.н., проф. Лєнков С.В.

УДК 004:004.65

к.т.н. **Муляр І.В.** (ХмНУ)
к.т.н. **Джулій А.В.** (ХмНУ)
Гіль Є.В. (НТУУ «КПІ»)

МЕТОДИ СТВОРЕННЯ І ПЕРЕВІРКИ ХЕШУ ГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

У статті розлянуті підходи для обчислення статистичних значень графічних зображень, які захоплять головні особливості зображення і залишаються по суті незміненними через прийнятні перетворення. Запропоновані методи є гнучкими і можуть використовуватися для рішення інших задач.

Ключові слова: графічні зображення, ідентифікації повідомлення, хешування зображення.

В статье рассмотрены подходы для вычисления статистических значений графических изображений, которые захватят главные особенности изображения и остаются по сути незминеннимы через приемлемые преобразования. Предложенные методы являются гибкими и могут использоваться для решения других задач.

Ключевые слова: графические изображения, идентификации сообщения, хеширования изображения.

In the article the approaches for calculation of statistical values of graphic representations which will grasp the main features of the image are considered and remain as a matter of fact not changed through comprehensible transformations. The offered methods are flexible and can be used for the decision of other problems.

Keywords: graphic representations, message identifications, hashing images.

Вступ. Задача методів ідентифікації графічних зображень - знайти спотворення вмісту та визначити автора об'єкта даних. Два головні криптографічні примітиви для забезпечення достовірності - це коди ідентифікації повідомлення (MAC) і цифрові системи підпису (DS). В даних системах, щоб ідентифікувати об'єкт даних *m*, алгоритм генерації використовується для отримання ознаки ідентифікації *t*, який приєднується до об'єкта, щоб сформувати *m||t*. Алгоритм перевірки бере об'єкт та пару ознак *o||t* і проводить порівняння та визначає (достовірність) справжній об’єкт чи ні. У системах MAC ключ генерації і верифікації однаковий (або один може бути легко одержаний з іншого), і система називається симетричною ключовою система. Недоліком симетричних ключових систем – є те, що вони не забезпечують «неможливості відмови від авторства»: відправник може відхилювати повідомлення, яке він послав. У системах DS, ознака ідентифікації також називається підписом і використовується не тільки для ідентифікації але і для забезпечення «неможливості відмови від авторства». Головний недолік систем DS - те, що вони потребують багато дорогоцінних ресурсів для обчислень.

Постановка задачі. Метод хешування зображення *H* бере довільне зображення *I* і створює строку бітів x_i. На відміну від криптографічних хеш-функцій, алгоритми хешування зображення повинні бути позбавлені чутливості до бітів і створювати таке ж значення для подібних зображень, які є визначеними через набір *A* - допустимих перетворень, це ті перетворення, які не змінюють головні особливості зображення. Ми говоримо зображення *I’* подібне *I*, якщо $I' = a(I)$; $a \in A$. Нам також потрібно визначити набір *A’* неприпустимих перетворень, які складаються з перетворень, застосованих до цілого зображення, як наприклад компресія в низькому якісному чиннику з метою пошкодження важливих деталей зображення, і локалізованої модифікації вмісту.

Метод хешування повинен створювати 'близькі' значення для зображень, які одержані через прийнятні перетворення, і 'віддалені' значення для зображень, які одержані через неприпустимі перетворення. Щоб визначити 'близькі' і 'віддалені' значення необхідна функції відстані.

Мірою відстані між двома значеннями *v* та *v’* є кореляційний коефіцієнт $d_{CC}(v, v')$

$$d_{CC}(v,v') = \frac{\sum_{i=0}^{n}\left(v_i - \overline{v_i}\right)\left(v'_i - \overline{v'_i}\right)}{\sqrt{\sum_{i=0}^{n}\left(v_i - \overline{v_i}\right)^2}\cdot\sqrt{\sum_{i=0}^{n}\left(v'_i - \overline{v'_i}\right)^2}} \quad (1)$$

та Евклідова відстань $d_{ED}(v,v')$

$$d_{ED}(v,v') = \sqrt{\sum_{i=0}^{n}(v_i - v_i')^2}\ . \quad (2)$$

Якщо хеш значення близькі $d_{ED}(H(I),H(I')) \in (1-\varepsilon, 1+\varepsilon)$ або $d_{ED}(H(I),H(I')) < \varepsilon$, ми стверджуємо що два зображення є схожими і визначаємо рівень достовірності цього твердження.

Методи створення і перевірки хешу графічних зображень. Методи хешування зображення, які використовуються для ідентифікації повинні мати таку властивість, щоб було неможливо створити два зображення *I* та *I'* які схожі та $I' <> a(I);\ a \in A$.

Для гарного алгоритму хешування, вірогідність позитивної неправди і негативної неправди, повинна залишитися маленькою.

Основна ідея - вирахувати статистичні значення, які захоплять головні особливості зображення і залишаться по суті незміненими через прийнятні перетворення. Тут, незмінене означає що хеш значення буде близьким. Для набору допустимих перетворень відносимо компресію JPEG з різними якісними рівнями. Всі інші перетворення, зокрема фільтрацію, вважаємо неприпустимими маніпулюваннями, які повинні бути знайденими системою. Проте запропоновані системи є гнучкими і можуть використовуватися з іншими визначеннями.

Статистика отримується з певних регіонів зображення. Регіони можуть бути одержані через розподіл зображення на блоки або через алгоритми сегментації, або випадково за допомогою вибору підмножини пікселів. Використовуються дві наступні статистики:

- середнє $\overline{x} = \frac{\sum_1^n x_i}{n}$
- відхилення від норми $S = \frac{\sum_1^n \left(x_i - \overline{x}\right)^2}{n}$

Алгоритм K-середні/LBG розроблений для процедур кластерізації в розпізнаванні образів і може бути описаний як вказано нижче.

Наданий великий набір векторів виходу від джерела, відомого як нвчальний набір, і початковий набір характерних зразків *k*, призначити кожний елемент нвчального набору найближчим характерним зразкам. Коли елементи призначені, характерний зразок відновлюється за допомогою обчислення центру нвчальних векторів, призначених для нього. Коли процес призначення завершений, ми матимемо групи *k* векторів, що зібрані навколо кожної з точок виходу.

Заснований на цьому алгоритмі метод складається з наступних етапів:

1. Починаємо з відновлених даних $\left\{Y_i^{(0)}\right\}_{i=1}^{M}$ і набору нвчальних значень $\left\{X_n\right\}_{i=1}^{N}$, встановимо $k = 0,\ D^{(0)} = 0$. Виберемо границю ε.

2. Регіони квантування $\left\{V_i^{(k)}\right\}_{i=1}^{M}$ дані

$$V_i^{(k)} = \left\{X_n : d(X_n, Y_i) < d(X_n, Y_j)\ \forall\ j \neq i, i = 1,...,M\right\}.$$

Припустимо жоден з регіонів не є порожнім.

3. Підрахуємо середнє викривлення $D^{(k)}$ між нвчальними записами та відновленими.

4. якщо $\frac{D^{(k)} - D^{(k-1)}}{D^{(k)}} < \varepsilon$ вихід, якщо ні – продовжуємо.

5. *k=k+1*. Знаходимо нові відновлені значення які є середніми значеннями квантування регіонів $V_i^{(k-1)}$. Перехід на крок 2.

Створення хешу і перевірка складається з трьох методів. Перші два методи засновано на статистиці регіону: середнє, середнє квадратичне відхилення, і третій метод заснований на «книзі шифрування» навченій на стислих векторах особливостей зображень.

Метод 1.

Створення хешу. Нехай A_σ складається з усіх JPEG алгоритмів до рівня якості σ.

1. Поділимо зображення на блоки розміром $a \times b$. Припустимо ми отримали $m \times n$ блоків.

2. Для кожного блоку визначимо статистики S_{ij}^o, $i = 1,...,m,\ j = 1,...,n.$

3. Для всіх зображень $I_m = a(I),\ a \in A_\sigma$ повторимо кроки 1 та 2 для отримання S_{ij}^m.

4. Знайдемо різницю статистик між зміненим блоком та відповідним блоком оригінального зображення $\left| S_{ij}^o - S_{ij}^m \right|$.

5. Для всіх $i = 1,...,m,\ j = 1,...,n.$ знайдемо $\tau = \max_{a \in A_\sigma} \left| S_{ij}^o - S_{ij}^m \right|$ та поріг $T_\sigma = \tau$.

Хеш значення зображення складається з послідовності статистик оригінального зображення S_{ij}^o, розміром $a \times b$, та пороговим значенням T_σ. Розмір блоку визначає рівень похибки статистики. Вибір малого блоку $a \times b$ створить довгі рядки підпису, вибір великого – до втрати деяких даних.

Перевірка хешу. Щоб визначити чи кандидат I_c має той самий хеш x_i що і I виконаємо наступні кроки:

Обчислимо $\left| S_{ij}^o - S_{ij}^c \right|,\ i = 1,...,m,\ j = 1,...,n$

якщо $\left| S_{ij}^o - S_{ij}^c \right| \le T_\sigma,\ i = 1,...,m,\ j = 1,...,n$ то I_c перекривається з I.

Експерименти показали, що в більшості випадків середнє квадратичне відхилення виконувалося краще, ніж середнє значення, вибір середнього квадратичного відхилення, компенсував більше компресії, ніж вибір середини. Тому ми рекомендуємо використовувати середнє квадратичне відхилення замість середини. Також помічено, що за винятком умисних маніпулювань, обертання створило максимальну різницю в статистиках.

Метод -2.

Генерація хеш. Створення хешу на основі методу *к-середини*. Оригінальне зображення поділено на *P* частин за допомогою алгоритму *к-середини*. «Книга шифрування» навчена на векторах особливостей оригінального та стиснутого зображення.

1. Визначаємо статистику S_i^o для кожного регіону $i = 1,...,P$.

2. Для всіх зображення $I_m = a(I),\ a \in A$ використовуємо «книгу шифрування» для сегментування та отримання статистики S_i^m.

3. Знаходимо евклідову відстань D_m між статистикою зміненого зображення та статистикою оригінального зображення S_i^o, $D_m = \sqrt{\sum \left(S_i^o\right)^2 - \left(S_i^m\right)^2}$.

4. Визначаємо поріг *T* на основі D_m для змінених зображень $I_m = a(I),\ a \in A$.

5. Хеш значення складається з послідовності статистик оригінального зображення S_i^o, кількості регіонів *P*, статистики, що використовується, «книги шифрування» та порогу *T*.

Перевірка хешу. Щоб перевірити чи значення хешу зображення кандидата I_c таке ж як значення хешу початкового зображення зробимо наступне.

1. Сегментуємо зображення I_c на *P* частин, використовуємо алгоритм *к-середини* для отримання «книги шифрування»

2. Визначаємо статистику S_i^c для цих регіонів.

3. Визначаємо Евклідову відстань D_c між I_c та I. Якщо $D_c \le T$ то хеш значення однакові, інакше – різні.

"Книга шифрування" отримується за допомогою прийнятних модифікацій зображення. Зараз, якщо зображення кандидата створено за допомогою прийнятної модифікації, сегменти є дуже подібними до сегментів початкового зображення і відтепер статистика регіонів близька до початкового зображення і відстань Евкліда між двома сегментами найменша. Якщо зображення отримане в результаті неприпустимого перетворення, регіони різні і відстань велика.

Метод - 3 - використовує книгу шифрування навчену на векторах особливості зображень.

1. Беремо зображення I та зображення JPEG стиснуте з різними рівнями якості.

2. Знаходимо вектори особливостей які містять значення пікселів (p), середні значення сусідніх пікселів $(\bar{x})$, та стандартне відхилення сусідніх пікселів (σ) для всіх вищезгаданих зображень. Це і є набір нвчальних значень T_c. З цього слідує, що $(p,\bar{x},\sigma) \in T_{c_i}$ та $(p,\bar{x},\sigma) \in T_c = T_{c_1} \bigcup T_{c_2} \bigcup ... \bigcup T_{c_k}$, де T_{c_i} - набір нвчальних значень векторів особливостей стиснутих зображень I_i.

3. Навчаємо книгу шифрування I_c на наборі значень T_c створеного вище, використовуючи тільки стиснуті зображення.

4. Нехай $FC = \{C_1, C_2, ..., C_p\}$ - книга шифрів створена вище.

5. За допомогою FC виконаємо декілька ітерацій алгоритму використовуючи набір значень T_{c_i}.

6. Припустимо $FC' = \{C'_1, C'_2, ..., C'_p\}$ відхиленням у Евклідової відстані буде $ED_{comp} = \sqrt{\sum_{i=1}^{p} (C_i - C'_i)^2}$

7. Повторимо крок 5 знову, використовуючи набір значень T_f створеного з векторами особливостей зміненого зображення I_f. Нехай $FC^o = \{C^o{}_1, C^o{}_2, ..., C^o{}_p\}$ - книга шифрування після одної ітерації. Тоді відхилення у Евклідової відстані буде $ED_{other} = \sqrt{\sum_{i=1}^{p} (C_i - C^o{}_i)^2}$.

8. Шукаючи максимальне і мінімальне значення ED_{comp} для кожного стиснутого зображення I_i, встановлюємо границі для прийнятних відстаней Евкліда $[a,b]$.

9. Хеш складається з FC, a і b. Розмір хешу буде $((p \times 3) + 2) \times r$ байтів де p – розмір книги шифрування, а r –кількість байтів для представлення справжнього значення.

Перевірка хешу. Для того щоб перевірити чи зображення I_c має той самий хеш, що і I необхідно:

1. Створимо послідовність векторів особливостей для кожного значення пікселя, середні значення сусідніх пікселів, та стандартне відхилення сусідніх пікселів.

2. Зробимо ітерацію LBG на отриманій DC. Нехай $FC^r = \{C^r{}_1, C^r{}_2, ..., C^r{}_p\}$- книга шифрування після іншої ітерації, тоді відхилення у Евклідової відстані буде $ED_{received} = \sqrt{\sum_{i=1}^{p} (C_i - C^r{}_i)^2}$.

3. Якщо отримана Евклідова відстань попадає в проміжок $[a,b]$ тоді хеші зображень співпадають.

Експеримент, для підтвердження Методу-3 показав, що при збільшенні чіткості зображення має найвище відхилення на всіх зображеннях. На деяких зображеннях, оскільки розмір книги шифрування було збільшено, початкове зображення показало невелике відхилення в Евклідових відстанях в порівнянні зі стиснутими.

Висновки. Алгоритм хешування графічних зображень повинен створювати 'близькі' значення для зображень, які одержані через прийнятні перетворення, і 'віддалені' значення для зображень, які одержані через неприпустимі перетворення.

Метод-1 використовує блоки однакового розміру для кожної модифікації, тоді як регіони, що є результатом *k-седенинної сегментації* методу-2, не є однаковими для кожної модифікації. Метод-1 виконується краще, тому що він порівнює статистику відповідності блоків такого ж розміру, тоді як в методі-2 регіони, поділені на сегменти, не можуть зберігати такий же розмір для кожної модифікації. Метод-1 простий для здійснення і система відносно швидка, тоді як метод-2 дуже дорогий в термінах часу і складності за рахунок сегментації. Збільшення числа блоків або зменшення розміру блоку покращує роботу методу-1 за рахунок довгого хешу, тоді як збільшення числа регіонів не сильно впливає на продуктивність роботи методу-2.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Арун Н. “Цифрові зображення: Представлення і компрессія”/ Нетравалі, Арун Н. та Хаскель, Баррі Г./ Нью-Йорк, 2002р. – 430 с.

2. Лин та Чанг, ”Створення надійного цифрового підпису для идентифікації медіа”/ Лин та Чанг /, 1998р.- 270 с

3. Анин Б.Ю. Защита компьютерной информации / Анин Б.Ю. / – СПб.: БХВ. – Санкт-Петербург, 2000г. – 580 с, ил.

4. Ричард Э.Смит «Аутентификация: от паролей до открытых ключей / Ричард Э.Смит // Издательский дом «Вильяме», 2002 г. – 348 с, ил.

Рецензент: д.т.н., проф. Лєнков С.В.

УДК 681.5

д.т.н., доц. **Оксіюк О.Г.** (ПВНЗ «ЄУ»)
Вялкова В.І. (ПВНЗ «ЄУ»)
Барабаш О.В. (МАУП)

АРХІТЕКТУРА Й ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ НАВЧАЛЬНИХ СИСТЕМ

У статті запропоновано архітектуру та принципи застосування інтелектуальних навчальних систем (ІНС). Усі підсистеми в складі ІНС тісно взаємодіють, тобто ІНС можна вважати сукупністю інтелектуальних систем, що підтримують різні аспекти процесу навчання.

Ключові слова: комп'ютерні системи навчання, інтелектуальні системи навчання, інтелектуальні середовища, інтелектуальні тренажери.

В статье предложена архитектура и принципы применения интеллектуальных обучающих систем. Все подсистемы в составе ИОС тесно взаимодействуют, т.е. ИОС можно считать совокупностью интеллектуальных систем, поддерживающих различные аспекты процесса обучения.

Ключевые слова: компьютерные системы обучения, интеллектуальные системы обучения, интеллектуальные среды, интеллектуальные тренажеры.

In this article the architecture and principles of the using of intelligent tutoring systems (ITS) are considered. All subsystems in the ITS are closely interacted, that ITS can be considered a set of intelligent systems that support different aspects of the learning process.

Keywords: Computer training systems, intelligent training systems, intellectual environments, intellectual exercise equipments.

Вступ. Завданням сьогодення є розробка комп'ютерних систем навчання (КСН). Сучасні КСН повинні допомагати тим, яких навчають, займатися навчанням за допомогою організації адаптивного діалогу між користувачами (як з учнем, так і з вчителем). Розглянемо коротко основні етапи розвитку КСН з урахуванням розширення їхніх можливостей.

Перші КСН будувалися відповідно до твердого сценарію подання навчальної інформації й діалогу з користувачем. До таких систем, наприклад, відносяться автоматизовані навчальні системи (АНС), а також електронні підручники, які й у цей час не втрачають своїй актуальності й привабливості.

Постановка завдання дослідження. Однак на сучасному етапі, коли обсяги інформації стрімко зростають, з'являється необхідність у створенні таких засобів підтримки електронних підручників, які б дозволяли користувачу не тільки переглядати інформацію, що його цікавить, шляхом навігацій по гіперструктурах, але й задавати та отримувати різні відповіді на питання. Це приводить до розширення типології дій користувача, що дає можливість користувачеві заощадити час, затрачуваний їм на пошук тієї або іншої інформації. На жаль, у багатьох сучасних системах користувачеві доводитися досить довго листати електронний довідник у пошуках відповіді на єдине питання. Ускладнення номенклатури й зміст питання користувача призводить до необхідності вдосконалювання засобів опису навчального матеріалу, тобто крім структури й змісту необхідно також ураховувати семантичні зв'язки між описуваним поняттями. Використання такого підходу дозволяє розробити інтелектуальні довідкові системи (ІДС), які необхідні не тільки в складі КСН, але й у будь-якій комп'ютерній системі.

Далі, у зв'язку з підвищенням складності й інформаційної насиченості КСН виникає необхідність у здійсненні керування навчанням і процесом взаємодії з користувачем. Оскільки навчальна система стає більше складною й багатофункціональною й призначена для різних категорій користувача, то потрібна адаптація до індивідуальних особливостей кожного конкретного користувача. Помітимо, що здатність КСН адаптуватися до користувача є одним з показників її ефективності й, як наслідок, інтелектуальності. Для

забезпечення адаптації до користувача розробляються моделі користувача (того, якого навчають), у яких зберігається інформація про кожного конкретного користувача. Таким чином, на сучасному етапі КСН здобувають більш складну структуру й включають у свій склад не тільки опис навчального матеріалу, а також інформацію про користувачів і про керування навчанням.

Одним з напрямків розвитку сучасних комп'ютерних систем у цілому є розробка систем, ,,що вміють" навчатися, тобто еволюціонувати в процесі свого функціонування. Таким чином, коли мова йде про комп'ютерне навчання, необхідно чітко розрізняти дві сторони даної проблеми, а саме навчання користувача й навчання (самонавчання) комп'ютера, тобто зміна комп'ютерної системи. В зв'язку з вищезазначеним, при розробці відповідних КСН, що навчають користувача, називаються навчальними, а системи, здатні самонавчатися – системами, що навчаються.

Одним з перспективних напрямків розвитку навчальних систем є розробка нового покоління систем даного класу - інтелектуальних навчальних систем (ІНС).

Для проектування ІНС використовуються методи й засоби штучного інтелекту. У загальному випадку навчальні системи вважаються інтелектуальними, якщо вони мають здатність [1]:

- генерувати навчальні завдання;
- вирішувати завдання, пропоновані тому, кого навчають, використовуючи методи подання знань про досліджувану дисципліну;
- визначати стратегію й тактику ведення діалогу;
- моделювати рівень знань того, кого навчають(користувача);
- самонавчатися на основі аналізу результатів взаємодії з тими, кого навчають.

Відповідно до мети їхнього функціонування ІНС [2] класифікуються на консультаційні, діагностуючі, керуючі й супровідні ІНС. Цей порядок відображає середню складність розробки системи. Найбільш складними є ІНС останніх двох типів. Тому саме їх називають інтелектуально - навчальними або експертно-навчальними системами.

Керуюча система призначена для спрямовування пізнавальної діяльності того, кого навчають. Вона доповнює діагностуючу ІНС, знаннями про цілі функціонування системи й стратегію навчання. Розрізняють навички, які отримуються в результаті теоретичного і практичного навчання, а відповідні програми називають навчальними й тренувальними. Основною відмінністю програм є наявність ознайомлення тих, яких навчають, з новим матеріалом.

Супровідна система призначена для спостереження за діяльністю користувача під час роботи в інструментальній системі й надання йому допомоги у разі виявлення помилкових або нераціональних дій. Супровідна ІНС на відміну від керуючої: не „знає" мети діяльності користувача й повинна її прогнозувати, що розширює функції експертних систем (ЕС) з діагностики помилок; крім того, супровідна ІНС менш „комунікабельна", тому не відволікає користувача від роботи. Супровідну ІНС можна розглядати як розширення діагностичної щодо збільшення функцій ЕС (крім діагностики помилок – прогнозування цілей діяльності користувача); зіставлення помилкових ситуацій і навчальної інформації; розробки ЕС з керування навчанням, що містить стратегію надання допомоги користувачеві у разі при виявлення помилкових або нераціональних дій.

Функціонування таких ІНС відбувається в такий спосіб: відповідно до моделі користувача, педагог визначає поточну мету навчання, спостерігає за його діями, надаючи йому необхідну допомогу, використовуючи модуль інтерфейсу. Потім аналізатор дії користувача уточнює його модель і виконує наступний цикл роботи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз літератури [3] показує, що інтелектуальні навчальні системи розглядаються як системи, які складаються із чотирьох основних блоків: експерт з предметної галузі; аналізатор дій, кого навчають; педагог; інтерфейс.

Відповідно до такого визначення значне число розробок може бути віднесене до класу ІНС, але, як правило, у них присутні не всі зазначені блоки. Такі ІНС не дали очікуваного ефекту через занадто слабку розробку психологічних теорій одержання знань, формування понять і побудови логічного висновку. Тому на першому етапі вирішується більш скромне завдання, що полягає у створенні на основі комп'ютера ситуації, що надає можливість користувачу максимально використовувати свій власний інтелект і наявні в нього знання. Для вирішення цього завдання нині розробляються так звані ***стимулятори процесу пізнання,*** до яких, зокрема, належать: інтелектуальні середовища; гіперсередовища (гіпермедіа); мікросвіти; спеціальні окуляри.

На відміну від ІНС, в інтелектуальних середовищах, гіперсередовищах і мікросвітах відсутні фактори навчання. Незважаючи на це, ці системи успішно використаються для навчання користувача тим або іншим знанням і вмінням.

Інтелектуальні середовища мають на меті об'єднати переваги людини й комп'ютера**,** які розглядаються як інструмент пізнання.

В інтелектуальних середовищах часто використовуються мультисередовища (мультимедіа), коли спілкування комп'ютера з користувачем відбувається з використанням відразу багатьох модальностей (зображення, музика, мова й ін.). Мультисередовища звичайно сполучаються також з гіперсередовищами.

Гіперсередовище - це узагальнене поняття гіпертексту - мережі, у вузлах якої можуть перебувати тексти, картинки, відео, анімація, звук або програмні модулі. Таким чином, гіперсередовище, як правило, базується на активному використанні мультисередовищ.

Мікросвіти (іноді їх також називають моделюючими середовищами) – це створення за допомогою комп'ютера штучної реальності. Змінюючи параметри у припустимих межах, користувач може „впливати" на „світ" і, бачачи результати свого впливу, „відчуває" властивості такого світу. Така уявна „реальність" створює реальний досвід, якій неможливо отримати іншими засобами з точки зору безпеки, економічних причин або із причин фізичної неможливості.

Під *спеціальними окулярами* розуміють пристрій, що нагадує окуляри, на напівпрозорих скельцях яких, як на екрані, за допомогою комп'ютера створюються різноманітні зображення. Ці зображення накладаються на зображення реальних предметів, надаючи можливість поєднувати реальні й штучні зображення. Використання спеціальних окулярів допомагає вчителю на етапі практичного застосування отриманих у процесі навчання навичок [4].

Узагальнюючи сказане, слід зазначити, що стимулятори пізнання без напрямного впливу вчителя є малоефективними у процесі засвоєння навчального матеріалу. Тому необхідним є керівництво викладача, ретельно підібраний дидактичний матеріал, щоб учень не тільки засвоював суму знань, але щоб у нього вироблялися надійні навички, уміння й розвивалося мислення.

Таким чином, відмітною рисою ***інтелектуального навчального середовища*** є значення, що приділяється в процесі навчання власному інтелектуальному потенціалу користувача, що реалізується шляхом об'єднання ІНС і стимуляторів пізнання, тобто переходом до ***інтелектуальних навчальних систем нового покоління*** (інтелектуальних тренажерів).

Метою статті є розробка архітектури навчальних систем нового покоління – інтелектуальних навчальних систем та аналіз перспектив їх застосування.

Основна частина. Застосування інтелектуальних тренажерів (ІТ) надає можливість: здійснити перехід від навчання, керованого тільки системою, до навчання, керованого як системою, так і стимуляторами пізнання; навчальній системі самостійно вирішувати ті завдання, вирішенню яких вона повинна навчити користувача; більш повно аналізувати засвоєння матеріалу й психофізичного стану користувача; ефективніше використовувати арсенал сучасної дидактики; підвищувати рівень інтерфейсу. Відбувається його наближення

до природно-мовного рівня, що значно полегшує для користувача процес діалогу з навчальною системою.

Загальна структура інтелектуального тренажера, взаємодія його компонентів зображена на рис.1.

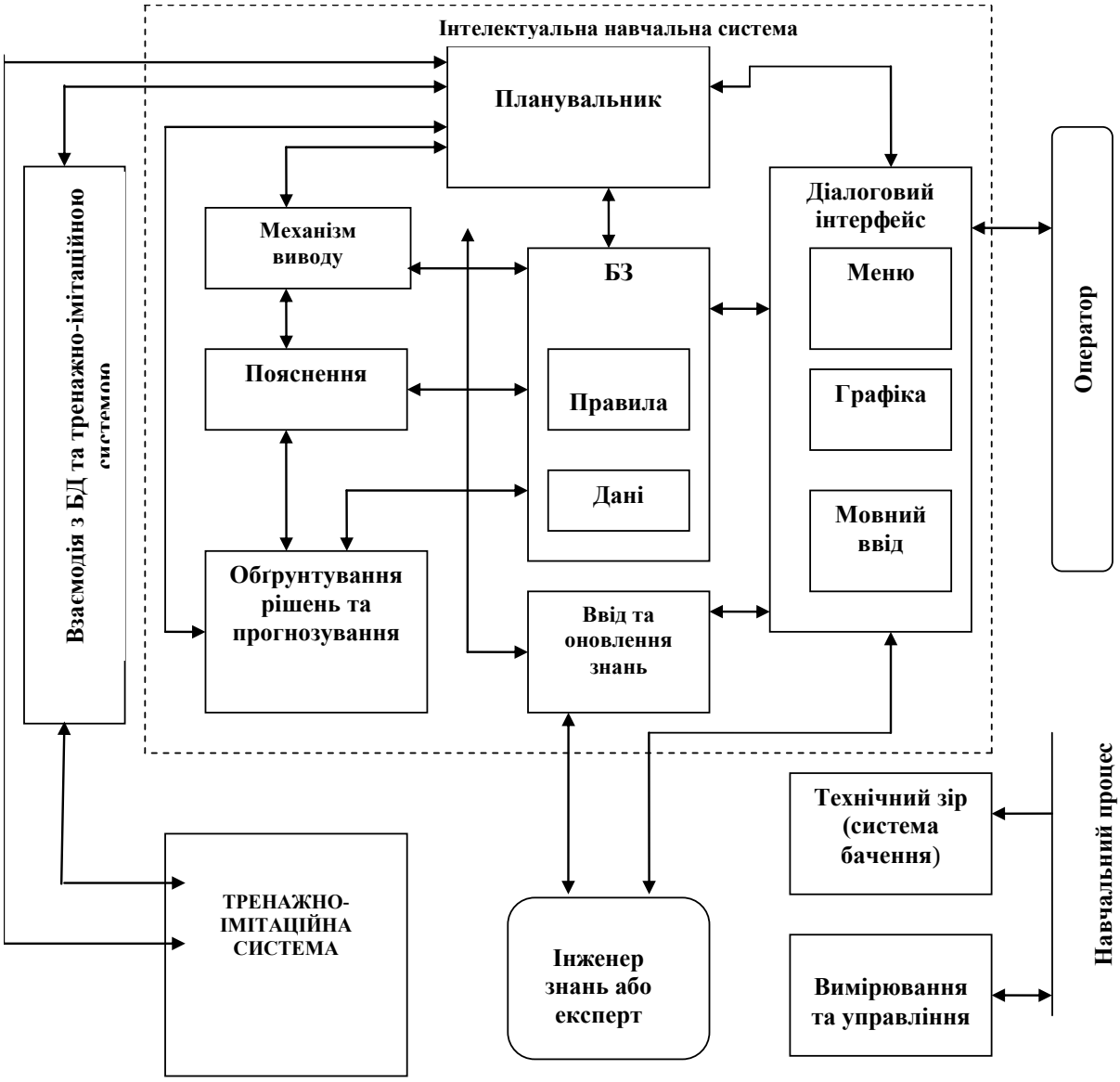


Рис. 1. Структура інтелектуального тренажера

Інтелектуальний тренажер складається з двох систем - навчальної й тренажно-імітаційної. Навчальна – це інтелектуальна навчальна система, побудована на основі знань експертів і призначена для формування понять про характерні для даної галузі дії, прищеплювання навичок і формування вміння. Усі підсистеми в складі ІНС тісно взаємодіють, тобто ІНС можна вважати сукупністю інтелектуальних систем, що підтримують різні аспекти процесу навчання.

Кожна з підсистем у складі ІНС (рис.2) будується за такими ж принципами, що й будь-яка інтелектуальна система, тобто має свою базу знань (БЗ) і механізми її переробки. При цьому БЗ кожної з підсистем входить до складу загальної БЗ ІНС, що значно полегшує процес взаємодії підсистем. У цьому випадку БЗ ІНС має складну структуру й великий обсяг, а механізми її обробки – різну типологію.

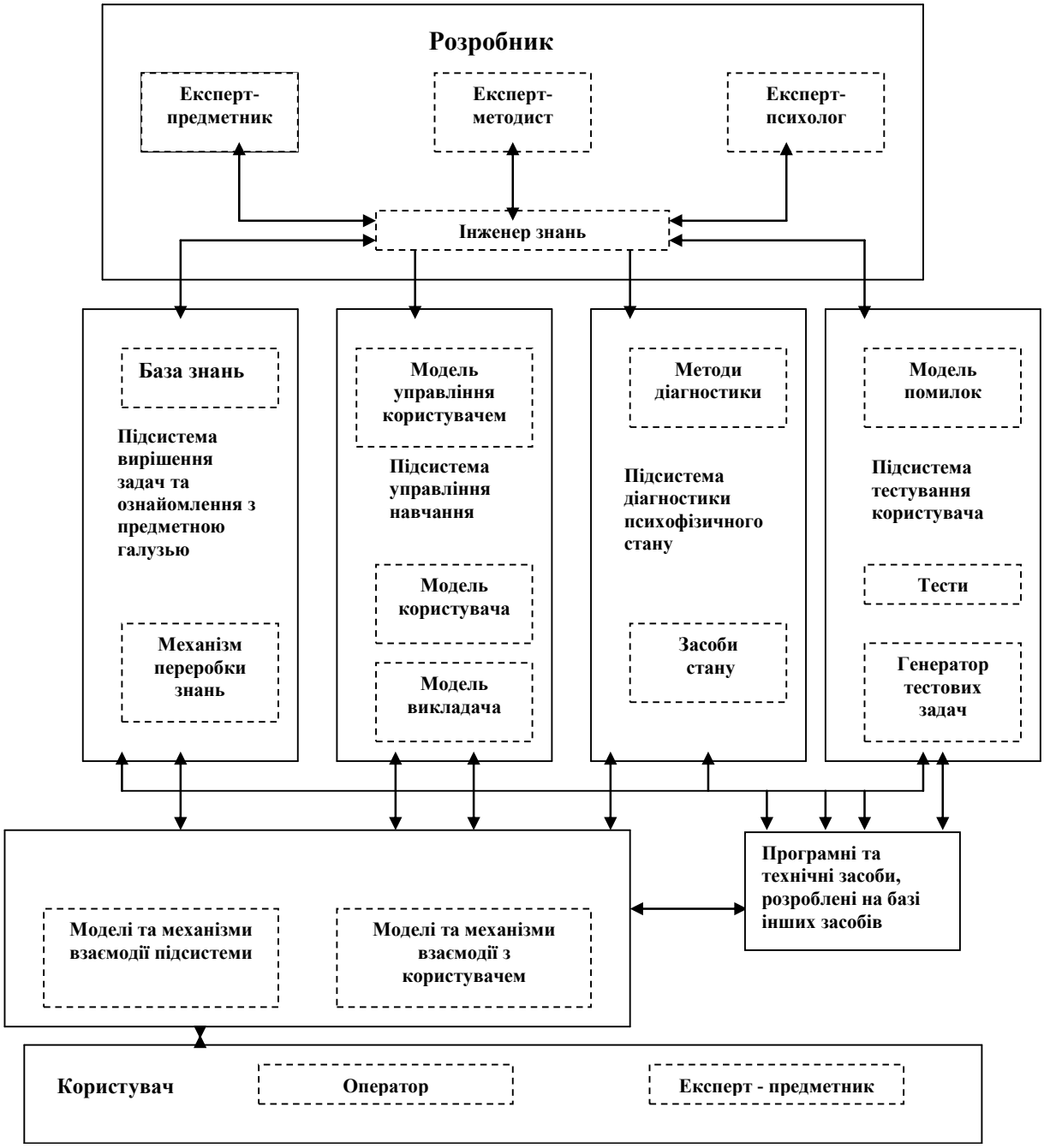


Рис. 2. Архітектура інтелектуальної навчальної системи інтелектуального тренажера

Тренажно-імітаційна система включає в себе функціональні моделі об'єктів процесів керування й штучного середовища. Інтегруючись із модулями навчальної системи, вона генерує інформаційні моделі відповідно до сценарію навчання й впливів на них з боку користувачів і (у разі необхідності) тих, хто навчає. У цьому випадку вона виконує функцію забезпечення навчальної підсистеми. Удосконалення вже сформованих умінь і навичок операторів може здійснюватися на тренажерах, у тому числі віртуальних (комп'ютерних) без реалізації функції автоматизованого навчання. У цьому випадку використовуються програми й технічні засоби, що забезпечують імітацію й керування об'єктами тренажно-імітаційної системи, а також моделювання подій і процесів. Тому тренажно-імітаційна система повинна функціонувати автономно, реалізуючи на запит користувача стимулятори робочих місць і органів керування.

З метою усунення недоліків, що властиві тренажно-імітаційним системам, виникає необхідність проведення аналізу принципів побудови ІТ і обґрунтування його структури. За допомогою такого комплексу на різних етапах навчання фахівців забезпечується:

- керування процесом навчання не тільки за кінцевим результатом, але й автоматичне керування на всіх його етапах визначення завдання, починаючи від постановки й пошуку варіанта вирішення й закінчуючи оцінкою його оптимальності, які приймаються фахівцями;
- діалогова, текстова, графічна, а також звукова взаємодія завдяки мові, яка близька до природної, причому під час діалогу можуть обговорюватися стратегія пошуку рішення, планування дій, заходи контролю тощо;
- адаптивний вибір складності навчальних завдань та інформаційна підтримка процесу вирішення цих завдань, а також реалізація прискорених режимів підготовки фахівців залежно від успішності навчання;
- постійне накопичення даних щодо навчальних завдань, варіантів їх рішення й рівнів підготовки фахівців для вдосконалення моделі навчання й стратегії підготовки.

Висновки. Ефективність інтелектуальних тренажерів оцінюється на основі порівняння їхніх можливостей з можливостями досвідченого інструктора. Інструктор на основі власних уявлень стосовно вирішення навчального завдання, направляє пошук користувачів, оцінює методи вирішення завдання, що запропоновані користувачами, і надалі використовує їхні рішення, якщо вони виявилися більш ефективними. Він добирає для кожного користувача залежно від рівня його підготовки, навчальне завдання дозованої прогресуючої складності. Якщо користувачу потрібна допомога, то інструктор пропонує йому план і прийоми розв’язання завдання. Оцінюючи користувача він визначає раціональну стратегію навчання, а в разі потреби, повторює раніше вивчений матеріал. Якщо користувачем допущено помилки, інструктор здійснює негайний зворотний зв'язок, а після виконання навчально-тренувальних завдань може надати більш ефективне їх рішення.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Петрушин В.А. Экспертно-обучающие системы. – К: Наукова думка, 1992. – 196 с.
2. Голенков В.В., Гуликина Н.А., Елисеева О.Е. Инструментальные средства проектирования интеллектуальных обучающих систем. – Минск, Белорусский гос. университет, 1999. – 102 с.
3. Верлань А.Ф., Ус М.Ф., Федорчук В.А. Когнитивное управление в интеллектуальных обучающих системах. – Черкассы: Институт управления, 2002. – 104 с.
4. Wenger E. Artificial Intelligence and Tutoring System – Los Altos, 1987, V. 23.
5. Герасимов Б.М., Оксіюк О.Г., Шворов С.А. Проектування та застосування експертно-навчальних систем: Монографія. – К.: Видавництво Європейського університету, 2008. – 263 с.

Рецензент: д.т.н., проф. Сбітнєв А.І.

УДК 519.642

к.т.н., доц. **Пампуха І.В.** (ВІКНУ)
Березовська Ю.В. (ВІКНУ)
Малюга А.В. (ВІКНУ)
Лобач С.М. (КНУ)
Трушляков А.В. (КНУ)

ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДИКИ ОЦІНКИ РІВНЯ ЯКОСТІ ОСВІТИ ВВНЗ

У статті розроблена методика оцінки результативності використання методики оцінки рівня якості освіти ВВНЗ шляхом визначення показника результативності динамічної системи до і після формування управлінських впливів направлених на покращення організації і проведення навчально-виховного процесу у ВВНЗ.

Ключові слова: якість вищої освіти, результативність, інтегральна оцінка.

В статье разработана методика оценки результативности использования методики оценки уровня качества образования ВВУЗа путем определения показателя результативности динамической системы до и после формирования управленческих воздействий направленных на улучшение организации и проведение учебно-воспитательного процесса в ВВУЗе.

Ключевые слова: качество высшего образования, результативность, интегральная оценка.

The article deals with the developed technique of the usage effectiveness assessment of the Higher Military Educational Establishment (HMEE) quality of education level assessment technique by means of defining the dynamic system effectiveness factor before and after the formation of administrative influences directed on the improvement of organization and conduct of training and educational process in HMEE.

Keywords: higher education quality, effectiveness, integral estimation.

Постановка проблеми. Оцінка рівня якості освіти (ЯО) відноситься до слабо структурованого процесу оцінювання в умовах неповної інформації. Тенденція зростання складності оцінки рівня ЯО вищого військового навчального закладу (ВВНЗ), а також економічна ситуація, яка склалася на Україні, потребують від керівників відповідних ВВНЗ розробки і реалізації нових, більш ефективних методик контролю рівня ЯО ВВНЗ з метою оцінки якості організації і проведення навчально-виховного процесу (НВП) у ВВНЗ. Створення відповідних засобів оцінювання, які реалізують означені методики, нададуть керівникам змогу щодо здійснення повної і адекватної оцінки рівня ЯО ВВНЗ. Розроблена методика оцінки рівня ЯО ВВНЗ в значній мірі обумовлює створення та розширення багатьох нерозкритих раніше можливостей автоматизованого управління рівнем ЯО ВВНЗ за допомогою інформаційних технологій [1-4].

Оскільки розроблена методика оцінки рівня ЯО ВВНЗ потребує підтвердження її адекватності, авторами розроблений метод щодо оцінки її результативності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій за проблемою. При аналізі наукової літератури з’ясовано, що головну роль при визначенні оцінок роду якості та результативності грають інтегральні оцінки основних показників навчальної діяльності. У свою чергу рівень ЯО ВВНЗ визначається за показниками успішності тих, хто навчається, що, в свою чергу, знаходиться з агрегації показників, що впливають на ЯО ВВНЗ [2, 3]. Не виникає сумнівів, що адекватний підхід щодо визначення такого показника зумовлений бути якомога достовірним і давати повну оцінку всього складного категоріально-наукового, математичного, фізичного і прикладного аспекту функціонування усієї математичної моделі оцінки організації і проведення НВП у ВВНЗ [1, 4].

Формулювання цілей статті. Метою даної статті є розробка методики оцінки результативності методики оцінки рівня ЯО ВВНЗ.

Виклад основного матеріалу. Якість освіти характеризує не тільки результат організації і проведення НВП у ВВНЗ, а й фактори формування цього результату, що

залежить від мети освіти, змісту та методології, організації управління та інформаційної технології, яка її здійснює. Усе це характеристики, на формування яких необхідно свідомо впливати, а отже, якими необхідно управляти. Освіта має потребу в системі управління якістю, яку повинен мати кожний навчальний заклад. Така система неможлива без сучасної, комплексної системи оцінки як якості освіти в цілому, так і всіх її складових окремо. Тому чим точніше буде отримана оцінка рівня ЯО ВВНЗ, тим більш адекватним та результативним буде управління організацією і проведенням НВП у ВВНЗ.

Існує декілька визначень поняття результативності: 1) ступінь реалізації запланованої діяльності та досягнення запланованих результатів [5]; 2) міра точності управління, яка характеризується досягненням очікуваного стану об'єкта управління, мети управління або рівнем наближення до неї [6]. Результативність пов'язана з виробничими, технологічними та управлінськими процесами, конкретними проблемами і способами їх розв'язання. Рівні фазового стану організації і проведення НВП у ВВНЗ різні. Вони можуть характеризуватися як високими, так і низькими показниками. Залежно від їх величини в реальній практиці можуть формуватися й різні стани організації і проведення НВП у ВВНЗ як системи: стабілізації, динамічної рівноваги елементів системи, втрати динамічної рівноваги складових системи. Це потребує від керівників прийняття різних управлінських рішень і критеріїв їх оцінки, що, своєю чергою, визначає специфіку формування системи оцінки результативності сформованих управлінських впливів [6].

Пропонується методика оцінки результативності використання методики оцінки рівня ЯО ВВНЗ. Оскільки розроблювальна система має за мету підвищення сумарного рівня підготовленості тих, хто навчається у ВВНЗ, будуть досліджуватися промодельовані рівні підготовки на виході з НВП, тобто на випуску з ВВНЗ, для різних вхідних рівнів можливостей тих, хто навчається, які відповідають лінгвістичним термам “незадовільно”, “задовільно”, “добре”, “відмінно” та отримані рівні загальної підготовки при включенні механізмів системної оптимізації (здійснення коригування організації і проведення НВП у ВВНЗ за рахунок формування управлінських впливів на показники, що впливають на ЯО ВВНЗ), закладених у досліджувану систему. Варто зауважити, що дослідженню підлягають інтегральні прирости як за кожним показником, так і за рівнем засвоєних знань того, кого навчають після випуску його з ВВНЗ. Вище було зазначено, що інтегральна оцінка дає якнайкращий результат при визначенні багатьох ключових факторів системного дослідження. З іншого боку, тривіально обчисливши площу під кусково-лінійним графіком вихідних показників не оптимізованого та поліпшеного перехідного процесу та дослідивши відношення різниці цих інтегральних показників і інтегрованого показника вихідного не оптимізованого процесу, визначимо показник результативності динамічної системи управління за формулою:

$$E = \frac{\int G(\theta) d\theta}{\int B(\varepsilon) d\varepsilon} - 1 , \qquad (1)$$

де E – показник результативності системи, а кусково-лінійні і неперервні функції $B(\varepsilon)$ та $G(\theta)$ – відповідні вихідні перехідні процеси з досліджуваної системи до формування управлінських впливів $B(\varepsilon)$ і після них $G(\theta)$, які визначені на множині початкових потенціалів знань та умінь тих, кого навчають.

Авторами у роботах [2,3] обґрунтовані показники, що впливають на ЯО ВВНЗ. Найбільш вагомими та пріоритетними показниками, що впливають на ЯО ВВНЗ є “Показники впливу на організацію і якість проведення НВП у ВВНЗ” ($A_{21} \div A_{28}$), тому оцінку результативності розробленої методики розглянемо на прикладі формування управлінських впливів на зазначені показники:

1. Оцінка результативності системи після здійснення управлінських впливів на показник A_{21} – "Організація самостійної підготовки" представлений на рис. 1.1.

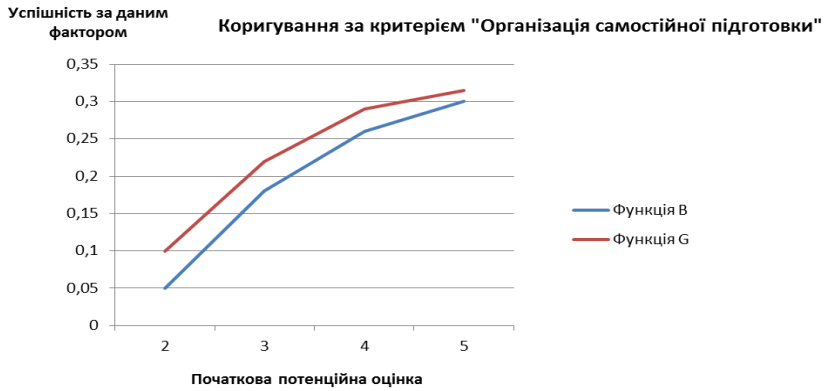


Рис. 1.1. Графічне зображення значень після здійснення управлінських впливів на показник A_{21}

Як бачимо з представленого на рис. 1.1 графіку, показники, які характеризують результати організації і проведення НВП у ВВНЗ поліпшились. При цьому площа підграфіку обох функцій відповідно: $\int G(\theta)d\theta = 0{,}968$; $\int B(\varepsilon)d\varepsilon = 0{,}929$. Відповідно, показник результативності динамічної системи управління (1) за показником A_{21} становить $E = 0{,}041333$ умовних одиниць.

2. Оцінка результативності системи після здійснення управлінських впливів на показник A_{22} – "Організація поточного контролю знань" представлений на рис. 1.2.

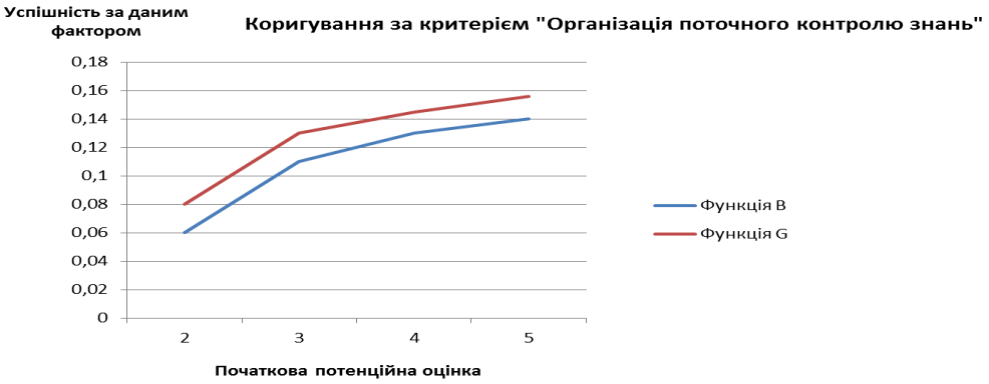


Рис. 1.2. Графічне зображення значень після здійснення управлінських впливів на показник A_{22}

Як бачимо з представленого на рис. 1.2 графіку, показники, які характеризують результати організації і проведення НВП у ВВНЗ поліпшились. При цьому площа підграфіку обох функцій відповідно: $\int G(\theta)d\theta = 0{,}668$; $\int B(\varepsilon)d\varepsilon = 0{,}604$. Відповідно, показник результативності динамічної системи управління (1) після формування управлінських впливів на показник A_{22} становить $E = 0{,}10596$ умовних одиниць.

3. Оцінка результативності системи після здійснення управлінських впливів на показник A_{23} – "Відвідуваність занять тим, хто навчається" представлений на рис. 1.3.

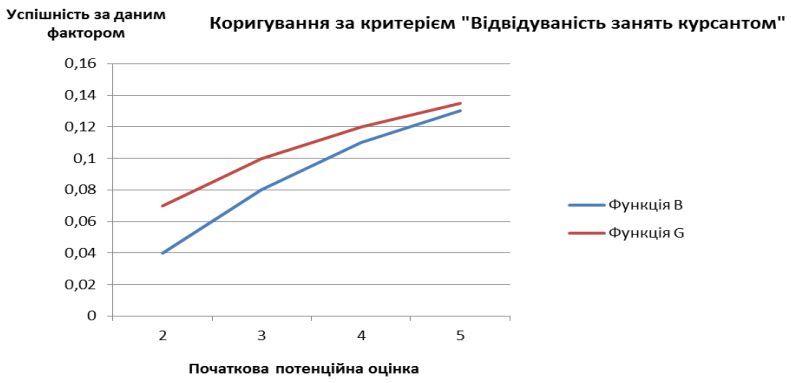


Рис. 1.3. Графічне зображення значень після здійснення управлінських впливів на показник A_{23}

Як бачимо з представленого на рис. 1.3 графіку, показники, які характеризують результати організації і проведення НВП у ВВНЗ поліпшились. При цьому площа підграфіку обох функцій відповідно: $\int G(\theta)d\theta = 0{,}592;$ $\int B(\varepsilon)d\varepsilon = 0{,}504.$ Відповідно, показник результативності динамічної системи управління (1) після формування управлінських впливів на показник A_{23} становить $E = 0{,}1746$ умовних одиниць.

4. Оцінка результативності системи після здійснення управлінських впливів на показник A_{24} – "Наявність підручників і навчальних посібників з навчальних дисциплін, їх якість" представлений на рис. 1.4.

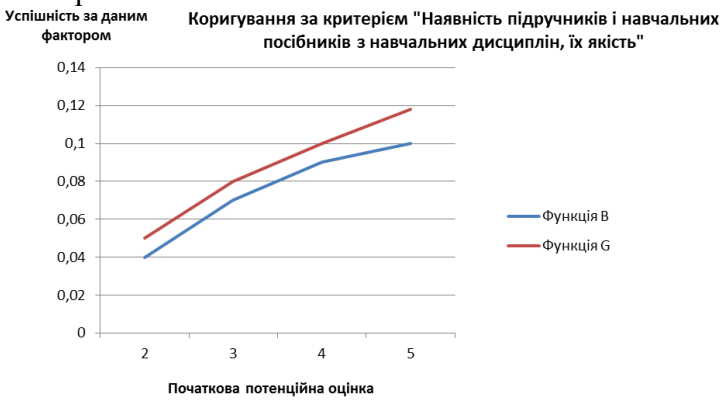


Рис. 1.4. Графічне зображення значень після здійснення управлінських впливів на показник A_{24}

Як бачимо з представленого на рис. 1.4 графіку, показники, які характеризують результати організації і проведення НВП у ВВНЗ поліпшились. При цьому площа підграфіку обох функцій відповідно: $\int G(\theta)d\theta = 0{,}556;$ $\int B(\varepsilon)d\varepsilon = 0{,}49.$ Відповідно, показник результативності динамічної системи управління (1) після формування управлінських впливів на показник A_{24} становить $E = 0{,}1347$ умовних одиниць.

5. Оцінка результативності системи після здійснення управлінських впливів на показник A_{25} – "Контролююча діяльність керівництва за організацією і відвідуванням занять" представлений на рис. 1.5.

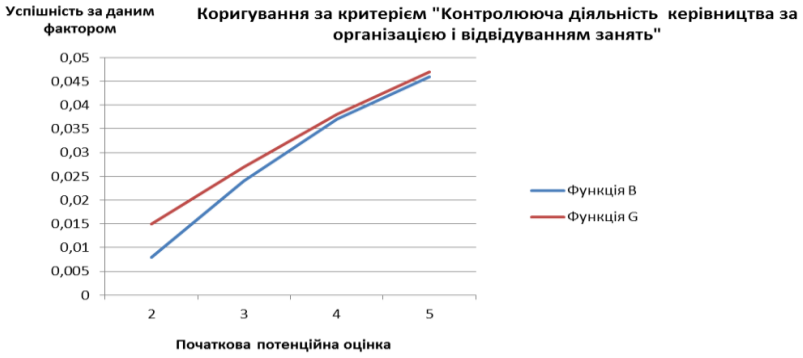


Рис. 1.5. Графічне зображення значень після здійснення управлінських впливів на показник A_{25}

Як бачимо з представленого на рис. 1.5 графіку, показники, які характеризують результати організації і проведення НВП у ВВНЗ поліпшились. При цьому площа підграфіку обох функцій відповідно: $\int G(\theta)d\theta = 0{,}0926$; $\int B(\varepsilon)d\varepsilon = 0{,}092081$. Відповідно, показник результативності динамічної системи управління (1) після формування управлінських впливів на показник A_{25} становить $E = 0{,}00564$ умовних одиниць.

6. Оцінка результативності системи після здійснення управлінських впливів на показник A_{26} – "Обладнання читальних залів, лабораторій, класів, спец. аудиторій" представлено на рис. 1.6.

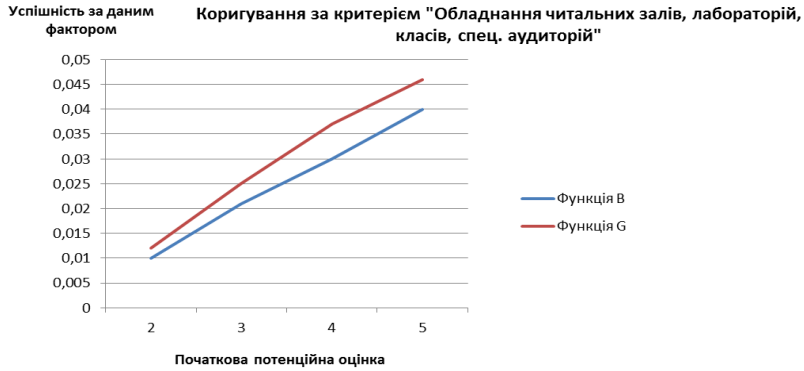


Рис. 1.6. Графічне зображення значень після здійснення управлінських впливів на показник A_{26}

Як бачимо з представленого на рис. 1.6 графіку, показники, які характеризують результати організації і проведення НВП у ВВНЗ поліпшились. При цьому площа підграфіку обох функцій відповідно: $\int G(\theta)d\theta = 0{,}092$; $\int B(\varepsilon)d\varepsilon = 0{,}09161$. Відповідно, показник результативності динамічної системи управління (1) після формування управлінських впливів на показник A_{26} становить $E = 0{,}00532$ умовних одиниць.

7. Оцінка результативності системи після здійснення управлінських впливів на показник A_{27} – "Мотивація того, кого навчають" представлений на рис. 1.7.

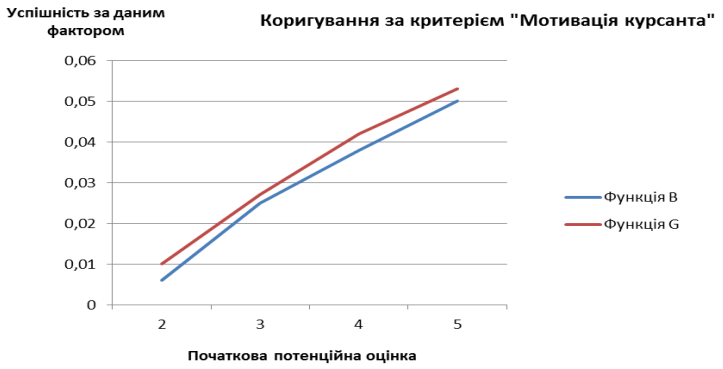


Рис. 1.7. Графічне зображення значень після здійснення управлінських впливів на показник A_{27}

Як бачимо з представленого на рис. 1.7 графіку, показники, які характеризують результати організації і проведення НВП у ВВНЗ поліпшились. При цьому площа підграфіку обох функцій відповідно: $\int G(\theta)d\theta = 0{,}093; \int B(\varepsilon)d\varepsilon = 0{,}0924.$ Відповідно, показник результативності динамічної системи управління (1) після формування управлінських впливів на показник A_{27} становить $E = 0{,}0636$ умовних одиниць.

8. Оцінка результативності системи після здійснення управлінських впливів на показник A_{28} – "Організованість, дисциплінованість і сумлінне ставлення до навчання тих, хто навчається" представлений на рис. 1.8.

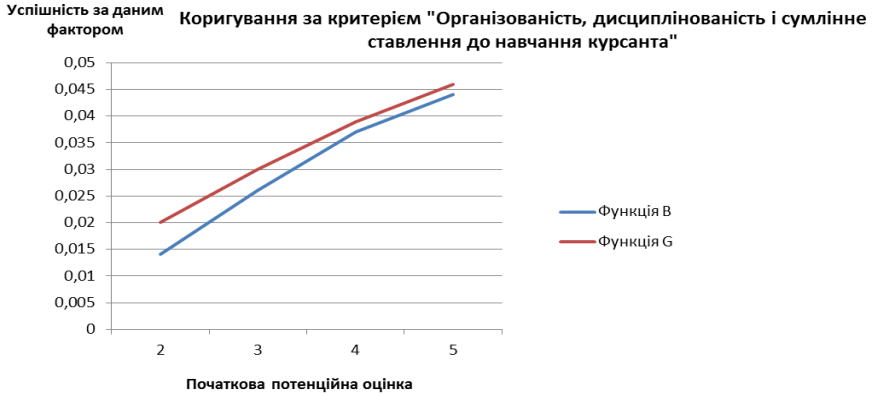


Рис. 1.8. Графічне зображення значень після здійснення управлінських впливів на показник A_{28}

Як бачимо з представленого на рис. 1.8 графіку, показники, які характеризують результати організації і проведення НВП у ВВНЗ поліпшились. При цьому площа підграфіку обох функцій відповідно: $\int G(\theta)d\theta = 0{,}099;$ $\int B(\varepsilon)d\varepsilon = 0{,}09161.$ Відповідно, показник результативності динамічної системи управління (1) після формування управлінських впливів на показник A_{28} становить $E = 0{,}08066$ умовних одиниць.

Проведемо обчислення агрегованого показника результативності використання методики оцінки рівня ЯО ВВНЗ. На рис. 1.9 представлено його графічне відображення.

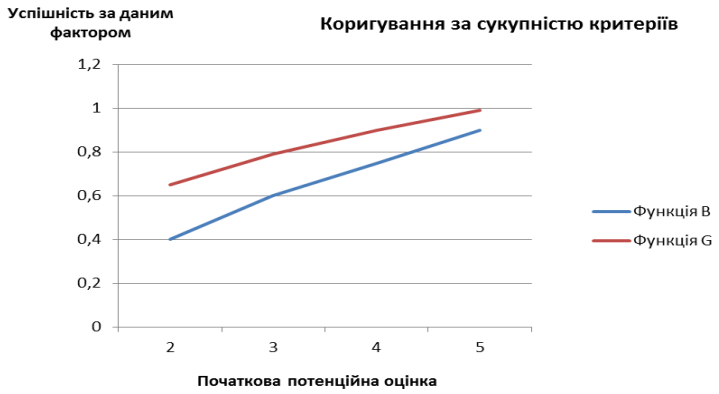


Рис. 1.9. Агрегований показник результативності використання методики оцінки рівня ЯО ВВНЗ

Як бачимо з представленого на рис. 1.9 графіку, показники, які характеризують результати організації і проведення НВП у ВВНЗ поліпшились для всіх початкових потенційних рівнях знань (оцінках) тих, хто навчається після формування на них управлінських впливів. При цьому агрегована площа підграфіку обох функцій відповідно: $\int G(\theta)d\theta = 3{,}1606$; $\int B(\varepsilon)d\varepsilon = 2{,}89$.

За формулою (1) загальний показник результативності використання методики оцінки рівня ЯО ВВНЗ, агрегований за показниками впливу на ЯО ВВНЗ проектованої системи становить $E = \frac{3{,}1606}{2.89} - 1 = 0{,}0936$.

Таким чином методика оцінки результативності використання методики оцінки рівня ЯО ВВНЗ складається з наступних етапів:

1. Обґрунтування показників, що впливають на ЯО ВВНЗ [2, 3].
2. Знаходження міри ступеня вагомості та пріоритетності впливу показників, що впливають на ЯО ВВНЗ та управлінських впливів керівництва ВВНЗ (за напрямками функціональних обов'язків) на організацію і проведення НВП у ВВНЗ [3].
3. Визначення стану рівня ЯО ВВНЗ на момент дослідження шляхом інтегрування функції перехідного процесу з поточними показниками, визначеними на основі експертних оцінок (ідентифікація системи) для знаходження відносного показника результативності [4].
4. Корекція показників математичної моделі оцінки організації і проведення НВП у ВВНЗ для моделювання управлінських впливів згідно з оціненими в п.2 ступенями вагомості та пріоритетності кожного з сформованих управлінських впливів [3].
5. Визначення стану рівня ЯО ВВНЗ після застосування вибраних управлінських впливів шляхом інтегрування функції перехідного процесу модифікованої системи [1-4].
6. Обчислення показника результативності найбільш вагомих та пріоритетних управлінських впливів за формулою (1) з відповідними вихідними перехідними процесами досліджуваної системи до формування управлінських впливів і після них.
7. Обчислення агрегованого показника результативності (1).

Висновки. Реалізація розробленої методики оцінки результативності використання методики оцінки рівня якості освіти ВВНЗ підтвердила її адекватність. Оцінка результативності за агрегованим показником склала 9,36%, що є прийнятним результатом.

Напрямом подальшого дослідження є розробка технічних рішень щодо реалізації методики оцінки рівня якості освіти ВВНЗ за допомогою інформаційних технологій.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Пампуха І.В. Модель оцінки якості освіти ВВНЗ за допомогою інформаційно-аналітичної системи / І.В. Пампуха, А.В. Малюга // Збірник наукових праць Військового інституту

телекомунікацій та інформатизації Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". – К., 2011. – Вип. № 1. – С. 150–159.

2. Пампуха І.В. Розробка математичної моделі вибору показників оцінки якості освіти вищого навчального закладу / І.В. Пампуха, А.В. Малюга, В.В. Савкова // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони : науково-практичний журнал. – К. : НАОУ, 2010. – № 1(7). – С. 66–70.

3. Малюга А.В. Метод оцінювання критеріїв, що впливають на організацію навчально-виховного процесу ВВНЗ / А.В. Малюга // Системи обробки інформації. Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба. – Харків, 2012. – № 2(100). – С. 306–311.

4. Пампуха І. В. Методика оцінювання якості освіти ВВНЗ / І.В. Пампуха, А.В. Малюга // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. – Хмельницький, 2012. – Т 1, № 3. – С. 220–228.

5. Співаковський О.В. Управління ІТ вищих навчальних закладів: як інформаційні технології допомагають зробити управління ефективним: метод. посіб./ О.В. Співаковський, Д.Є. Щедролосьєв, Я.Б. Федорова та ін. – Херсон : Айлант, 2006. – 356 с.

6. Федулова Л.І. Менеджмент організацій: Підручник. – Київ: Либідь, 2004, 448 с.

Рецензент: д.т.н., проф. Жердєв М.К.

УДК 004.056.8 к.т.н. **Петров А.О.** (ВУНУ им. Вл. Даля)

РЕКОМЕНДАЦІЇ З ПОБУДОВИ СИСТЕМ АКТИВНОГО ЗАХИСТУ В МЕРЕЖАХ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПРИЦІЛЬНОЇ ЗАВАДИ

У статті наведено рекомендації щодо реалізації засобів активного захисту інформації в мережах загального користування із застосування прицільної завади.
Ключові слова: системи активного захисту інформації.

В статье приведены рекомендации по реализации средств активной защиты информации в сетях общего пользования по применению прицельной помехи.
Ключевые слова: системы активной защиты информации.

In the article the recommendations about realisation of means of active protection of the information in networks of the general using on application of an aim hindrance are resulted.
Keywords: systems of active protection of the information

Представимо загальну структурну схему системи активного захисту прицільних завад (САЗ ПЗ) (рис. 1), призначену для маскування побічних електромагнітних випромінювань одного небезпечного сигналу. Датчик випадкового двійкового числа (ДВДЧ) синхронізується тактовим генератором (ТГ), синхронізованого з небезпечним сигналом [1,2]. У ДВДЧ формується випадкове двійкове число розрядності *m*. Потім це число надходить у регістр зсуву (РЗ), що здійснює його послідовне просування одночасне із проходженням небезпечним сигналом різних блоків пристрою, що захищається. У результаті кожне зі сформованих ДВДЧ двійкових чисел послідовно надходить на блоки ключів ($БК_1,...,БК_l$), що імітують випромінювання небезпечного сигналу.

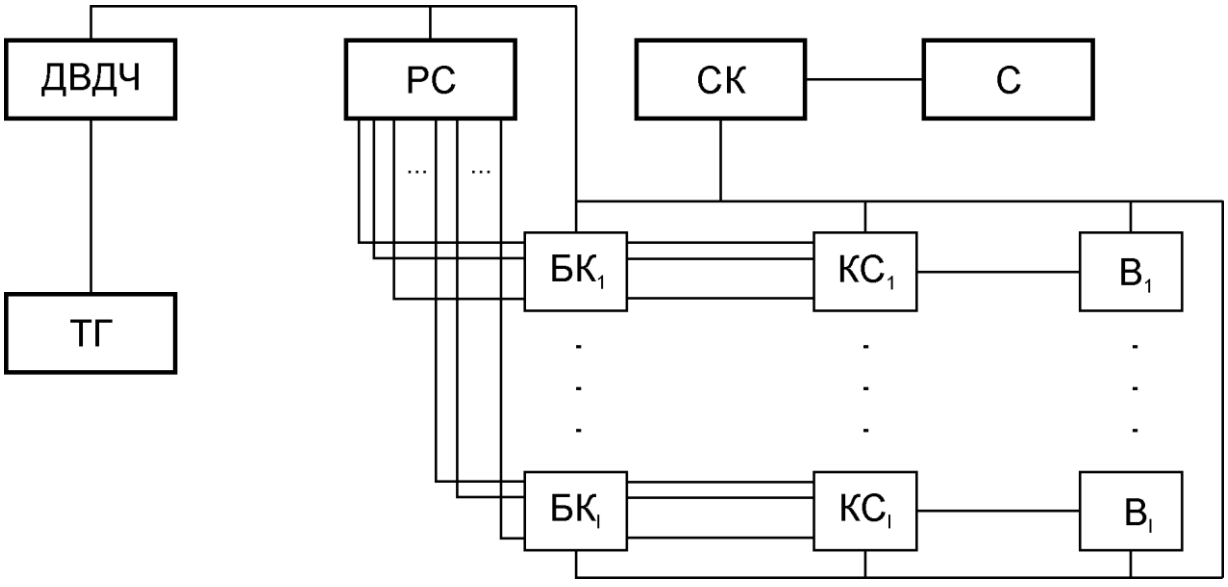


Рис. 1. Структурна схема одноканальної САЗ ПГ

Комутатори та суматори ($БС_1,...,БС_l$) виконують підсумовування розрядів завади, для того щоб створити квантовану за випадковим законом суміш. Випромінювачі ($B_1,...,B_l$) здійснюють випромінювання в канал сформованої завади. Система контролю (СК) забезпечує перевірку працездатності САЗ і у випадку несправності вмикає аварійну сигналізацію (С). Завдяки цифровій структурі САЗ ПЗ у них легко може бути застосований

метод боротьби з нагромадженням небезпечного сигналу в результаті регулярного повторення інформації. Із цією метою в ДВДЧ включається буферний регістр, у якому зберігається одне зі значень випадкового двійкового числа протягом усього часу повторення інформації. При зміні інформації відбувається зміна числа в буферному регістрі, а, отже, і реалізація завади, випромінюваної в канал витоку. САЗ ПЗ реалізується в основному на тій же елементній і конструктивній базі, що й захищуваний пристрій. Генератор розміщується, як правило, на окремій платі, а випромінювач монтується або на окремій платі, або на корпусі пристрою.

КПД генератора прицільної завади суттєво перевищує КПД генератора гаусовської завади аналогового підсилювача, що вимагає високоякісної, потужності. При цьому габарити генератора завад завдяки високому КПД блоку формування завади й можливості застосування сучасних інтегральних мікросхем незначні в порівнянні з аналоговими генераторами.

Швидкодія генератора прицільної завади в основному пов'язана зі швидкодією ДВДЧ. Звичайно випадкове число в ДВДЧ створюється в результаті підрахунку числа перевищення деякого рівня, близького до нульового, випадковим аналоговим процесом. Завдяки багаторазовому переповненню, середня частота роботи лічильника, пов'язана зі смугою шуму, має бути значно вищої від тактової частоти сигналу. Оцінимо обмеження, які накладаються на верхню частоту спектра випадкового аналогового процесу, F_B.

Скориставшись результатами [3] і [4], одержимо оцінку для верхньої частоти спектра аналогового шуму F_B:

$$F_B > 2 \cdot \sqrt{3} \cdot m \cdot F_T, \qquad (1)$$

де F_T - тактова частота небезпечного сигналу.

Згідно з (1) для завади з параметром *m=15* верхня частота спектра аналогового шуму, використовуваного при його формуванні за послідовною схемою, має приблизно перевищувати тактову частоту. Для досягнення більшої швидкодії слід використовувати паралельні методи формування випадкового двійкового числа.

Описавши структурну схему САЗ ПЗ, сформулюємо деякі загальні вимоги до окремих параметрів таких систем, що випливають із попереднього розгляду.

Маскуюча здатність у значній мірі визначається числом рівнів квантування завади *m*. Залежно від того, для розв'язку яких завдань призначений захищуваний інформаційно-комунікаційний засіб, число рівнів квантування може бути різним. Як було показано, звичайно *m* лежить в межах від 1 до 15, в особливо відповідальних випадках параметр *m* може бути збільшено до 31 або 63 [5, 6].

З метою підвищення оптимальної комбінації енергетичних характеристик, маскуючих властивостей прицільної завади доцільно формувати її таким чином, щоб забезпечити ймовірну появу окремих рівнів.

Для одержання гарних енергетичних показників прицільної завади рекомендується компенсація її постійної складової.

Значний вплив на захищеність стосовно методів компенсації завад виявляє параметр η, що характеризує ступінь подібності випромінювання розряду завади й сигналу. Природно, що випромінювач завади має бути за своїми електромагнітними характеристиками у максимальному ступені подібний до випромінювача небезпечного сигналу. Уважається гарним результатом, що забезпечує високі маскуючі властивості, одержання значення $\eta > 0{,}8$ параметра в одноканальній схемі.

Якщо за межами контрольованої зони в деяких напрямках досягається менше значення параметра η, то можуть бути рекомендовані багатоканальні схеми.

Для виміру в реальних умовах параметра η в генераторі прицільної завади має бути передбачене створення спеціального тестового режиму, коли генерується періодична послідовність імпульсів завади, еквівалентних по випромінюванню одному розряду небезпечного сигналу.

У такий спосіб САЗ ПЗ реалізовані відповідно до схеми (рис. 1) можуть використовуватися для активного маскування всіх основних типів небезпечних сигналів, характерних для конкретних МЗК, з урахуванням обмеження за тактовою частотою, що накладаються формулою (1).

За своїми технічними характеристиками системи активного захисту можуть бути використані для захисту практично будь-яких технічних засобів мережі загального користування (МЗК).

Однак складність МЗК зростає пропорційно кількості небезпечних сигналів, що підлягають маскуванню, і кількості вузлів і блоків, що мають високі рівні побічних випромінювань.

Перевагою методів активного захисту в порівнянні з методами пасивного захисту є те, що для кожного технічного засобу МЗК необхідний рівень захисту може забезпечуватися індивідуально. При загальному ж екрануванні існує проблема комбінації в одному комплексі пристроїв з різними рівнями захисту.

Застосування систем активного захисту, що використовують прицільні завади, забезпечує ефективний захист кабельних ліній у корпоративних мережах і внутрішніх інтерфейсах робочих станцій і серверів. У цьому випадку можливе одержання маскуючої здатності і захищеності стосовно методів селекції й компенсації близьких до граничних завдяки тому, що легко забезпечується електромагнітна подоба випромінювачів небезпечного сигналу й прицільної завади.

При захисті кабельних ліній зв'язку позитивний ефект може бути досягнутий завдяки комбінації так званого "кодового зашумлення" помилкового декодування, що приводить до збільшення ймовірності у каналах зв'язку із САЗ ПЗ. При цьому наявність додаткових завад у каналах витоку сприяє тому, що "кодове зашумлення" стає більш ефективним як з погляду одержання меншої надмірності коду, так і з погляду збільшення ймовірності помилки приймання небезпечних сигналів і при перехопленні ТСР побічних випромінювань.

Проблема захисту деяких електромеханічних пристроїв у силу їх конструктивних особливостей і наявності низьких частот у спектрі небезпечних сигналів, досить повно може бути вирішена тільки за наявності прицільних завад.

Слід особливо зазначити, що прицільна завада є ефективним засобом блокування каналу витоку, створеного завдяки нерівномірності споживання струму мережі. Найбільшою мірою це стосується тих пристроїв, де тактова частота вище частоти мережі, що приводить до ефекту втрати інформації від кожного розряду, і є можливість реєструвати деяку інтегральну реакцію декількох розрядів [7,8]. У цьому випадку вплив прицільної завади подібний до впливу ідеальної завади на сигнали паралельного коду, що дає значний маскуючий ефект.

Слід зазначити, що цифровий спосіб формування прицільної завади може використовуватися й для боротьби з нагромадженням інформації через її регулярну повторюваність, що особливо актуально при захисті пристроїв відображення інформації.

ЛІТЕРАТУРА:

1) Втаонкин В.М., Каркаускас Ш.М. Генератор импульсного случайного потока // Труды Рязанского политехнического института, вып. 64. Рязань, 1975. – С. 17-25.

2) Тихонов В.И. Выбросы случайных процессов. – М.: Наука, 1970. – 375 с.

3) Петров А.А. Построение адаптивных алгоритмов системы защиты от несанкционированого доступа к информации. / Петров А.А., Хорошко В.А. // Інформаційні технології та комп`ютерна інженерія. – Вінниця, 2009. – № 2. – С. 26-30.

4) Бєлошапкін В.К., Пустовіт СМ., Степанов В.Д. Формалізація проблеми оптимізації комплексної системи захисту інформації. Захист інформації. – № 3. – 2005.

5) Положення про технічний захист інформації в Україні. Затверджено Указом Президента України від 27.09.99. – № 1229.

6) Шеннон К.Э. Работы по теории информации и кибернетике / Пер. с англ. М.: Иностранная литература, 1963. – 829 с.

7) Белинский Б.А. Определение характеристик направленности побочного электромагнитного излучения средств вычислительной техники / Б.А. Белинский // Материалы II Международной научно-практической конференции "Безопасность информации в компьютерных системах и связи". – К.: 1996 г. – 42 с.

8) Веретягин А.А. Теория обработки сигналов автоматического управления в радиоэлектронных системах. – Л.: МО, 1992. – 245 с.

Рецензент: д.т.н., проф. Лєнков С.В.

УДК 519.685 к.т.н., доц. **Хайрова Н.Ф.** (НТУ «ХПІ»)

ВИКОРИСТАННЯ ЛОГІКО-АЛГЕБРАЇЧНОЇ МОДЕЛІ СЕМАНТИЧНИХ ВІДМІНКІВ ДЛЯ СЕМАНТИЧНОГО АНАЛІЗУ РЕЧЕННЯ

У роботі пропонується логіко-алгебраїчна модель описи семантичних відмінків Філмора. Формально сформульована множина семантико-граматичних ознак дозволяє виділити вісім семантичних відмінків і описати їх через відносини граматичних та семантичних категорій іменників української мови засобами алгебри скінченних предикатів. Показано програмна реалізація моделі в системі українсько-англійського перекладу для зняття перекладної омонімії прийменників, описано алгоритм роботи підсистеми та наведено результати експерименту.

Ключові слова: семантичні відмінки, логіко-алгебраїчна модель, алгебра предикатів, машинний переклад.

В работе предлагается логико-алгебраическая модель описания семантических падежей Филмора. Формально определенное множество семантико-грамматических признаков позволяет выделить восемь семантических падежей и описать их через отношения грамматических и семантических категорий существительных украинского языка средствами алгебры конечных предикатов. Показана программная реализация модели в системе украинско-английского перевода для снятия переводной омонимии предлогов, описан алгоритм работы подсистемы и приведены результаты эксперимента.

Ключевые слова: семантические падежи, логико-алгебраическая модель, алгебра предикатов, машинный перевод.

This paper suggests a logico-algebraic model of a case grammar that allows to formally express semantic roles through the elements of a syntactic structure of a sentence of Ukrainian language. In order to describe semantic roles of a noun a well-formed irreducible set of morpho-semantic features of nouns are chosen. The formal description of semantic cases is performed by applying the mathematical apparatus of the finite predicates.

The logico-algebraic model of a case grammar is used in the application of determination of a required preposition in the system of machine translation from Ukrainian to English language. This model is implemented in the sub-system of semantic-syntactic analysis of the machine translation system for correct determining English prepositions.

Keywords: semantic cases, logic-algebraic model, predicates algebra, machine translation

Актуальність дослідження. При зовнішньому різноманітті існуючих у світі відмінкових систем сучасна лінгвістика виділяє універсальний набір семантичних ролей. Даний підхід, заснований на понятті глибинних семантичних відмінків, введених у 1960-ті роки американським лінгвістом Ч. Філлмором, до теперішнього часу не зазнав серйозних змін. Відповідно до визначення Філлмора, пропозиціяц, або основний зміст речення, визначається предикатом, який передається у поверхневій структурі частіше дієсловом, та семантичнимі відмінками, які потребують певного учасника ситуації, або партиціпанта [6].

Правила формального визначення відмінкової системи мають описувати відповідність між семантичнимим відмінком та елементами поверхневої структури речення даної мови. В українській мові, наприклад, семантична інформація партиціпантів кодується, в основному, граматичними відмінками, тоді як в англійській вона передається або сполученням з прийменником, або формально визначається порядком слів у реченні.

Теорія семантичних відмінків використовується для вирішення різноманітних прикладних лінгвістичних задач, наприклад, для зняття морфологічної омонімії на етапі семантико-синтаксичного аналізу у різноманітних системах обробки текстів або для зняття омонімії при перекладі прийменників у системах машинного перекладу [7].

Але на сьогодні рівень використання даного підходу при автоматичній обробці текстів та, відповідно, його популярність досить низькі. Це зумовлено, перш за все, відсутністю загальноприйнятих засобів формалізації семантичних відмінків. Що, в свою чергу, пов'язано

з відсутністю чітко сформульованих критеріїв виділення семантичних ролей, які визначають їх статус в утворенні речень, що робить неможливим створення формальної моделі, яка б містила повний набір семантичних ролей, які б з достатнім ступенем точності передавалися елементами поверхневої структури речення [4].

Постановка проблеми. В даній роботі пропонується формальна модель, яка пов'язує інформацію, що міститься у визначенні семантичних відмінків, з морфологічними та семантичними ознаками іменних складових речень української мови. Для опису восьми семантичних відмінків іменників засобами алгебри скінченних предикатів запроваджується предикат, що зв'язує можливі елементи семантичного значення іменника з його граматичними значеннями.

Крім того, для здійснення можливості реалізувати дану модель в практичній українсько англійській системі машинного перекладу для перекладу прийменників, необхідно досліджувати передачу семантичної інформації партіціпантами речень англійської мови через їх поєднання з прийменником.

Математичний апарат, який використовується. Для формального опису семантичних відмінків засобами поверхневої структури речень української мови пропонується використовувати математичний апарат алгебри скінченних предикатів [2], який добре зарекомендував себе при побудові різноманітних лінгвістичних моделей [1].

Введемо універсум U, який включає усі можливі поняття та об'єкти аналізу мовної системи, які є кінцевими та дискретними: лексеми, морфеми, речення, абзаци, граматичні та семантичні категорії, одиниці мовної системи, які передаються, семантичні відмінки та ін.

Відповідно до конкретної вирішуваної задачі з елементів універсуму утворюються підмножини M_{1i}, M_{2i}, …, M_{mi}, на декартових добутках яких M_{1i} x M_{2i} x …x M_{mi} визначаються предикати P_j, які характеризують роботу лінгвістичної системи, яка здійснює ту або іншу обробку лінгвістичної інформації.

Предикатом P, заданим на U, називається будь-яка функція $\varepsilon = P(x_1, x_2, \ldots, x_n)$, яка відображає множину U в множину $\sum = \{0,1\}$. Змінні $x_1, x_2, \ldots, x_n$ називаються предметними, а їх значення предметами. Якщо множина U скінченна, як при моделюванні лінгвістичної системи, то й предикат P є скінченним [3].

Базисними предикатами для алгебри скінченних предикатів будуть предикати виду:

$$x_i^a = 1, \text{ якщо } x_i = a$$
$$x_i^a = 0, \text{ якщо } x_i \neq a, (1 \leq i \leq n) \quad (1)$$

де $i = \{1,2, \ldots, n\}$, a – будь-який елемент універсуму. Предикат виду (1) називається предикатом впізнавання предмета a за змінною x_i. Якщо універсум складається з m елементів, то всього маємо m x n різних базисних елементів. На мові алгебри скінченних предикатів можуть бути описані будь-які скінченні відношення, алгебра є повною у тому смислі, що будь-який її предикат можна представити у вигляді суперпозиції базисних операцій, які можна застосувати до базисних елементів.

Опис методу, який використовується. Розглянемо множину граматико-семантичних характеристик лексем речення $M = \{m_1, \ldots, m_n\}$, де n – кількість характеристик системи. Використовуючи метод компараторної ідентифікації, який добре зарекомендував себе при роботі з лінгвістичними об'єктами [8] та у моделях штучного інтелекту, визначимо відношення між морфологічними та семантичними характеристиками іменника, які формально визначають семантичні відмінки у реченнях українською мовою.

Відношення між характеристиками можна представити у вигляді $m_i * m_j$, де $m_i, m_j \in M$, а знак * – свідчить про те, що ці характеристики відповідають іменнику, який відноситься до певного семантичного відмінку. На множині M введемо систему предикатів S так, щоб будь-який предикат $P(q_m) \in S$, перетворювався на 1 на множині лексем з певною граматико-семантичною інформацією, та дорівнював 0 у протилежному випадку. Таким чином, множину предикатів S можна зіставити з множиною семантико-граматичних характеристик наданих лексемі.

В результаті дослідження була виділена множина семантико-граматичних ознак, які дозволяють формально визначити вісім семантичних відмінків: агенс, адресат, інструменталіс, локатив, об'єктив, со-агенс, темпораліс, мета. Для формального визначення деяких семантичних відмінків достатньо виділити категорію істот – неістот та граматичний відмінок. Наприклад, до інструменталісу належить іменник орудного відмінку, який означає неістоту, а до локативу – іменник місцевого відмінку, який означає неістоту. Але більшість семантичних відмінків для формального опису потребують точних семантичних ознак істота/неістота, механізм, власна назва, інструмент, частина тіла, площина/точка, об'ємний простір, визначений час, період та пункт призначення.

Найпростіша система морфосемантичних категорій української мови може бути представлена наступним нескорочуваним набором трьох змінних: X – категорія істот – неістот (зі значеннями о – істота, н – неістота); Y – елемент семантичного значення іменника (м – механізм, с – власна назва, и – інструмент, ч – частина тіла, т – площина/точка, о – об'ємний простір, в – визначений час, п – період, ц – пункт призначення); Z – граматичний відмінок іменника (и – називний, р – родовий, д – давальний, в – знахідний, т – орудний, п – місцевий). В більш складних випадках множина граматичних та семантичних категорій може бути розширена.

Область змінювання введених змінних формально задається наступним чином:

$x^{о} \vee x^{н} = 1,$

$z^{и} \vee z^{р} \vee z^{д} \vee z^{в} \vee z^{т} \vee z^{п} = 1,$

$y^{м} \vee y^{с} \vee y^{и} \vee y^{ч} \vee y^{т} \vee y^{о} \vee y^{в} \vee y^{п} \vee y^{ц} = 1.$

Задача полягає у тому, щоб засобами алгебри скінченних предикатів записати семантичний відмінок іменника речення: P (x, y, z) = 1, де предикат P зв'язує елементи семантичного значення іменника x та y з його граматичними значеннями z. За допомогою кон'юнкції предикатів його можна записати:

$$P(x, y, z) \rightarrow P(x) \bullet P(y) \bullet P(z), \qquad (2)$$

де • – операція кон'юнкції.

Оскільки можливість узгодження морфосемантичної інформації не залежить від того, до якої конкретно словоформи вона відноситься, на декартовому квадраті множини S * S можна задати предикат $\gamma(x_n, y_n, z_n)$, який матиме значення 1, якщо морфосемантична інформація словоформи n формує деякий семантичний відмінок лексеми, і значення 0 у протилежному випадку. Практично ніколи підмножина узгоджуваної морфосемантичної інформації, яка передає семантичні відмінки, не співпадає з декартовим добутком на множині морфологічних та семантичних ознак. Ті морфосемантичні ознаки, які у своєму узгодженні не формують семантичний відмінок іменника мають бути виключені з формули (1) множниками $\gamma_k(x_n, y_n, z_n)$, $k \in [1;m]$, де m – кількість семантичних відмінків, прийнятих до розгляду в системі.

Таким чином, відношення морфосемантичних ознак іменників речення, які передають семантичні відмінки, що визначаються валентністю дієслова, можна задати формулою:

$$P(x_n) * P(y_n) * P(z_n) = \gamma_k(x_n, y_n, z_n) \bullet P(x_n) \bullet P(y_n) \bullet P(z_n). \qquad (3)$$

Логічний добуток предикатів $P(x_n)$, $P(y_n)$ та $P(z_n)$ описує різноманітні відношення морфологічних та семантичних характеристик, а предикат $\gamma_k(x_n, y_n, z_n)$ виключає частину зв'язків, які не реалізуються у даному семантичному відмінку.

Для математичного опису морфосемантичних характеристик семантичних відмінків використаємо формулу (3). Множина розглянутих у системі семантичних категорій значення іменника може бути задана предикатом:

$$P(y_n) = y_n^{м} \vee y_n^{с} \vee y_n^{и} \vee y_n^{ч} \vee y_n^{т} \vee y_n^{о} \vee y_n^{в} \vee y_n^{п} \vee y_n^{ц}.$$

Множина значень граматичних категорій, які визначають граматичні відмінки іменника, може бути виражена предикатом:

$$P(z_n) = z^{и}_n \vee z_n^{р} \vee z_n^{д} \vee z_n^{в} \vee z_n^{т} \vee z_n^{п} = 1.$$

Категорія іменників назви істот – назви неістот виражається предикатом:

$$P(x_n) = x_n^{о} \vee x_n^{н}$$

Тоді, семантичний відмінок *агенс*, який передає суб'єкт дії, та зазвичай є ініціатором дії, особа або предмет, що мають потенцію на виконання дії, можна виразити предикатом:

$$\gamma_1(x_n, y_n, z_n) = x_n^{о} z_n^{и} \vee z^{и} x_n^{н} y_n^{м} \vee z^{и} x_n^{о} y_n^{с}.$$

Семантичний відмінок *адресат*, який передає особу, яка страждає або отримує вигоду від спрямованої на неї дії, виражається предикатом:

$$\gamma_2(x_n, y_n, z_n) = z_n^{д} x_n^{о} y_n^{с}.$$

Семантичний відмінок *інструменталіс*, який визначає безпосередню причину дії та відіграє певну роль у здійсненні процесу, виражається предикатом:

$$\gamma_3(x_n, y_n, z_n) = z_n^{т} x_n^{н} y_n^{и} \vee z_n^{т} x_n^{н} y_n^{ч}.$$

Семантичний відмінок *локатив*, який передає характеристики місцезнаходження, просторової орієнтації дії або стану, можна виразити предикатом:

$$\gamma_4(x_n, y_n, z_n) = z^{п} x_n^{н} y_n^{т} \vee z^{п} x_n^{н} y_n^{м} \vee z^{п} x_n^{н} y_n^{ц} \vee z^{п} x_n^{н} y_n^{о}.$$

Семантичний відмінок *об'єктив*, який визначає об'єкт, над яким безпосередньо виконується дія, виражається предикатом:

$$\gamma_5(x_n, y_n, z_n) = z^{в} x_n^{н}.$$

Семантичний відмінок *со-агенс*, який передає особу, що взаємодіє з агенсом, та яка є учасником процесу, можна виразити предикатом:

$$\gamma_6(x_n, y_n, z_n) = z^{т} x_n^{о} y_n^{с}.$$

Семантичний відмінок *темпораліс*, який передає часову характеристику дії, виражається предикатом:

$$\gamma_7(x_n, y_n, z_n) = z^{в} x_n^{н} y_n^{в} \vee z^{п} x_n^{н} y_n^{п}.$$

Семантичний відмінок *мети*, який визначає напрямок переміщення об'єкта або суб'єкта дії, виражається предикатом:

$$\gamma_8(x_n, y_n, z_n) = z^{т} x_n^{н} y_n^{т}.$$

Відповідно до формули (3) семантичний відмінок *агенс* визначається множиною можливих зв'язків морфосемантичної інформації іменника:

$$P_1(x_n, y_n, z_n) = (x_n^{о} z_n^{и} \vee z^{и} x_n^{н} y_n^{м} \vee z^{и} x_n^{о} y_n^{с})(y_n^{м} \vee y_n^{с} \vee y_n^{и} \vee y_n^{ч} \vee y_n^{т} \vee y_n^{о} \vee y_n^{в} \vee y_n^{п} \vee y_n^{ц})$$
$$(x_n^{о} \vee x_n^{н})(z^{и}{}_n \vee z_n^{р} \vee z_n^{д} \vee z_n^{в} \vee z_n^{т} \vee z_n^{п}). \quad (4)$$

Множина можливих зв'язків граматичної та семантичної інформації іменника у семантичному відмінку *адресат* задається з допомогою предиката $P_2(x_n, y_n, z_n)$:

$$P_2(x_n, y_n, z_n) = (z_n^{д} x_n^{о} y_n^{с})(y_n^{м} \vee y_n^{с} \vee y_n^{и} \vee y_n^{ч} \vee y_n^{т} \vee y_n^{о} \vee y_n^{в} \vee y_n^{п} \vee y_n^{ц})(x_n^{о} \vee x_n^{н})(z^{и}{}_n \vee$$
$$\vee z_n^{р} \vee z_n^{д} \vee z_n^{в} \vee z_n^{т} \vee z_n^{п}). \quad (5)$$

Множина можливих зв'язків граматичної та семантичної інформації іменника у семантичному відмінку *інтрументаліс* задається предикатом $P_3(x_n, y_n, z_n)$:

$$P_3(x_n, y_n, z_n) = (z_n^{т} x_n^{н} y_n^{и} \vee z_n^{т} x_n^{н} y_n^{ч})(y_n^{м} \vee y_n^{с} \vee y_n^{и} \vee y_n^{ч} \vee y_n^{т} \vee y_n^{о} \vee y_n^{в} \vee y_n^{п} \vee y_n^{ц})$$
$$(x_n^{о} \vee \vee x_n^{н})(z^{и}{}_n \vee z_n^{р} \vee z_n^{д} \vee z_n^{в} \vee z_n^{т} \vee z_n^{п}). \quad (6)$$

Множина можливих зв'язків граматичної та семантичної інформації іменника у семантичному відмінку *локатив* задається предикатом $P_4(x_n, y_n, z_n)$:

$$P_4(x_n, y_n, z_n) = (z^{п} x_n^{н} y_n^{т} \vee z^{п} x_n^{н} y_n^{м} \vee z^{п} x_n^{н} y_n^{ц} \vee z^{п} x_n^{н} y_n^{о})(y_n^{м} \vee y_n^{с} \vee y_n^{и} \vee y_n^{ч} \vee y_n^{т} \vee$$
$$y_n^{о} \vee y_n^{в} \vee y_n^{п} \vee y_n^{ц})(x_n^{о} \vee x_n^{н})(z^{и}{}_n \vee z_n^{р} \vee z_n^{д} \vee z_n^{в} \vee z_n^{т} \vee z_n^{п}). \quad (7)$$

Множина можливих зв'язків граматичної та семантичної інформації іменника у семантичному відмінку *об'єктив* задається предикатом $P_5(x_n, y_n, z_n)$:

$$P_5(x_n, y_n, z_n) = (z^{в} x_n^{н})(y_n^{м} \vee y_n^{с} \vee y_n^{и} \vee y_n^{ч} \vee y_n^{т} \vee y_n^{о} \vee y_n^{в} \vee y_n^{п} \vee y_n^{ц})(x_n^{о} \vee x_n^{н})(z^{и}{}_n$$
$$\vee z_n^{р} \vee z_n^{д} \vee z_n^{в} \vee z_n^{т} \vee z_n^{п}). \quad (8)$$

Множина можливих зв'язків граматичної та семантичної інформації іменника у семантичному відмінку *со-агенс* задається предикатом $P_6(x_n, y_n, z_n)$:

$$P_6(x_n, y_n, z_n) = (z^{т} x_n^{о} y_n^{с})(y_n^{м} \vee y_n^{с} \vee y_n^{и} \vee y_n^{ч} \vee y_n^{т} \vee y_n^{о} \vee y_n^{в} \vee y_n^{п} \vee y_n^{ц})(x_n^{о} \vee x_n^{н})$$
$$(z^{и}{}_n \vee z_n^{р} \vee z_n^{д} \vee z_n^{в} \vee z_n^{т} \vee z_n^{п}). \quad (9)$$

Множина можливих зв'язків граматичної та семантичної інформації іменника у семантичному відмінку *темпораліс* задається предикатом $P_7(x_n, y_n, z_n)$:

$$P_7(x_n, y_n, z_n) = (z^{в}\, x_n^{н}\, y_n^{в} \vee z^{п}\, x_n^{н}\, y_n^{п})\,(y_n^{м} \vee y_n^{с} \vee y_n^{и} \vee y_n^{ч} \vee y_n^{т} \vee y_n^{о} \vee y_n^{в} \vee y_n^{п} \vee y_n^{ц})\,(x_n^{о} \vee x_n^{н})\,(z^{и}{}_n \vee z_n^{р} \vee z_n^{д} \vee z_n^{в} \vee z_n^{т} \vee z_n^{п}). \quad (10)$$

Множина можливих зв'язків граматичної та семантичної інформації іменника у семантичному відмінку *мети* задається предикатом $P_8(x_n, y_n, z_n)$:

$$P_8(x_n, y_n, z_n) = (z^{т}\, x_n^{н}\, y_n^{т})\,(y_n^{м} \vee y_n^{с} \vee y_n^{и} \vee y_n^{ч} \vee y_n^{т} \vee y_n^{о} \vee y_n^{в} \vee y_n^{п} \vee y_n^{ц})\,(x_n^{о} \vee x_n^{н})\,(z^{и}{}_n \vee \vee z_n^{р} \vee z_n^{д} \vee z_n^{в} \vee z_n^{т} \vee z_n^{п}). \quad (11)$$

При підставленні морфологічної та семантичної інформації аналізованої словоформи, отриманої на етапі морфологічного аналізу, у формули (4) – (11), предикати, які не передавали морфосемантичну інформацію, не притаманну розглянутим семантичним відмінкам, перетворюються на нуль. Ті ж предикати, які набувають значення 1, дозволяють суттєво зменшити кількість можливих допустимих варіантів узгодження морфологічної та семантичної інформації лексеми. Таким чином, отримані предикати дозволяють на етапі семантико-синтаксичного аналізу зняти частину морфологічної омонімії.

Програмна реалізація моделі. У сучасних системах машинного перекладу для зняття омонімії українських прийменників зазвичай використовується алгоритм глибинного синтаксичного аналізу, який є достатньо складним і тому далеко не завжди реалізується у повній мірі. Але через те, що семантична інформація партиціпантів речення англійської мови кодується їх сполученням з прийменником, можна використати запропоновану логіко-алгебраїчну модель відмінкової граматики для вирішення практичної задачі визначення потрібного прийменника у системі українсько-англійського машинного перекладу.

Розглянута модель була програмно реалізована у якості підсистеми семантико-синтаксичного аналізу речень *SemPriznaki*, яка входить до складу системи українсько-англійського машинного перекладу. Підсистема використовується для визначення англійських прийменників, які передають певний семантичний відмінок, тому вибір семантичних ознак орієнтується на правила використання прийменників англійської мови.

Наприклад, граматичний відмінок і категорія істот – неістот дає можливість визначити приналежність до *інструменталісу* (іменник орудного відмінку, який означає неістоту) або до *локативу* (іменник місцевого відмінку, який означає неістоту). Тоді як для правильного вибору прийменника при українсько-англійському перекладі необхідно додати семантичну ознаку інструмента інструменталіса та механізма, площини/точки, пункту призначення, об'ємного простору для локатива. Якщо іменна форма локатива має ознаку площини/точки, то при перекладі на англійську мову використовується прийменник *on*, а якщо об'ємного простору, то обирається прийменник *in*.

Таким чином, множина морфосемантичних ознак, які визначають семантичні відмінки, що передаються прийменниками англійської мови, введена у третьому розділі даного дослідження, є повною та нескорочуваною. Кількість семантичних ознак може бути збільшена в залежності від поставленого завдання та глибини розбору вживання прийменників.

Для реалізації задачі правильного визначення прийменника англійської мови, який кодує певний семантичний відмінок, у системі українсько-англійського перекладу використовується такий загальний алгоритм:

1) виділення словоформ вхідного речення української мови;
2) визначення їх семантико-граматичних характеристик;
3) визначення предиката вхідного речення;
4) визначення семантичних відмінків іменних складових речення;
5) послівний перехід від мови оригіналу до мови перекладу;
6) додавання прийменника, який визначає семантичний відмінок партиціпанта англійського речення.

На рис. 1 представлений приклад роботи програмного продукту.

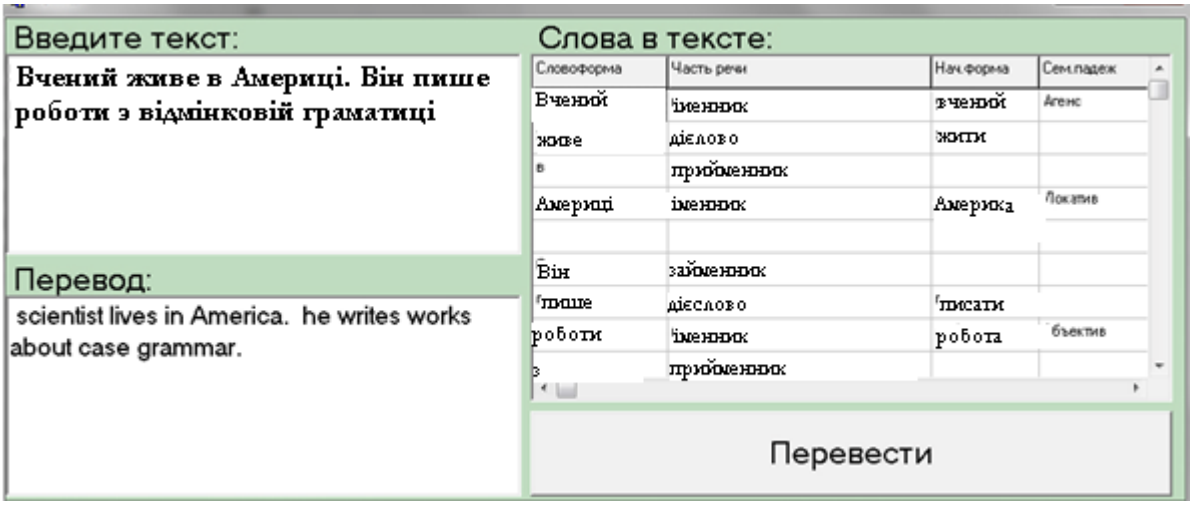


Рис. 1. Екранна форма результату роботи програмного продукту

В правій частині екранної форми виводяться словоформи вхідного речення, з зазначенням частини мови, канонічної форми та семантичного відмінку іменника, визначені підсистемою, з використанням розглянутої логіко-алгебраїчної моделі. В лівій частині форми відображається речення на мові оригіналу та на мові перекладу.

Підсистема *SemPriznaki* була експериментально апробована на текстах економічної проблематики. Проведений аналіз показав, що у 97% випадків підсистема правильно визначала прийменники мови перекладу.

Висновки. Таким чином, для формального опису семантичних ролей іменників, як складових речень української мови в роботі використовується математичний апарат алгебри скінченних предикатів, на базі якого побудована логіко-алгебраїчна модель семантичних відмінків Філмора. Розроблена модель призначена для формального виразу семантичних відмінків через елементи поверхневої структури речення української мови. Математична модель використовує нескорочувану множину граматичних та семантичних ознак іменників, яка містить граматичні відмінки, категорію істота/неістота та елементи семантики іменників (механізм, власна назва, інструмент, частина тіла, площина/точка, об'ємний простір, визначений час, період та пункт призначення). Вводиться система предикатів, яка описує відношення ціх характеристик іменників, що дозволяє показати семантичні ролі іменників речення. Дослідження того, що передача семантичної інформації партиціпантами речень англійської мови здійснюється їх сполученням з прийменником, дозволяють використовувати дану модель для вирішення практичної задачі визначення потрібного прийменника у системі українсько-англійського машинного перекладу. Запропонована модель реалізована у якості підсистеми семантико-синтаксичного аналізу речень *SemPriznaki*, яка входить до складу системи українсько-англійського машинного перекладу, для визначення англійських прийменників, які передають певний семантичний відмінок.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Бондаренко М.Ф. Модели языка / М.Ф. Бондаренко, В.А. Чикина, Ю.П. Шабанов-Кушнаренко. // Бионика интеллекта. – 2004. – № 61/1. – С. 27–37.

2. Бондаренко М.Ф. Теория интеллекта: учебник / М.Ф. Бондаренко, Ю.П. Шабанов-Кушнаренко. – Харьков: Изд-во СМИТ, 2007. – 576 с.

3. Булкин В.И. Использование метода декомпозиции бинарных предикатов при формализации интеллектуальной деятельности / В.И. Булкин, Н.Ф. Хайрова, Н.В. Шаронова // Вестн. Херсон. гос. техн. ун-та. – 2005 . – № 1. – С. 78–82.

4. Кибрик А.Е. Очерки по общим и прикладным вопросам языкознания (универсальное, типовое и специфичное в языке) / А.Е. Кибрик – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 336 с.

5. Плунгян В.А. К семантике русского локатива ("второго предложного" падежа) / В.А. Плунгян // Семиотика и информатика. – 2002. – Вып. 37. – С. 229 – 254.

6. Хейз Ф. Дж. Семантико-синтаксический анализ устной речи: подход, основанный на семантических падежных фреймах / Ф. Дж. Хейз, А. Г. Гауптман, Дж. Г. Карбонелл и др.// Новое в зарубежной лингвистике. – 1989. – Вып. XXIV. – С. 292 –310.

7. Carnie A. Syntax: A Generative Introduction (Introducing Linguistics) / A. Carnie. – 2nd Edition Oxford, Blackwell Publ, 2006. – 400 p.

8. Use of Predicate Categories for Modelling of Operation of the Semantic Analyzer of the Linguistic Processor / N. Khairova, N. Sharonova // Proceedinga of IEEE EAST-West Design & Test Symposium (EWDTS'09). Moscow, 2009. – P. 204 –207.

Рецензент: д.т.н., проф. Замаруєва І.В.

УДК 623.592

д.т.н., с.н.с. **Шворов С.А.** (НУБіПУ)

МЕТОДИ ПОБУДОВИ РОБОТИЗОВАНИХ СИСТЕМ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

У статті розглядаються методи побудови й методичні основи організації функціонування мобільних роботизованих систем спеціального призначення. Запропонована методика синтезу роботизованих систем, яка включає методи структурного і параметричного синтезу.

Ключові слова: роботизовані системи, мобільні роботи, структурний та параметричний синтез, інтелектуальна система управління.

Рассматриваются методы построения и организации функционирования мобильных роботизированных систем специального назначения. Предложена методика синтеза роботизированых систем, которая включает методы структурного и параметричного синтеза.

Ключевые слова: роботизированные системы, мобильные работы, структурный и параметрический синтез, интеллектуальная система управления.

Methodological issues and approach to the construction and operation of the organization of mobile robotic systems for special applications. The methods of synthesis robotizovanyh systems, which include the methods of structural and parametric synthesis.

Keywords: robot systems, mobile work, structural and parametric synthesis, intelligent control system.

Вступ. На даний час велика увага приділяється розробці й використанню наземних мобільних роботів (МР), призначених для виконання широкого кола робіт, пов’язаних з виконанням наступних оперативних завдань: пошук (знаходження) необхідних об’єктів, збір, завантаження, перевезення й переробка різноманітних матеріалів та ін. Як правило, до складу роботизованих систем (РС) спеціального призначення входить інтелектуальна система керування мобільними роботами та декілька МР. До складу кожного МР входить маніпуляційна система для виконання технологічних операцій, транспортна система, що призначена для доставки маніпуляційного обладнання до місця проведення технологічних операцій, а також система управління МР, яка забезпечує керування його виконавчими вузлами. Пересування МР до місця виконання технологічних операцій ведеться в умовах невизначеності, коли заздалегідь невідомі маршрути руху МР та місця знаходження об'єктів-перешкод, з якими він може взаємодіяти в процесі руху. Крім того, можливі зіткнення МР та їх маніпуляційних систем між собою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Незважаючи на значні успіхи з розвитку теорії та практики побудови робототехнічних систем спеціального призначення, деякі завдання, що пов'язані зі створенням та організацією функціонування МР надлегкого класу, вирішені не в повній мірі [1-3]. Аналіз показує, що актуальною проблемою в робототехніці спеціального призначення є розробка і дослідження системи керування колісними МР надлегкого класу.

Метою статті є розробка методів аналізу і синтезу МР для обґрунтування раціонального варіанта побудови та організації функціонування РС.

Виклад основного матеріалу дослідження.

У загальному випадку постановка проблеми побудови РС зводиться до наступного: необхідно знайти з множини можливих варіантів такий варіант побудови РС, при якому забезпечується виконання максимально можливої кількості технологічних операцій з мінімальними фінансовими і часовими витратами. У цьому випадку всі критерії мають суперечливий характер і знайти оптимальний варіант побудови РС, що задовольняє всім зазначеним вище умовам, украй складно. Без теоретико-концептуальних основ побудови

таких систем, що включають розробку методів аналізу, оптимізації структури і параметрів РС, вирішення зазначеної проблеми неможливе. Основні поняття теорії побудови РС базуються на категоріях загальної теорії систем. При цьому спільність понять теорії систем виявляється в конкретній предметній сфері, у тому числі й стосовно РС. У якості основних елементів РС будуть виступати інтелектуальні МР, які об'єднанні ієрархічними, інформаційними та керуючими зв'язками. При створенні РС необхідно визначити її структуру і номенклатуру алгоритмів, які найкраще відповідають призначенню системи. Щоб вирішувати такого роду прикладні задачі, необхідно мати у своєму розпорядженні знання про ефективність різних способів структурної організації РС, методів керування процесами її функціонування. Властивості і закономірності динамічного функціонування, які мають місце у РС з різною організацією, складають предмет теорії побудови РС.

На ранніх стадіях проектування РС, починаючи від інтуїтивної і недостатньо чітко сформульованої постановки проблеми до вибору оптимального рішення, використовується велика кількість методів, математичних моделей та програмно-методичних комплексів. Тому вже на початковій стадії побудови РС необхідно установити принципову послідовність етапів проведення системного аналізу. За аналогією з основними етапами дослідження та створення складних систем методологію проведення системного аналізу РС доцільно розглядати у вигляді наступних семи етапів. Перший етап – з'ясування задачі; другий – визначення кінцевої мети; третій – розробка альтернатив, тобто варіантів і засобів досягнення поставленої мети; четвертий – виявлення необхідних ресурсів і обмежень; п'ятий – аналіз взаємовпливу мети, альтернатив і ресурсів; шостий – ухвалення рішення; сьомий – реалізація рішення.

Для проведення аналізу РС необхідно побудувати концептуальну модель функціонування РС і на базі прийнятої концептуальної моделі, розробити математичну модель динамічного дискретно-керованого процесу, у якій: об'єктом керування є МР; керованими параметрами – показники якості діяльності МР; керуючими впливами – оперативні завдання на виконання робіт. Також розробляється система показників і методика оцінки ефективності функціонування МР. Результатом аналізу, проведеного в рамках теорії побудови РС, є моделі процесів їхнього функціонування і закономірності, що властиві цим процесам та системі взагалі. У цьому і є пізнавальна цінність аналізу. Прикладна його цінність обумовлена використанням результатів для постановки задачі синтезу.

Однією з основних для задач теорії побудови РС є задача їх оптимального синтезу, яка спрямована на вибір способу побудови системи, що найкраще пристосована для виконання заданих функцій. Вихідними в задачі синтезу є такі дані: функції та завдання системи; перелік обмежень на характеристики системи (тимчасові, ресурсні); критерій ефективності, що встановлює спосіб оцінки якості системи в цілому. Виходячи із цих відомостей, необхідно визначити структуру системи, параметри елементів і стратегію керування процесами, що повинні задовольняти заданим обмеженням і бути оптимальними щодо змісту критеріїв ефективності. Процедура синтезу РС поділяється на процедури структурного і параметричного синтезу. Метою структурного синтезу є визначення структури побудови системи: типу підсистем, складу елементів і зв'язків між ними. Параметричний синтез полягає у визначенні оптимальним способом технічних характеристик підсистем та основних елементів при фіксованій структурній схемі системи. Задача синтезу оптимальної структури розглядається як задача визначення оптимального відображення множини виконуваних функцій РС на множину її взаємозалежних елементів. Відповідно розробляються методи оптимального планування та керування МР як процесу організації оптимального функціонування динамічної дискретно-керованої системи.

Методика вирішення задачі параметричного синтезу РС включає такі основні етапи. По-перше, визначаються показники ефективності кожного із варіантів побудови РС на множині умов функціонування системи для вибору найкращих з них. На другому етапі методики вирішується задача класифікації ситуацій за ознакою задоволення прийнятим обмеженням. Під ситуацією в багатомірному факторному просторі розуміється варіант

рішення, а також варіант умов його реалізації. Для кожної точки ситуації робиться розрахунок показників ефективності і порівняння отриманих значень з припустимими. Для звуження множини варіантів рішень на третьому етапі застосовується принцип оптимізації по Парето, що виділяє припустиму Парето-ефективну множину рішень [4]. Подальше звуження множини варіантів рішень пов'язане з концептуальним вибором такого варіанту побудови РС із всієї множини, який забезпечує достатньо високий (необхідний) рівень показників цільової та економічної ефективності. При цьому оптимальне рішення дозволяє визначити діапазон припустимих значень параметрів РС.

Методичні основи обґрунтування вимог до РС базуються на методології їх синтезу і включають вирішення таких задач: моделювання динаміки руху МР в умовах перешкод та згідно з отриманими показниками цільової та економічної ефективності – формулюються вимоги до побудови РС. При цьому обґрунтовуються вимоги до підсистем об’єктивного контролю, планування та керування МР, апаратних і програмних засобів усіх підсистем РС.

Для розв’язання даних задач необхідно обрати такі методи, які дозволили б урахувати характерні особливості функціонування РС. При розв’язанні задачі прогнозу показників необхідно враховувати нестаціонарність, стохастичність процесу, наявність неповної інформації та ін. Тому для розв’язання цієї задачі доцільно використовувати методи імітаційного моделювання та методи штучного інтелекту, які дозволять спрогнозувати показники роботи МР у певних технологічних умовах.

При розв’язанні задачі розподілу оперативних завдань кожному МР необхідно враховувати складність і велику розмірність цієї задачі. Складність цієї задачі пов’язана з тим, що доцільно враховувати декілька критеріїв при плануванні робіт та необхідно зменшувати втрати від можливого невиконання певної кількості поставлених завдань МР, з одного боку, а з іншого боку – необхідно мінімізувати витрати на проведення робіт, які залежать від кількості МР та інших технічних засобів, що використовуються. Велика розмірність цієї задачі пов’язана зі значною кількістю технологічних умов, кількістю МР та технічних засобів власних і орендованих, а також з наявністю різноманітних обмежень, які необхідно враховувати при формуванні плану робіт. Ефективним методом розв’язання такого типу задач є еволюційне моделювання, зокрема, метод генетичного алгоритму. Задачу розподілу МР за завданнями доцільно розв’язувати методами теорії оптимізації, які дозволять врахувати вплив фактора випадковості на процес.

Разом з цим, унаслідок особливостей функціонування РС і характера поставлених задач, більш ефективним їх розв’язання буде з використанням сучасних інформаційних й інтелектуальних технологій. Унаслідок того, що існує необхідність використання сукупності різноманітних методів, як класичного моделювання систем, так і методів штучного інтелекту й імітаційного моделювання для розв’язання поставлених задач, то раціональним буде створити саме гібридну інтелектуальну систему управління РС.

З концептуальної точки зору система керування РС являє собою гібридну інтелектуальну систему, яка спочатку вивчає оперативні завдання, а потім за допомогою спеціальних методів та моделей забезпечує: оптимальне планування кількості МР для виконання оперативних завдань; визначення оптимальних маршрутів пересування МР; прогнозування ефективності виконання поставлених оперативних завдань та управління МР.

Визначення оптимальних маршрутів пересування МР полягає у вирішенні задачі синтезу компромісно-оптимальних траєкторій руху МР з розпізнаванням перешкод у конфліктному середовищі. Для правильного розв’язання задачі синтезу компромісно-оптимальних маршрутів пересування роботів, що рухаються у конфліктному середовищі, необхідно щоб методика розрахунку цих маршрутів дозволяла враховувати вид перешкод, та на підставі їх властивостей кількісно оцінити вплив конфліктного середовища на траєкторію пересування кожного МР. Розпізнавання перешкод включає в себе ряд кроків: сприйняття образу (технічне вимірювання); попереднє опрацювання отриманого сигналу (фільтрація); виділення потрібних характеристик (індексація); класифікація перешкоди та прийняття рішення [5]. Після визначення виду перешкоди вирішується задача синтезу компромісно-

оптимальних траєкторій руху МР в конфліктному середовищі. Задача синтезу оптимальної траєкторії руху в заданих умовах розв'язується методом динамічного програмування з узагальненим критерієм оптимальності по нелінійній схемі компромісів [6].

Як показують результати попередніх експериментів, на основі сумісного використання методів розпізнавання образів та багатокритеріальної оптимізації, забезпечується вирішення задачі синтезу компромісно-оптимальних траєкторій руху мобільних роботів з розпізнаванням перешкод у конфліктному середовищі, що необхідно для обґрунтування раціонального варіанта побудови та організації функціонування РС.

Висновки. Таким чином, застосування розглянутих методів аналізу і синтезу МР надає змогу вирішити науково-практичну проблему щодо обґрунтування раціонального варіанта побудови та організації функціонування РС.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Батанов А.Ф. Робототехнические комплексы для обеспечения специальных операций А.Ф.Батанов, С.Н.Грицынин, С.В. Муркин // Специальная техника. – 1999. – №6. – С. 10–17.

2. Маслов О.А. Мобильные роботы для обнаружения и уничтожения ВУ / Маслов О.А. // Специальная техника. – 2005. – №5. – С. 18–21.

3. Основы управления манипуляционными роботами: Учебник для вузов. С.Л. Зенкевич, А.С. Ющенко. 2-е изд., доп. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 480 с.

4. Сложные технические и эргатические системы: Методы исследования : [Монография] / А.Н. Воронин, Ю.К. Зиатдинов, А.В. Харченко, В.В. Осташевский – Харьков: Факт, 1997. – 240 с.

5. Методичні засади розпізнавання образів із використанням багатошарового персептрона / С.А. Шворов, В.М. Штепа, [та ін.] // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – 2012.– № 35. – С. 66-71.

6. Підхід до вирішення задачі компромісно-оптимального вибору маршруту руху об'єктів в конфліктному середовищу / С.А. Шворов, А.М. Берназ [та ін.] // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – 2008. – № 19. – С. 63–71.

Рецензент: д.т.н., проф. Лєнков С.В.

UDC 004.89 Dr.Tech.S. **I. Shostak** (NAU «KhAI»)
I. Butenko (NAU «KhAI»)

ONTOLOGY APPROACH TO REALIZATION OF INFORMATION TECHNOLOGY FOR NORMATIVE PROFILE FORMIMG AT CRITICAL SOFTWARE CERTIFICATION

У статті розглянуто підхід до реалізації інформаційної технології підтримки прийняття рішень під час сертифікації програмного забезпечення систем критичного застосування на основі онтологій. Наведено зв'язки миж основними поняттями бази знань та відповідними поняттями в онтології. Вказано які онтології входять до онтологічної системи, а також етапи іноформаційної технології підтримки прийняття рішень під час сертифікації програмного забезпечення систем критичного застосування.

Ключові слова: інформаційна технологія, онтологія, онтологічна система, нормативна база.

В статье рассмотрен подход к реализации информационной технологии поддержки принятия решений при сертификации программного обеспечения систем критического применения на основе онтологий. Описаны связи между основными понятиями в базе знаний и соответствующие им понятия в онтологии. Указано из каких онтологий состоит онтологическая система, а также этапы информационной технологии поддержки принятия решений при сертификации программного обеспечения систем критического применения.

Ключевые слова: информационная технология, онтология, онтологическая система, нормативная база.

In the article it is considered the approach to realization of decision-making support information technology at critical software certification. It is described links between basic notions in knowledge base and correspondent notions in ontology. It is pointed out the ontologies the ontology system includes. It is also indicated the stages the decision-making support information technology at critical software certification consists of.

Keywords: information technology, ontology, ontology system, normative base.

Introduction. Onrush of information technologies, their implementation in various fields of human activity is related to the development of complex and developed information computer systems. The requirements to information technologies in operating speed and reliability become more complicated, especially when it comes to critical systems. Among such systems there are, for example, aviation, transport, energy, rocket-space and other special-purpose systems, which usually operate round-the-clock in real-time.

Software expertise being the basic mechanism of its correspondence estimation to specified requirements and normative profiles considerably defines real possibilities in providing the necessary level of safety and quality in the fields and social spheres concerning critical systems.

Software estimation procedure presumes solution of a number of tasks that include:

- normative profile forming – a number of requirements harmonized with international and national standards to the given project or a group of projects;
- reengineering of software developing process and its estimation based on normative profile;
- static analysis of source text;
- software dynamic analysis, defining the degree of correspondence between project documentation software source code and normative profile [1].

In the same time software expertise is a poorly formalized and structured type of professional activity. The expert estimations are under the influence of human aspect and subjectivity [2]. The nature of subject field being considered makes the use of standard means impossible. On the basis of current shells there arise a number of problems caused by the nature of these class systems. Normative base includes standards of different levels that further can be not harmonized. Another problem lies in normative profile forming as a subset of standards specifying requirements to the product.

Under present day conditions the most effective way of solving such type problems is the use of methods of artificial intelligence and knowledge engineering, expert systems in particular. The use of expert system will provide support to the expert's work with normative base and by means of

experience accumulation and generalization to reduce subjectiveness and improve efficiency of carried out decisions by considering the larger amount of facts determining the characteristics of the analyzed object. However, current expert system technology includes synthesis of knowledge bases that are oriented to particular exerting objects. This leads to contradiction such as the specifics of the given subject field requires knowledge reuse for the expertise of the whole class of objects. The above-mentioned circumstance points to appropriateness of representing the knowledge storage in the form of ontology system.

Purpose of the article is to describe the stages of information technology for normative profile forming at critical system certification on the basis of ontology system.

Problem definition. Data-in are a number of standards forming the full list of normative base of software engineering at critical software certification. Data-out are to be normative profile as a subset of harmonized standards of different levels that are directly related to specific object of certification. The object of certification is given by certifying accountant.

Solution steps. The solution of the problem is in representing of the specific piece of normative base as hierarchy/ synthesis of model for term system of object domain/ developing model of specification of object domain as ontology/ realization of the given models as specialized information technology realized as a dialogue system.

Approach to normative profile forming based on ontology system. The dynamics in development of software engineering normative base makes necessary to carry out works on forming harmonized normative profiles, which reflect real time needs in quality improvement. The normative base is presented as texts of standards and normative documents.

Experts in their activity are to form a normative profile of requirements taken from the standards of different levels: international, industrial, national. It's assumed the standards are harmonized. The approach to normative profile forming presumes the realization of four stages. In Fig. 1 it is shown these stages: modeling of normative base structure using the method of

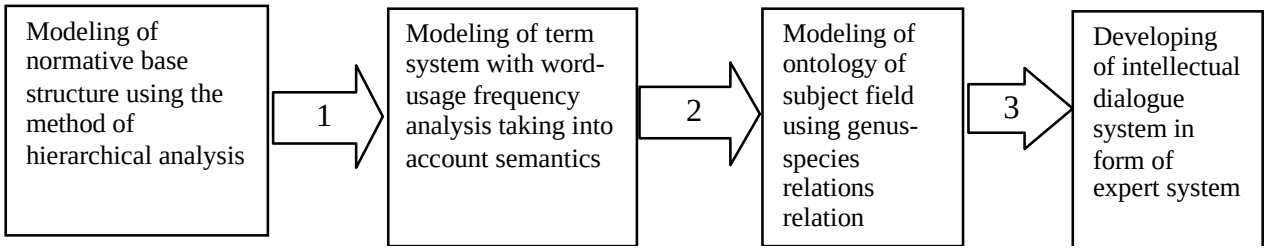


Figure. Stages of IT for normative profile forming

hierarchical analysis, modeling of term system with word-usage frequency analysis taking into account semantics, modeling ontology of subject field using genus-species relations, developing of intellectual dialogue system in form of dialogue system. The numbers in Fig, 2 indicate methods, which are the following: 1 – method of hierarchically structured texts analysis, 2 – method of subject field ontology development and 3 – method of ontology system synthesis.

Methods for automation of normative profile forming in critical software certification. The first method is method of hierarchically structured texts analysis. The analysis of texts in standards and normative documentation shows that its main style feature is that all texts are hierarchically structured. Among other features are clarity of presentation, wording laconism and accuracy that prevents different interpretation, sameness in information perception. The indicated features make possible to carry out computer processing of normative base.

The analysis of hierarchically structured texts consists of the following actions: defining the elements of marking – titles, defining nesting of groups of titles, defining separate sentences from text fragments, located in different levels of hierarchy, defining terms used in sentences.

The analysis of normative base showed three types of standards and normative documents according to their hierarchical features:

- documents with continuous numbering;

- documents with clear structure that allows defining titles and subtitles but without numbering.

- mixed type which include numbering, titles and subtitles which are bold, or new numbering in each section, etc.

It makes the most sense to make the given analysis of hierarchically structured texts in two stages. The first stage is related to analysis of compositional text structure and in particular to defining numbering (marking) in standards. Defining of fragment numbering (marking) allows more accurate defining of sentence boundaries and forms them convenient for further computer processing. That allows on the second stage to define syntactic structure of the sentence and makes possible to find terms for further developing of correspondent subject field ontology.

On the second stage it is developed term system – a set of terms used in standards. Terms denote notions of the real world. To define notions in texts of standards it can be used a statistical method based on frequency approach. First it is made lexical analysis of the texts. As a result of the analysis it is available a number of lexemes with characteristics denoting morphological features. Among the lexemes it is separated nouns (denote notions) or word combinations (though word combination can contain some words, this group of words denotes only one notion). Term system is developed on the basis of genus-species relations.

As is commonly known term can exist only as an element of term system. Conceptual meaning of a term is defined by its place in this system. The structure of term system must define term links, describe semantics, syntactics and pragmatics of separate terms.

The second method is method of subject field ontology development. Subject field ontology is developed on the basis of terms defined in texts of standards. It describes knowledge from a standard or normative document. Terms arranged in term system further form subject field ontology.

Common components of ontology [4] include set of substance classes (collections, concepts, types of objects, or kinds of things), set of class attributes (aspects, properties, features, characteristics, or parameters that objects (and classes) can have), set of attribute domains (set of accepted values), set of restrictions (formally stated descriptions of what must be true in order for some assertion to be accepted as input). They can be: hierarchical (between levels), association (inside levels), functional (property restrictions).

Ontology model is an integral part of knowledge base and represents systematized set of terms. They give the idea of the relations between the objects in subject field and they do not depend on specific situation or task. Knowledge base describes the facts and hypothesis concerning the specific situation and but for ontology it includes logic and inference rules. It also may include unstructured or not formalized information expressed by means of natural language. Ontology model and knowledge base are connected with relation by means of knowledge converting formalization between the terms in knowledge base and terms in ontology model. The relation is defined by minimal vocabulary volume, sufficient for knowledge representation, storage on one or several knowledge bases.

The third method is method of ontology system synthesis. Ontology system consists of upper ontology, subject field ontology, ontology of problems and methods, ontology of knowledge source, ontology-application and ontology-request [5]. Upper ontology is commonly presumed to be the most common ontology, which is general for all knowledge fields. Due to its characteristics such ontology is to include notions of high level of abstraction, general enough to be the basis of conceptualization in subject fields for various tasks [4].

Ontology of knowledge source describes knowledge of normative base for critical systems certification. It is represented as a number of terms denoting notions of the specific subject field (standards in our case). All the notions in term system are connected with genus-species relations. The subject field ontology is ontology built for each standard separately. It's being developed the automated procedure to create such type ontology.

Ontology of problems and methods represents the structures of all sentences used in standards. The types of sentences and their structure used in standards have its unique peculiarities,

which make it possible to develop such type ontology. Ontology request is user's request to the system. Ontology application is ontology developed to specific user's request partially consisting of subject field ontology and ontology of problems and methods.

Relations of ontologies in the system are described by common work scenario. Each user works in terms of his ontology request and via it with a part of ontology-application, formed for the request processing. Request processing presumes the determining of knowledge sources, including the requested information, its extraction and integration with further forming the answer to the user [4].

Conclusions. Quality of computer systems with intensive software usage is determined by expert qualification and available resource – normative document base. The procedure of software estimation predicts solving a number of problems among which is the problem of normative profile forming. Normative profiles can be state and industry standards, enterprise normative guidance documents and general requirements of software specifications. The use of expert system will provide support to the expert's work with normative base and by means of experience accumulation and generalization to reduce subjectiveness and improve efficiency of carried out decisions by considering the larger amount of facts determining the characteristics of the analyzed object. Current expert system technology includes synthesis of knowledge bases that are oriented to particular exerting objects. This leads to contradiction such as the specifics of the given subject field requires knowledge reuse for the expertise of the whole class of objects. The above-mentioned circumstance points to appropriateness of representing the knowledge storage in the form of ontology system.

Ontology connects two important factors: on one hand, they define formal semantics of information and thus making it possible to process this information with computer; and on the other hand it defines semantics of real world, allowing on the basis of terminology to relate information given in form required for computer processing with information presented in a form easy for human perceiving.

The approach to normative profile forming presumes the realization of four stages: modeling of normative base structure using the method of hierarchical analysis, modeling of term system with word-usage frequency analysis taking into account semantics, modeling ontology of subject field using genus-species relations, developing of intellectual dialogue system in form of dialogue system. There developed three methods for the realization of the described information technology for normative profile forming at critical software certification.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Шостак И.В., Бутенко Ю.И., Шостак Е.И. Знаниеориентированные методы формирования нормативных профилей к системам критического применения на основе онтологий // Радиоэлектронные и компьютерные системы, 2010, №5, с. 104-108.

2. Vilkomir S.A. Khasrchenko V.S. "Asymmetric" Approach to the Assessment of Safety Critical Software during Certification and Licensing // Proceedings of ESCOM-SCOPE 2000 Conference, (18-20 April, 2000), Munich, Germany. – p. 467-475.

3. Лукашевич Н.В. Тезаурусы в задачах информационного поиска. – М.: Издательство Московского университета, 2011. – 512с.

4. Левашова Т.В., Пашкин М.П. Смирнов А.В., Шилов Н.Г. Управление онтологиями (Базами знаний) I // Изв. АН. Теория и системы управления. – 2003, . - №4. – С.132-146.

5. Лапшин В.А. Онтологии в компьютерных системах. – М.: Научный мир, 2010. – 224с.

6. Левашова Т.В., Пашкин М.П. Смирнов А.В., Шилов Н.Г. Управление онтологиями II // Изв. АН. Теория и системы управления. – 2003, . - №5. – С.89-101.

7. Нормативная база программной инженерии в разработке систем с интенсивным использованием программного обеспечения / Б.М. Конорев, Л.Ф. Пудовкина, И.Б. Сироджа, О.Е. Федорович. Уч. пос. – Харьков: Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», 2001. – 162с.

Reviewer: Dr.Tech,S, prof. Shabanov-Kushnarenko S.J.

УДК 159.9

Бурдюг Є.О. (КНУ)

ОСОБЛИВОСТІ ПСИХОДІАГНОСТИКИ МЕДИКАМЕНТОЗНОГО КОМПЛАЄНСУ В ОСІБ ПОХИЛОГО ВІКУ

Лікування та реабілітація осіб похилого віку залишається актуальною медико-соціальною проблемою в Україні. Можливість прогнозувати якого рівня буде встановлений комплаєнс в співпраці лікаря і хворого та врахування цього в терапевтичній практиці, дозволить покращити результати курсу лікування. У випадках терапії хронічних захворювань (діабету, астми, гіпертонії) недотримання терапевтичного режиму є однією з основних причин повторного прояву симптомів. На підставі психодіагностичного дослідження 75 осіб похилого віку досліджено феномен комплаєнсу та виділено систему психологічних чинників, які зумовлюють можливість встановлення медикаментозного комплаєнсу певного рівня (повного, часткового та низького) в осіб визначеної вікової категорії, а саме: соціальний статус (наявність освіти, професійна зайнятість);особистісні характеристики; тип ставлення до хвороби; психічний статус; індекс задоволеності життям. Спираючись на отримані дані, планується розробка експрес-методики, що дозволить прогнозувати рівень встановлюваного комплаєнсу.

Ключові слова: комплаєнс, медикаментозний комплаєнс, особи похилого віку, рівень комплаєнсу, психологічні чинники.

Лечение и реабилитация людей пожилого возраста остается актуальной медико-социальной проблемой в Украине. Возможность прогнозировать какого уровня будет установлен комплайенс в сотрудничестве врача и больного и возможность учитывать это в терапевтической практике, разрешит улучшить результаты курса лечения. В случаях хронических заболеваний (диабета, астмы, гипертонии) отсутствие соблюдения терапевтического режима является одной из основных причин повторного проявления симптомов. На основе психодиагностического обследования 75 особ пожилого возраста исследован феномен комплайенса и выделена система психологических индикаторов, которые обуславливают возможность установления комплайенса определенного уровня (полного, частичного и низкого) у лиц данной возрастной категории, а именно: социальный статус (наличие образования, профессиональная занятость); личностные характеристики; тип отношения к болезни; психический статус; индекс удовлетворенности жизнью. Опираясь на полученные данные, планируется разработка экспресс-методики, которая позволит прогнозировать уровень устанавливаемого комплайенса.

Ключевые слова: комплайенс, медикаментозный комплайенс, пожилые люди, уровень комплаенса, психологические факторы.

Treatment and rehabilitation of elderly persons remains relevant medical and social problem in Ukraine. Ability to predict what level of compliance will be installed in conjunction doctor and patient and the ability to take this into account in therapeutic practice, will allow to improve results of treatment. In cases of chronic diseases (diabetes, asthma, hypertension), lack of compliance with therapeutic regimen is a major cause of repeated symptoms. On the basis of psychodiagnostic examinations persons aged 75 studied the phenomenon of system compliance and marked psychological indicators that lead to the possibility of establishing a certain level of compliance (full, partial, and low) for persons in this age category, such as: the social status (the presence of education, professional employment), personal characteristics, type of relationship to disease, mental status, life satisfaction index. Based on these data, we plan to develop rapid methods that will predict the level of installed compliance.

Keywords: compliance, medical compliance, the elderly, the level of compliance, psychological factors.

Вступ. Терапевтична співпраця «лікар-пацієнт» є важливим чинником, який дозволяє підвищити якість надання медичної допомоги особам похилого віку. Поняття «комплаєнсу»

включає в себе слідування хворого наданим йому лікарняним рекомендаціям, а особливо тим, що стосуються слідування хворого призначенням щодо прийняття ліків. [6] Можливість прогнозувати якого рівня буде встановлений комплаєнс в співпраці лікаря і хворого та врахування цього в терапевтичній практиці, дозволить покращити результати курсу лікування.

К.Г.Гуревич визначає медикаментозний комплаєнс як дотримання режиму прийому лікарського препарату пацієнтом. На такий комплаєнс впливають як небажані реакції на препарат, так і необхідність змінювати свою поведінку або звички при проведенні терапії. [2] Лісна Н.М. пропонує такі рівневі характеристики комплаєнсу, які відбивають кількісну характеристику процесу дотримання терапевтичного режиму: повний рівень – прийом призначених лікарських препаратів більш ніж у 80% випадків; частковий – додержання схеми прийому ліків з деякими порушеннями (зміною дозування або часу прийому) у межах 20% -80% випадків; низький рівень – дотримання рекомендацій по прийому ліків менш ніж у 20% випадків. [3] Варто зазначити, що оцінку комплаєнсу ускладнює та обставина, що рівень його перебільшують і хворий, і лікар. Хворі уникають відкрито демонструвати розбіжності своєї точки зору на лікування з точкою зору лікаря, а лікарі перебільшують рівень комплаєнсу, несвідомо уникаючи визнання можливого браку поваги з боку хворого до себе і своєї професії.[5]

Важливим є врахування вікових особливостей пацієнта. Лікар, що веде пацієнта похилого віку повинен орієнтуватися на збереження і поліпшення якості життя, що і слід вважати основною стратегічною задачею геріатрії [1].

Проведене дослідження мало на **меті** виявити психологічні чинники, які дозволяють прогнозувати можливість встановлення медикаментозного комплаєнсу визначеного рівня в осіб похилого віку. Комплаєнс відіграє важливу роль в ефективності проведення лікувального курсу не залежно від типу захворювання та вікових меж. В будь-якому разі, чим вищий рівень комплаєнсу, тим більша вірогідність тривалості ефекту від прийому медикаментів. Проте, особи похилого віку мають свої певні психологічні та фізіологічні відмінності, що спричинені віковим фактором. В зв'язку з їхнім віком ситуація лікувального процесу ускладнюється чинниками, які відсутні в інших вікових категорій. В нашому дослідженні ми прагнули виявити специфічні чинники встановлення комплаєнсу саме для цієї вікової категорії. На підставі отриманих даних, було виділено чинники, які дозволяють прогнозувати можливість встановлення комплаєнсу одного з рівнів (повного, часткового та низького) в людей цієї вікової категорії.

В нашому дослідженні прийняли участь 75 осіб похилого віком від 60 років, які проходили лікування в стаціонарі в лікарні при Інституті геронтології АМН України. Захворювання з якими вони звернулися за медичною допомогою відносяться до групи серцево-судинних захворювань та проблеми з опорно-руховою системою (остеопороз, остеохондроз, хвороба Паркінсона). До участі в дослідженні були відібрані ті люди похилого віку, які проходили лікування в стаціонарі періодом не менше ніж два тижні. Дослідження було організовано в два етапи, що зумовили вікові особливості залучених людей. Спочатку вони заповнили шкалу психічного статусу для того, щоб відсіяти людей з деменціями. Це було спричинено тим, що дементні досліджувані не змогли б дати адекватні відповіді на питання запропонованих методик. Після цього люди з достатнім рівнем психічного статусу заповнювали опитувальник FPI та методику ТОБОЛ. На другому етапі вони заповнювали всі інші методики, які були обрані для даного дослідження.

Під час опитування були певні труднощі, спричинені віковими особливостями вибірки: поганий стан здоров'я; підвищена втомлюваність; більшість з опитаних людей має проблеми із зором; 4 досліджуваних мають низький слух, доводилось голосно до них звертатись і повторювати по декілька разів; уповільнений темп рухів або проблеми з письмом (наприклад, через хворобу Паркінсона – тремор рук). Були досліджувані з підвищеною підозрілістю, які непокоїлись для чого ми проводимо це опитування і задавали багато додаткових питань. Особливо тривожні люди похилого віку задавали додаткові питання,

також цікавились жінки, які легко йшли на контакт і одразу ж погодились дати відповіді на всі питання. Це можна пояснити тим, що вони хочуть спілкуватись з новими людьми, дізнаватись нову інформацію. Нами було залучено двох лікарів-терапевтів для заповнення шкали медикаментозного комплаєнсу по кожному окремому досліджуваному. Те, як вони розповідали про них, заповнюючи анкету, вже було діагностичним щодо встановлення комплаєнсу: деякі пацієнти викликали в них емоції, про деяких лікарі висловлювались досить нейтрально, а з приводу кількох висловлювали невдоволення. Наприклад: «Цей чоловік постійно усім незадоволений, все з претензіями до мене звертається» або «Ця жінка така балакуча, її не переслухаєш!». Це було ще одним підтвердженням того, що, досліджуючи комплаєнс, важливо враховувати професійні характеристики лікаря: чи вміє він тримати свої думки і емоції при собі, не йдучи на конфлікт з пацієнтом. Лікар-терапевт заповнював шкалу медикаментозного комплаєнсу (Н.Б.Лутова, А.В.Борцов, В.Д.Вид, розроблену в інститут імені В.М.Бехтерева), яка була розроблена для потреб прогнозування в психіатрії. Для нашого дослідження було взято саме цю шкалу з урахуванням того, що валідизованих інструментів для вимірювання медикаментозного комплаєнсу у вітчизняній клініці окрім цього немає. Так як питання кожного з блоків шкали, можуть використовуватись як окрема шкала, в дослідженні не враховувався блок питань, пов'язаний з негативною симптоматикою прийому саме психотропних медикаментів. Шкала заповнюється лікарем на основі отриманої інформації про хворого. Кількісній оцінці підлягають різні групи факторів, що формують структуру комплаєнсу: фактори, пов'язані з медикацією, пацієнтом, лікарем і близьким оточенням хворого. Оцінка комплаєнсу дозволяє прогнозувати ступінь стійкості установки хворого на слідування рекомендаціям лікаря. Завдяки тому, що шкала заповнюється лікарем, на основі достатньої повноти наявної інформації про хворого, оцінка комплаєнсу стає системною, спираючись на всі основні групи факторів, що впливають на дотримання режиму медикаментозної терапії: фактори, пов'язані зі ставленням до медикації, з пацієнтом, лікарем та близьким оточенням. Кількісні значення градацій побудовані таким чином, що зростанню величини бала відповідає підвищення рівня комплаєнсу. [4]

Досліджувані заповнювали такі методики: Фрайбургський особистісний опитувальник (FPI) форма (В), в якій 114 питань, шкалу самоповаги Розенберга, тест на оптимізм Чанга ELOT (Extended Life orientation test), опитувальник ТОБОЛ (психологічна діагностика типів ставлення до хвороби, розроблений в інститут імені В.М.Бехтерева), тест на визначення локусу контролю Дж. Роттера, шкалу психічного статусу, опитувальник на визначення індексу задоволеності життям (NegartenB.I., HavighurstR.J).

Шляхом проведення математичного аналізу отриманих даних, було виявлено психологічні чинники, які визначають рівневі характеристики медикаментозного комплаєнсу в осіб похилого віку:

А) Високий рівень комплаєнсу в осіб похилого віку характеризується такими психологічними чинниками:

- Низький рівень невротизації.
- Відкритість - схильність взаємодіяти з оточуючими людьми довірливо-відверто при високому рівні самокритичності.
- Оптимізм – позитивне ставлення до подій, у випадку хвороби – це сподівання на те, що курс лікування буде ефективним.
- Протікання психічних процесів за жіночим типом.
- Відсутність схильності до спонтанної агресії, імпульсивної поведінки.
- Високий психічний статус (не менше 27 балів, що відповідають відсутності порушень когнітивних функцій). Зможуть чітко виконувати режим прийому ліків, не плутати час і кількість призначених медикаментів, адекватно оцінювати свій стан здоров'я і необхідність дотримання терапевтичного режиму.
- Високий індекс задоволеності життям (75% і вище).

- Наявність вищої освіти, постійного виду діяльності, переважний розумовий характер праці.

- Найчастіше матимуть один з наведених типів ставлення до хвороби: гармонійний тип, тривожний тип, сенситивний тип ставлення до хвороби;

Б) Середній рівень комплаєнсу в осіб похилого віку характеризується такими психологічними чинниками:

- Низький рівень депресивності або відсутність ознак депресивного синдрому.

- Нормальний психічний статус (не менше 24 балів), що дозволяє оцінити наскільки правильним буде дотримуватись приписів лікаря, чітко виконувати режим прийому ліків, не плутати час і кількість призначених медикаментів, адекватно оцінювати свій стан здоров'я і необхідність дотримання терапевтичного режиму;

- Достатній індекс задоволеності життям (від 75% до 50%).

- Наявність спеціальної середньої освіти, переважний розумовий або фізичний сільськогосподарським характер праці.

- Найчастіше матимуть один з наведених типів ставлення до хвороби: неврастенічний тип, ергопатичний тип ставлення до хвороби;

В) Низький рівень комплаєнсу в осіб похилого віку характеризується такими психологічними чинниками:

- Висока невротичність - виражений невротичний синдром астенічного типу із значними психосоматичними розладами.

- Висока депресивність - наявність ознак, характерних для психопатологічного депресивного синдрому, які наявні в емоційному стані, поведінці, у негативному ставленні до себе і до соціального середовища.

- Песимізм - негативне ставлення до подій, у випадку хвороби – це відсутність надії на те, що курс лікування буде ефективним.

- Низький психічний статус, тобто, неможливість повною мірою оцінити наскільки правильним буде дотримуватись приписів лікаря, чітко виконувати режим прийому ліків; можуть плутати час і кількість призначених медикаментів; не розуміти реального стану свого здоров'я і необхідності дотримання терапевтичного режиму.

- Низький індекс задоволеності життям (нижче 50%).

- Наявність загальної середньої освіти, переважний фізичний несільськогосподарський характер праці.

- Найчастіше матимуть один з наведених типів ставлення до хвороби: паранояльний та анозогнозичний типи ставлення до хвороби

Висновок. Отримані результати в нашому дослідженні планується застосувати в діяльності в лікарняних закладах, що спеціалізуються на роботі з особами похилого віку. Також, в подальшому, планується розробка міні-опитувальника для осіб похилого віку, який має проводити лікар-терапевт або психолог в закладі, де надається медична допомога в стаціонарі. Цей опитувальник буде включати питання, які є прогностичними у визначенні рівня встановлюваного комплаєнсу. Така діагностика на початку лікування в осіб похилого віку має на меті виділити тих пацієнтів, які потрапляють в групу низького комплаєнсу, щоб їм було приділено увагу лікарем-терапевтом або психологом, що працює в даному закладі. Робота в напрямку підвищення медикаментозного комплаєнсу дозволить збільшити ефективність проходження курсу лікування.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Артюхова В.В. Терапевтический альянс в медицинском учереждении психоневрологического профиля / В.В. Артюхова, Л.Ф. Шестопалова // Международный медицинский журнал. – 2011. - № 4 С. 36-40.

2. Гуревич К.Г. Комплаенс больных, получающих гипотензивную терапию / К.Г. Гуревич // Качественная клиническая практика. – 2003. – № 4. – С. 53 -58.

3. Лісна Н.М. Особливості комплаєнса хворих на алкогольну залежність та система його психокорекції : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. психол. наук : спец. 19.00.04. «Медична психологія» / Н.М. Лісна. – Харків, 2010. – 20 с.

4. Лутова Н.Б. Метод прогнозирования медицинского комплаенса в психиатрии: методические рекомендации / Н.Б. Лутова. – Спб: Санкт-Петербургский научно-исследовательский психоневрологический институт им. Бехтерева, 2007. – 56 с.

5. Мовшович Б.Л. Общая врачебная практика. Внутренние болезни – интернология : практич. руководство / Б.Л. Мовшович, И.Н. Денисов. – М.: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2001. – 123 с.

6. Незнанов Н.Г. Проблема комплаенса в клинической психиатрии / Н. Г. Незнанов // Психиатр. и психофармакотер. – 2004. – № 6 (4). – С. 58-71.

Без рецензії.

УДК 342.734 **Купянська Н.О.** (ВІКНУ)

ФОРМУВАННЯ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ ЖИТЛОМ

Зроблена спроба здійснення історико-правового аналізу розвитку законодавчою бази щодо забезпечення військовослужбовців та членів їх сімей житлом в Україні за період після розраду СРСР до теперішнього часу та розглянути проблеми практичної реалізації закріплених в законодавстві цих гарантій.

Ключові слова: нормативна база, житло,законодавча база, військовослужбовці.

Сделана попытка осуществления историко-правового анализа развития законодательной базы по обеспечению военнослужащих и членов их семей жильем в Украине за период после утешение СССР до настоящего времени и рассмотреть проблемы практической реализации закрепленных в законодательстве этих гарантий.

Ключевые слова: нормативная база, жилье, законодательная база, военнослужащие

Attempt of realisation of the historical-legal analysis of development of legislative base on maintenance of military men and members of their families by habitation in Ukraine for the period after a consolation of the USSR is made till now and to consider problems of practical realisation of these guarantees fixed in the legislation.

Keywords: standard base, habitation, legislative base, military men.

Вступ та постановка проблеми. Перехід Збройних Сил на професійну основу комплектування зумовив перехід до якісно нового підходу у визначенні пріоритетних напрямків у соціальному забезпеченні особового складу армії та осіб, звільнених з військової служби. Звісно, що реалізація зазначених завдань неможлива без застосування відповідного механізму правового забезпечення. Сьогодні він не відповідає світовим стандартам та вимогам. Створення Збройних сил нового зразка не можливе без розвитку і удосконалення житлового забезпечення військовослужбовців та членів їх сімей від чого в першу чергу і залежить боєздатність військ. На сьогоднішній день в системі житлового забезпечення військовослужбовців та членів їх сімей основне протиріччя полягає в тому, що обсяг державних асигнувань не в змозі вирішити в повній мірі житлової проблеми в Збройних Силах України, а ті нетрадиційні підходи, які були запропоновані для її вирішення не знайшли відображення в діючому законодавстві.

Аналіз останніх публікацій. На сьогоднішній день відсутнє комплексне наукове дослідження проблеми сутності, змісту і законодавчого забезпечення реалізації права військовослужбовців Збройних Сил України та членів їх сімей на житло, хоча деяким аспектам у вітчизняній юридичній думці приділялась увага.

Так, ще в роки радянської влади існуюча практика правового регулювання забезпечення військовослужбовців та членів їх сімей житлом була предметом наукового дослідження Артамонова Н.В., Котлярова І.І., Ларкіна І.І., Романова П.І. та ін. При цьому основна увага приділялась обґрунтуванню пільгового порядку забезпечення військовослужбовців житлом з державного житлового фонду.

Наукове обґрунтування питань, пов'язаних з тематикою статті здійснювалось в роботах Гопанчука В.С., Семеніхіна І.М., Тихомирова С.В. Але право військовослужбовців на житло досліджувалось ними факультативно в контексті дослідження загального комплексу проблем, пов'язаних з соціально-правовим статусом військовослужбовців. Необхідно сказати, що відсутні і спеціальні дослідження заубіжного досвіду правового регулювання забезпечення військовослужбовцями житловими приміщеннями, а також можливості запровадження подібного механізму реалізації права військовослужбовців на житло в Збройних Силах України.

Прийняття 16 липня 1990 року Верховною Радою Української РСР Декларації про державний суверенітет України [1], розпад СРСР, становлення України як суверенної держави, стали підставою для принципових змін в політичному, правовому житті та державному устрої. Формування нової української державності супроводжувалось активною зміною всіх галузей законодавства. Разом з тим, постановою Верховної Ради України (далі ВРУ) від 12 вересня 1991 р. "Про порядок тимчасової дії на території України окремих актів законодавства Союзу РСР " [2] було встановлено, що до прийняття відповідних актів законодавства України на території республіки застосовуються акти законодавства Союзу РСР з питань, які не врегульовані законодавством України, за умови, що вони не суперечать Конституції і законам України.

Повною мірою це відносилось й до законодавства СРСР про умови і порядок забезпечення житловими приміщеннями військовослужбовців, а також про житлові права військовослужбовців.

Ситуація, яка склалась із забезпеченням військовослужбовців житлом на завершальному етапі існування СРСР в минулому столітті у зв'язку з об'єктивними причинами ще більше загострювалась, набуваючи гострий соціальний характер. Формування Збройних Сил України, починаючи з кінця 1991 року, розпочалося на потенціалі існуючого на той час військового контингенту Міноборони колишнього Союзу РСР з усіма його активами і пасивами, які залишились на території України. Після прийняття 6 грудня 1991 року Закону України (далі ЗУ) "Про Збройні Сили України" однією із самих важких соціальних проблем, з якої прийшлося зіткнутись та вирішувати Міністерству оборони і, зокрема, його квартирно-будівельному комплексу, стала проблема забезпечення житлом 56,8 тисяч безквартирних військовослужбовців у складі військового контингенту Міністерства оборони колишнього Союзу РСР, який залишився в підпорядкуванні ВРУ згідно з Постановою від 24 серпня 1991 року № 1431-XII "Про військові формування в Україні[3].

Одними з головних причин такого становища стали наступні чинники: 1) повернення в 1992 - 1994 роках в Україну безквартирних військовослужбовців для подальшого проходження військової служби (близько 18,5 тисяч); 2) поповнення кадрового складу Збройних Сил військовослужбовцями після закінчення вищих військових навчальних закладів; 3) планова ротація військових кадрів (близько 4-5 тисяч щорічно). Разом за 1992-2002 роки за планом МО України побудовано 61,3 тис. квартир (3 млн. 745 тис.м^2) у тому числі за рахунок коштів державного бюджету - 34,7 тис. квартир (2 млн. 428 тис.м^2). У 1992-1995 роках виробничі потужності організацій квартирно-будівельного комплексу МО України дозволили щорічно будувати і вводити в експлуатацію 12,5 - 13,5 тисяч квартир за рік (у середньому 780 тисяч м^2 загальної площі житла). Однак, на сьогодні вони збережені на рівні 2,5 - 3,0 тисяч квартир і це сталося, перш за все, через скорочення, починаючи з 1994 року, державних асигнувань на будівництво житла для військовослужбовців і, як наслідок, щорічних обсягів житлового будівництва для потреб Міноборони.

Виходячи з практики, яка склалась в СРСР, основною формою забезпечення військовослужбовців житлом в Україні продовжував залишатись порядок надання їм житлових приміщень в будинках державного житлового фонду.

Першим цільовим нормативним актом незалежної України комплексного характеру з питань соціального захисту військовослужбовців стало розпорядження Голови ВРУ „Про посилення соціальної захищеності військовослужбовців, які проходять службу на території України, та військовослужбовців – громадян України, що служать за її межами [4] від 3 вересня 1991 р. з постановкою Кабінету Міністрів України завдання розробити і подати на розгляд ВРУ ряд законопроектів по соціальному і правовому захисту військовослужбовців та членів їх сімей, розробити та затвердити державні програми забезпечення військовослужбовців та осіб, які звільнені з військової служби, житлом, визначити порядок виплати грошової компенсації за піднайом (найом) житлового приміщення.

Характерною рисою 1991 р. – 1993 р. був пошук нетрадиційних підходів до вирішення проблеми забезпечення військовослужбовців житлом. Слід наголосити, що формування

нової нормативної бази забезпечення військовослужбовців житлом здійснювалась в рамках загального процесу реформування житлового законодавства, направленого на зміну відносин власності в житловій сфері і надання реальної можливості на реалізацію громадянами України права на житло. Саме до цього періоду відноситься розробка і прийняття ЗУ „Про приватизацію державного житлового фонду"від 19 червня 1992 р. [5], постанови ВРУ від 31 жовтня 1991 року „Про Концепцію роздержавлення і приватизації підприємств, землі та житлового фонду[6] та ряд інших нормативних актів.

Оскільки цей процес співпав з початковим етапом формування Збройних Сил України (далі ЗСУ), з'явилась можливість під час значного вивільнення військового майна, яке знаходилось раніше на балансі частин і підрозділів Збройних Сил СРСР, залучити інвестиції на фінансування будівництва і придбання житла для військовослужбовців та членів їх сімей. У зв'язку з цим було прийнято Указ Президента України „Про інвестування будівництва та придбання житла для військовослужбовців Збройних Сил України та членів їх сімей" від 1 липня 1993 р. № 240/93, зокрема в пункті 9 Указу передбачалось залучення різних джерел інвестування будівництва житла в обмін на передачу у власність інвесторам від 35% до 50% від загальної площі побудованого на інвестиційні кошти житла.

На початок 1992 року адміністративні, командні та господарські зв'язки виявились повністю порушеними. З метою створення квартирно-будівельного комплексу Міністерства Оборони України (далі Міноборони) та забезпечення його життєдіяльності, 11 листопада 1991 року Міністром оборони України була затверджена принципова структура будівельно-квартирних органів, відповідно до якої утворилась вертикально-централізована структура управління комплексом зі суб'єктами самоорганізації виробничої діяльності, очолювана Головним управлінням розквартирування військ і капітального будівництва Міністерства оборони України з підпорядкованими управліннями.

Головними завданнями квартирно-будівельного комплексу (далі КБК) стали:

облаштування військ, будівництво об'єктів загальновійськового та спеціального призначення, соцкультпобуту, інженерної інфраструктури та житла для безквартирних сімей військовослужбовців ЗСУ;

підтримання комплексу в постійній мобілізаційній готовності для забезпечення виконання державних завдань оборонного призначення та ліквідації наслідків аварій, стихійних лихі екологічних небезпек;

підтримка житлового, казармового, паркового та складського фондів Міністерства оборони України в експлуатаційному стані, забезпечення його належного утримання і систематичне проведення поточного та капітального ремонту.

Окрім створення структурного підрозділу в Міноборони з питань будівництва житлових та інших приміщень для потреб ЗСУ в 1992 році був створений Комітет з питань соціального захисту військовослужбовців при Кабінетові Міністрів України [7]. Також слід зазначити на прийняття Положення про порядок забезпечення жилою площею в Збройних Силах України, затвердженого наказом Міністра оборони України (далі НМОУ) від 23 грудня 1992 року № 220, яке було направлене на розвиток положень ЗУ „Про соціальний і правовий захист військовослужбовців та членів їх сімей" від 20 грудня 1991 року.

Нового розвитку набуло законодавство з питань забезпечення військовослужбовців житлом після прийняття Конституції України. В частині 5 статті 17 Конституції проголошувалось, що держава покладає на себе обов'язок забезпечення соціального захисту громадян України, які перебувають на службі у Збройних Силах України та в інших військових формуваннях, а також членів їхніх сімей. У зв'язку з цим відбулися зміни в законодавстві, які продовжували практику попередніх років у пошуку нетрадиційних шляхів забезпечення житлом військовослужбовців ЗУ "Про внесення доповнень до деяких законодавчих актів України з питань оподаткування"[8] від 24.04.1996 р. № 143/96-ВР, відповідно до якого інвесторам будівництва житла для військовослужбовців передбачались відповідні пільги при сплаті податків на добавлену вартість та на прибуток.

У 1996 році для інвестування будівництва і придбання житла для військовослужбовців

та членів їхніх сімей було створено громадсько-державний фонд "Житло – військовим". Основним джерелом фінансування цього фонду були кошти, які перераховувались йому підприємствами та організаціями згідно із ЗУ "Про внесення доповнень до деяких законодавчих актів України з питань оподаткування" від 24 квітня 1996 року. Слід зазначити, що з прийняттям ЗУ "Про внесення змін до Закону України" "Про оподаткування прибутку підприємств" від 22 травня 1997 року фонд залишився без вказаного вище джерела отримання коштів, що ускладнило його діяльність. Згідно зі статтею 22.3 ЗУ " Про внесення змін до Закону України про оподаткування прибутку підприємств " за період з 1 липня 1997 року по 1 січня 2002-го податок на прибуток у розмірі 1,5% від суми нарахованого податку територіальними громадами повинен використовуватися на фінансування житлового будівництва для військовослужбовців, учасників бойових дій в Афганістані та воєнних конфліктів у зарубіжних країнах, членів сімей військовослужбовців, що загинули під час виконання ними службових обов'язків.

На рахунок змог вирішити державою проблеми забезпеченості житлом можна віднести раніше розроблену Міноборони "Комплексну програму забезпечення військовослужбовців та членів їх сімей житлом"(Комплексна програма) [9]. Ця Комплексна програма була розрахована на період 1999-2006 роки. Загальний обсяг держбюджетного фінансування для виконання вказаної Програми становив близько 1399 млн. гривень (32,7%), а нетрадиційних джерел фінансування - 2875 млн. грн. (67,3%). На виконання Указу Президента України № 1262 була розроблена „Комплексна програма забезпечення житлом військовослужбовців, осіб рядового і начальницького складу органів внутрішніх справ, кримінально-виконавчої системи, службових осіб митних органів та членів їх сімей", затверджена ПКМУ від 29.11.1999 р № 2166. Так у 2000 - 2002 роках із передбачених показниками Комплексної програми 18,4 тис. квартир побудовано, придбано та отримано за пайовою участю тільки 10,0 тис. квартир, що становить 59%. Кількість військовослужбовців, які очікували в черзі на отримання житла за цей період зменшилася лише на 5,2 тис. осіб і станом на 1 січня 2003 року становить 48,8 тис. осіб. Загальний стан виконання Комплексної програми за минулий період свідчить, що житлова проблема військовослужбовців Збройних Сил України не поліпшуються, а навпаки загострюється.

У період 2000-2003 років спостерігається розвиток військового законодавства в цілому. За вказаний період часу були прийняті нормативні акти стосовно утворення нових установ, організацій (мережа апеляційних військових судів, Військова служба правопорядку[10]тощо), так і нова програма комплектування військовослужбовців Збройних Сил України за контрактом [11]. Розвитку зазнав і порядок забезпечення військовослужбовців житлом. Наприклад в 2004 році було прийнято Порядок кредитування будівництва та придбання житла для військовослужбовців Збройних Сил та інших військових формувань[12].

Пізніше, в лютому 2006 року були прийняті Рекомендації парламентських слухань "Про стан забезпечення житлом та іншими гарантіями соціального захисту військовослужбовців, осіб начальницького і рядового складу органів внутрішніх справ та деяких інших осіб[13]., де зазначалось, що протягом 2001-2006 років у Збройних Силах України та правоохоронних відомствах не відбулося скорочення кількості об'єктів незавершеного будівництва, в абзацах 11-13 вказувалось наступне: “На початок 2005 року на квартирному обліку в гарнізонах Збройних Сил України перебувало 45,5 тис. сімей військовослужбовців, а отримала житло за 9 місяців того ж року 1641 сім'я.” Напруження ситуації із забезпеченням військовослужбовців житлом відбувається зокрема через те, що замовники будівництва не виконують програмні завдання щодо створення фондів службового житла, не здійснюються заходи, які направлені на заселення наявного житлового фонду. Так, станом на лютий 2006 року лише в Міністерстві оборони України залишилися незаселеними 468 квартир, отриманих ним від юридичних осіб ще у 2003-2004 роках[14].

На підставі прийнятих ВРУ Рекомендації, КМУ було розроблено і затверджено Порядок забезпечення військовослужбовців та членів їх сімей житловими

приміщеннями[15]. (далі ПКМУ №1081). Відповідно до ПКМУ №1081, Міноборони була прийнята Інструкція про організацію забезпечення і надання військовослужбовцям Збройних Сил України та членам їх сімей житлових приміщень[16], яка конкретизувала положення постанови і скасувала НМОУ № 20.

Адже гострота проблеми безквартирних військовослужбовців пропорційно залежить від кількості щороку збудованого та закупленого для них житла.

Термін дії Комплексної програми забезпечення житлом військовослужбовців та членів їхніх сімей подовжено з 2011 по 2017 роки постановою Кабінету Міністрів України від 15 грудня 2010 року №1191. Змінами до Комплексної програми передбачено забезпечення до 2017 року житлом стовідсотково військовослужбовців, які перебували у черзі станом на 1 січня 2010 року. Для цього передбачено використати 46% держбюджетних коштів та 54% коштів з інших джерел, незаборонених законодавством.

Тим часом протягом 2011 року і на початок 2012 року, порівняно з 2010 роком, стан фінансування потреб будівництва житла для військовослужбовців не покращився. Так, Законом України «Про Державний бюджет України на 2011 рік» на будівництво (придбання) житла для військовослужбовців Збройних Сил України передбачено видатки у сумі 534,7 млн грн, зокрема 200,0 млн грн. за загальним фондом; 334,7 млн грн – за спеціальним фондом.

Як вихід з кризового стану військові будівельники бачать залучення небюджетних коштів для будівництва житла на землях оборони. У липні 2011 року Кабінет Міністрів України прийняв постанову №715 «Деякі питання будівництва житла для військовослужбовців та членів їхніх сімей на земельних ділянках, що належать до земель оборони», що дозволяє оборонному відомству ефективно та у короткі строки залучати надходження коштів поза бюджетом на будівництво житла для військовослужбовців, будувати житло на землях оборони без зміни їх цільового призначення, а також прозоро визначати частку Міністерства оборони України, що значно зменшить кількість порушень та корупційних дій при визначенні приватного партнера.

Відповідно до положень вище вказаної постанови у 2011 році було передбачено залучення небюджетних коштів на квартири для військових. З цією метою у першій декаді серпня 2011 року до Кабміну було подано перелік земельних ділянок, на яких заплановано будівництво житла. Міністерством оборони також розроблено проект Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо вдосконалення механізму використання земель оборони», який ухвалено Верховною Радою України 22 грудня 2011 року. Департаментом капітального будівництва Міноборони відпрацьовано Перелік житлових об’єктів, які передбачається фінансувати у 2012 році. Цей документ затверджений наказом Міністра оборони України №155 від 22.03.12 р. Кошти спрямовуватимуться передусім на завершення будівництва житла, що розпочате у попередні роки, та реконструкцію під житло будівель, які вивільняються в ході організаційно-штатних заходів у Збройних Силах. Адже оселі після реконструкції на 10-30 відсотків дешевші новозбудованих, і вони є основними житловими резервами війська разом з вивільненими військовими містечками. На 2012–2015 роки спільно з Голов КЕУ ЗС України визначено 96 вивільнених будівель орієнтовно на 3000 квартир, які придатні для реконструкції під житлові будинки. Планується будувати і закуповувати житло, згідно з напруженістю гарнізонних черг та відповідно до проекту Державної комплексної програми реформування і розвитку Збройних Сил України на 2012–2017 роки. Додатковими шляхами вирішення житлової проблеми є впровадження довгострокового кредитування будівництва, придбання житла для військовослужбовців, що потребує законодавчого врегулювання. Також – надання земельних ділянок військовослужбовцям під індивідуальне будівництво. Сьогодні ця процедура законодавством передбачена, але відсутній порядок передачі. Крім того, можливо і забезпечення військовослужбовців житлом на умовах Державної програми створення доступного житла за схемою 30х70.

Висновок. Формування нової української державності супроводжувалось активною

зміною всіх галузей законодавства і житлового зокрема. Стан забезпечення військовослужбовців Збройних Сил України та членів їхніх сімей житлом у 1992–2011 роках умовно можна поділити на чотири періоди. Перший – з 1992 по 1995 роки, – коли діяли закони та нормативні акти колишнього СРСР та за інерцією працював потужний будівельний комплекс Міністерства оборони. Другий – з 1996 по 1998 роки – проміжний. Третій – з 1999 по 2002 роки. У цей період діяла Комплексна програма забезпечення військовослужбовців та членів їхніх родин житлом у першій редакції, що затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 29 листопада 1999 р. №2166. І четвертий період – з 2003 по 2010 роки, – коли діяла Комплексна програма у другій редакції постанови Кабінету Міністрів України від 29 квітня 2004. На сьогодні термін дії Комплексної програми забезпечення житлом військовослужбовців та членів їхніх сімей подовжено з 2011 по 2017 роки

У найближчий час доцільно прийняти нову програму з чітким фінансуванням, передбачивши у ній більш ефективний механізм надання цільових субвенцій всім, хто потребує житла: учасникам бойових дій, ліквідаторам, інвалідам. Житлова проблема повинна бути розв'язана через здешевлення системи іпотечного кредитування і має бути спрямована на створення всіх необхідних умов для поліпшення соціально-побутового економічного стану громадян.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Декларація про державний суверенітет України прийнята Верховною Радою Української РСР від 16.07.1990 р. №55-XII.

2. Постанова Верховної Ради України „Про порядок тимчасової дії на території України окремих актів законодавства Союзу РСР" від 12 вересня 1991 р. № 1545-ХП // Відомості Верховної Ради (ВВР) 1991, №46, ст.621.

3. Постанова Верховної Ради України "Про військові формування в Україні" від 24 серпня 1991 року № 1431-XII // Відомості Верховної Ради (ВВР) 1991, N 38, ст.506.

4. Розпорядження Голови Верховної Ради України Про посилення соціальної 'захищеності військовослужбовців, які проходять службу на території України, іа військовослужбовці а — громадян України, що служать за її межами" від 3-09.1991 р. № І475-Х11//Відомості Верховної Ради (ВВР). 1991, N 45, ст. 602.

5. Закон України „Про приватизацію державного житлового фонду" від 19 червня 1992 р. № 2482-XII //Відомості Верховної Ради (ВВР), 1992, № 36, ст.524.

6. Постанова Верховної Ради України „Про Концепцію роздержавлення і приватизації підприємств, землі та житлового фонду" // Відомості Верховної Ради (ВВР), 1991, № 53, ст. 795.

7. Розпорядження Кабінету Міністрів України „Про прикомандирування до Комітету з питань соціального захисту військовослужбовців при Кабінетові Міністрів України" від 02.03.1992 р. № 126 -р.; Розпорядження Кабінету Міністрів України „Про збільшення чисельності працівників апарату Комітету з питань соціального захисту військовослужбовців при Кабінетові Міністрів України" від 02.03.1992 р. № 127-р; Розпорядження Кабінету Міністрів України „Щодо розміщення Комітету з питань соціального захисту військовослужбовців при Кабінетові Міністрів України" від 21.05.149° р. № 298-р.

8. Закон України "Про внесення доповнень до деяких законодавчих актів України з питаньоподаткування" від 24.04.1996 р. № 143/96-ВР // Відомості Верховної Ради (ВВР), 1996, N 25, ст. 101.

9. Указ Президента України від 2.10.1999 р. № 1262 "Про Комплексну програму забезпечення військовослужбовців та членів їх сімей житлом".

10. Закон України „Про Військову службу правопорядку у Збройних Силах України" від 7.03.2002 року№ 3099-ІП // Відомості Верховної Ради (ВВР), 2002, N 32, ст.225.

11. Указ Президента України „Державну програму переходу Збройних Сил України до комплектування військовослужбовцями, які проходять військову службу за контрактом" від 17.04.2002 року № 348/2002.

12. Постанова Кабінету Міністрів України від 28 січня 2004 року № 88 „Про порядок кредитування будівництва та придбання житла для військовослужбовців"// Офіційний вісник. - 2004. -№ 4, ст. 169. – С.234-237.

13. Постанова ВРУ від 23.02.2006 р. №3507-ІУ "Про Рекомендації парламентських слухань

„Про стан забезпечення житлом та іншими гарантіями соціального захисту військовослужбовців, осіб начальницького і рядового складу органів внутрішніх справ та деяких інших осіб" Відомості Верховної Ради України. - 2006. -№4, ст. 23. – С. 107-114.

14. див. аб. 11-13 Постанови ВРУ від 23.02.2006 р. №3507-1У // Відомості Верховної Ради України. – 2006.-№4, ст. 23 – С. 107-114.

15. ПКМУ від 3.08.2006 року № 1081 „Про затвердження Порядку забезпечення військовослужбовців тачленів їх сімей житловими приміщеннями" // Офіційний вісник України. - 2006 р. – № 31. – С. 142

16. Наказ Міністра оборони України від 6 жовтня 2006 р. № 577 „Про затвердження Інструкції про організацію забезпечення і надання військовослужбовцям Збройних Сил України та членам їх сімей житлових приміщень"

Без рецензії.

УДК 378. 126 д.пед.н., проф**. Плахотнік О.В.** (КНУ)
д.хаб., проф. **Ярмох Едвард**
(Університет природничих та гуманітарних наук у Сідлеці, Польща)

СИСТЕМОТВОРЧА РОЛЬ ПОНЯТТЯ ЦІННОСТЕЙ У КОНЦЕПТУАЛЬНОМУ ФУНДАМЕНТІ СУЧАСНОЇ ПЕДАГОГІКИ І ПСИХОЛОГІЇ

Поняття цінності є одним із найважливіших понять, що дозволяє не лише пояснити дії людини, але й зрозуміти її внутрішній світ, наблизитися до розгадки індивідуального та колективного цілепокладання. Духовні цінності являють собою багаторівневу систему, яка забезпечує фундамент соціальних відносин, а також дій та поступків людей.
Ключові слова: цінності, ціннісні орієнтації, культура, інноваційна діяльність, цілепокладання.

Понятие ценности является одним из важнейших понятий, что позволяет не только объяснить действия человека, но и понять его внутренний мир, приблизиться к разгадке индивидуального и коллективного целеполагания. Духовные ценности представляют собой многоуровневую систему, которая обеспечивает фундамент социальных отношений, а также действий и поступков людей.
Ключевые слова: ценности, ценностные ориентации, культура, инновационная деятельность, целеполагания.

The concept of value is one of the most important concepts that can not only explain human actions, but to understand its inner world, closer to solving individual and collective goal-setting. Spiritual values are tiered system that provides the foundation of social relations, as well as actions and concessions people.
Keywords: values, values, culture, innovation, goal-setting.

Актуальність проблеми. Сучасний стан розвитку суспільства характеризується значними змінами як у соціально-економічній, так і культурно-освітній сферах життя України. У зв'язку з цим Державною національною програмою „Освіта (Україна XXI століття)" пріоритетними визнано гуманізацію та гуманітаризацію системи освіти, яка має сприяти вихованню й розвитку духовної культури молоді. Основні напрями розв'язання проблем освіти молоді в цілому та виховання, зокрема, накреслено в Національтній доктрині розвитку освіти України у XXI столітті, де задекларовано, що освіта України ґрунтується на культурно-історичних цінностях українського народу, його традиціях і духовності.

Формулювання цілей статті. Поняття цінності є одним із найважливіших понять, яке дозволяє не лише пояснити дії людини, але й зрозуміти її внутрішній світ, наблизитися до розгадки індивідуального та колективного цілепокладання. Головна складність класичної аксіології є у вирішенні питання про природу цінностей, співвідношення об'єктивного та суб'єктивного у цінностях. Сучасна філософія, соціальні та гуманітарні науки більшою мірою приділяють увагу механізмам формування цінностей, їх трансформації та впливу на вчинки людини. Особливо значущою проблема цінностей є в педагогіці, соціології та психології тому що саме цінності визначають напрямки та мотиви людської діяльності.

Виклад основного матеріалу. Предмети та явища навколишнього світу мають цілий ряд об'єктивних характеристик, котрі є певною основою для їх оцінки. Будучи внесеними в індивідуальну та колективну діяльність, предмети вступають у певні відносини з людьми, або заважають реалізації їх інтересів, або допомагають їм. Це неминуче несе за собою суб'єктивну компоненту, яка є в оцінці.

Світ людини - це сукупність речей, подій та явищ, котрі вона виділяє із зовнішнього світу, набір значень та понять, на які вона звертає увагу. Таким чином, цінності можна визначити як те, що є важливим та дорогим для того, хто робить їх оцінку. І тут виникає неминуча спокуса вважати цінності чимось суб'єктивним, залежним від вільного вибору.

Співвідношення об'єктивного та суб'єктивного як особлива проблема змінюється в рамках діяльнісного підходу, що дозволяє розглядати систему цінностей як результат міжіндивідуального цілепокладання, який здійснюється за законами соціокультурної еволюції. Оцінка предметів та явищ навколишньої дійсності здійснюється з метою встановлення їх значимості для людини, тобто їх відповідності персональним та колективним потребам.

Можна сказати, що в цінностях переважає момент об'єктивного, тоді як в оцінці - суб'єктивного. Оцінювання, або суб'єктивне встановлення цінності, є складний процес, в ході якого відбувається включення речей та явищ зовнішнього світу у символічний універсум людини. На певному етапі історичного розвитку з'являються духовні цінності, котрі відіграють не менш важливу роль у житті суспільства, ніж вихідні матеріальні цінності. Сучасна людина вимушена вибудовувати гармонійні співвідношення між цими двома видами цінностей.

Не слід забувати, що духовні цінності мають свою специфіку, тобто суттєво відрізняються від матеріальних або практичних. Розрізнення матеріальних та духовних цінностей не є єдиним, існують і інші засади для їх класифікації. Так, Р.Апресян [1] пропонує розрізняти цінності: а) за змістом (насолода, користь, слава, влада, добро, щастя та ін.); б) за знаком - позитивні та негативні - (слава - ганьба, користь - шкода та ін.) і таке інше. Однак розрізнення цінностей на духовні та практичні є фундаментальним. Справа в тому, практичні або матеріальні цінності - це не обов'язково матеріальні речі. Практичними називаються цінності, котрі відповідають меті виживання у вузькому та широкому значенні слова (їжа, дах над головою, організований побут та відпочинок). Духовні цінності - це мета, пов'язана із реалізацією людиною особистої природи та значення, набуттям життєвих понять або правди.

Ціннісні орієнтації складають не лише корисну для людини здатність орієнтуватися у світі, приймати корисні або ефективні рішення. Потреба у системі цінностей та ціннісних орієнтацій є невід'ємною рисою людської екзистенції.

Велика соціальна роль цінностей, або система цінностей, прийнятих суспільством та закріплених у культурі, формує інституціональні порядки, правила поведінки та соціальні норми. Поняття цінностей відіграє у концептуальному фундаменті сучасної соціології та соціальної філософії системотворчу роль, а аксіологія - наука про цінності - виділилась у самостійну галузь соціально-гуманітарно знання. Основоположником аксіології по праву вважається Й.Кант, який протиставив цінності буттю як належне - сущому. У своїй філософії він намагався подолати характерне для попередньої етики ототожнення буття та благ. Крім того, німецький філософ розробляв концептуальне протиставлення світу природи та світу моралі. Першому він приписував жорсткий детермінізм, тоді як іншому - вільне цілепокладання. Й.Кант відмічав, що цінності не володіють буттям, тому що вони є потребою або нормою.[2]

Зв'язок між поняттями норми і цінності досліджував Л.Дюмон. У своїй доповіді "Уявлення про цінності у сучасному та традиційному суспільствах" він відмічав: "Ми розділяємо науку, естетику та мораль. І природа нашої науки така, що саме її існування експліцирує (витягує) або скоріше імпліцирує (втягує) розподіл між істиною, з одного боку, красою та благом, з іншого, і зокрема, між побутовою та моральною цінністю, між тим, що є, і тим, що повинно бути"[3, с. 7].

У суспільстві діють різні види соціальних норм - моральні, правові, соціально-корпоративні, естетичні, релігійні та інші. Соціальні норми передбачають форми та засоби, за допомогою яких можуть бути реалізовані встановлені моделі порядку у міжіндивідуальній, груповій та міжгруповій взаємодії людей. Вони існують у вигляді правил, розпоряджень та заперечень. Історичний розвиток суспільства, незалежно від специфічних рис даної культури, повинен забезпечувати збереження одних та заміну інших соціальних норм в залежності від змін, що відбуваються у житті соціуму. Таким чином, у культурі

існують механізми, здатні продукувати, консервувати, репродукувати та трансформувати систему соціальних норм.

Важливу роль у системі соціальної регуляції з часу появи суспільства відігравали мораль та право. Саме вони виконували та продовжують виконувати роль головних регуляторів людських дій, підтримуючи структурний та інституційний устрій суспільного життя.

Як уже відмічалось, у сучасному суспільстві існує кілька видів соціальних норм: правові, естетичні, релігійні та корпоративні. Кожна з них, виконуючи схожі функції, зберігає свою специфіку, виступаючи в якості регулятора особливого роду. Так, релігійні розпорядження та заперечення передбачають віру у надприродну істоту. Надприродна істота, тобто Бог не лише їх джерело, але й головний їх захисник (надприродні покарання повинні доповнювати соціальні санкції по відношенню до порушника). Специфіка естетичних норм заключається в тому, що вони регулюють процедуру оцінки речей та поступків з точки зору їх краси (прекрасного у їх протиставленні до огидного). Образи прекрасного та огидного, які склалися у даній культурі, виступають нормативними регуляторами.

Особливе місце у ряду соціальних норм займають корпоративні норми, тобто норми, які приймаються суспільними об'єднаннями та які регулюють відношення між їх членами та учасниками. Як зазначає Н.Мєдвєдєв, з середини XIX століття на головну парадигму мислення все більший вплив має політика, послаблюючи провідну роль науки та наукової об'єктивності. "Однією з визначних рис політики. у порівнянні з наукою, є значно більша суб'єктивізація цінностей, підвищення їх корпоративного характеру. Цінності класу, нації, суспільства стають домінуючими, об'єктивність, характерна для наукового мислення, поступається місцем колективній суб'єктивності, у жертву якої приноситься все, а нерідко і сама істина".[4, с.78]

Специфічна особливість моральних норм полягає в тому, що вони співвідносяться із внутрішньою позицією індивіда, будучи при цьому, зовнішнім розпорядженням. Включаючи у себе окремі уявлення про добро і зло, обов'язок і совість, доброчесність і розпусту, справедливість і честь, моральні норми проходять через самосвідомість індивіда, піддаються напруженому переживанню. Моральні норми найбільш розмиті у сучасному модернізованому суспільстві. Однак вони не є лише суб'єктивними. В оцінюваних явищах присутній як особистісний момент (внутрішня воля індивіда і самостійна мотивація ним правил моральної поведінки та моральних оцінок), так і об'єктивний, позаособистісний момент (моральні цінності, форми та норми людських стосунків, які склалися у даній культурі, соціальній групі, суспільстві). Таким чином, мораль можна розглядати як внутрішній саморегулятор поведінки, тоді як моральні норми виступають у якості зовнішніх регуляторів.

Існування соціальних норм передбачає соціальні санкції, котрі і роблять можливим соціальний контроль, втілюючи в життя уніфіковану систему цінностей.

Повертаючись до питання про духовні цінності, слід відмітити, що вони пов'язані, насамперед, з реалізацією особистості, тобто з людською екзистенцією. Духовні цінності являють собою ієрархію, тобто складну та багаторівневу систему, що забезпечує фундамент соціальних відносин, а також дій та поступків людей. Специфіка духовних цінностей заключається в тому, що вони проявляються у ситуації вільного та особистісного вибору. До числа духовних цінностей слід, насамперед, віднести загальні моральні поняття, такі як добро, обов'язок, совість, воля, добропорядність та щастя. До них же слід віднести такі поняття як істина та краса, тому що набуваючи морального змісту, вони, відповідно, долають кордони естетики та гносеології.

Суть та зміст духовних цінностей визначають феномен духовно-морального ідеалізму. У сучасній аксіології духовно-моральним ідеалізмом називають віру в існування вічних та непорушних цінностей, абсолютних за своїм значенням для людини. Сукупність таких цінностей складає ідеал, котрий є найбільш абстрагованим та універсальним уявленням. Як відмічають дослідники, неможливість сформулювати імперативний зміст ідеалу на

конкретних прикладах робить духовно-моральний ідеалізм дуже обмеженим у процесі духовного виховання та морального удосконалення особистості.[1,4]

Поняття ідеалу розкриває нам, як у певній культурі реалізується узагальнений образ добра. Іншими словами, добро постає як абсолютна цінність, котра визначається лише у парі з абсолютною антицінністю - злом. У соціальній теорії добро та зло можна визначити як дії, свідомо співвіднесені з деякими нормативними стандартами, тобто з ідеалом та його протилежністю. Удаючись до просторового образу, можна визначити добрий поступок як наближення до ідеалу, а злий (не добрий) як віддалення від нього.

Історія цивілізації свідчить про те, що у різних суспільствах та в різні епохи система духовних цінностей і, насамперед, духовно-моральний ідеал суттєво відрізнялись один від одного. Виходячи з цього, можна зробити висновок про відносність духовних цінностей та морального ідеалу. Однак їх відносність не можна абсолютизувати. Саме така позиція морального релятивізму, неспроможність якої переконливо доведена теоретиками.

Як відмічають В.Стьопін, А.Гусейнов, В.Межуєв, В.Толстих, за так званим різноманіттям ідеалів та цінностей, що відкривається при порівнянні історичних епох та різних цивілізацій, ховаються загальнолюдські цінності, універсалізм котрих безпосередньо витікає із універсальної природи людської особистості. Виступаючи проти традиційної для радянського суспільствознавства доктрини пріоритету класових цінностей, ці філософи підкреслили зв'язок загальнолюдських цінностей та "всесвітності історії". "Небезпека всезагальної смерті та страх перед нею може бути переможеним лише прагенням до нового життя. Як би не визначали головні параметри цього життя, в його основу повинні бути закладені цінності, близькі та зрозумілі кожній людині, незалежно від її статусу у суспільстві. Відкриття такого роду загальнолюдських цінностей і складає головне завдання сучасної культури, зміст того, що можна було б назвати новою духовністю - більш універсальною, ніж всі попередні форми".[5]

Таким чином, головною відмінною рисою духовних цінностей слід визнати їх універсалізм. А головним антиподом - пріоритети та стандарти, котрі показують намагання роз'єднати людей на етнічній, расовій, релігійній або класовій основі. При цьому не слід забувати, що роз'єднуючий фундамент у вигляді ціннісної диференціації - природній наслідок культурного різноманіття. Та чи є природнім саме роз'єднання в умовах глобалізації та формування єдиного людства?

Кожна культура створює певний порядок за допомогою понять, відносин, норм, цілей та цінностей. У даний порядок є включеними і природа, і кожна людина, і суспільство в цілому. Якщо слідувати концепції У.Гуденау [6], існує чотири головних елемента культури: поняття, відносини, цінності та правила.

Поняття (концепти). Їх сукупність визначає мову, якою говорять представники даної культури. За допомогою понять людина упорядковує свій досвід, здійснює обмін ідеями та інформацією.

Відносини. Якщо за допомогою понять ми можемо виділити ті чи інші частини світу, то за допомогою системи відносин ми встановлюємо, як ці частини пов'язані між собою (в просторі, часі і за значенням).

Цінності. Цінності - це загальноприйняті переконання відносно мети, до якої людина повинна прямувати. Вони лежать в основі звичаїв та моральний норм, прийнятих у даному суспільстві.

Правила. Правила регулюють поведінку людини у відповідності з цінностями даної культури. Правила представляють собою розпорядження та норми дії, співвідносяться з цінностями як засоби з метою.

Цей підхід, зроблений в рамках соціологічної точки зору, дає змогу показати, наскільки органічно пов'язані між собою духовні та практичні (матеріальні) цінності. Тому, говорячи про специфіку духовних цінностей, необхідно пам'ятати про те, що вони не існують окремо від практичних, а їх зміна також неминуче пов'язана із зміною всього культурного світу. Наприклад, принципи справедливості, що складають важливу частину духовних цінностей,

завжди детерміновані поняттями та відносинами, котрі дозволяють виразити соціальний порядок, а також уявленнями про природу людини, добро та зло. Настільки ж залежні від картини світу та мови розуміння любові, уявлення про щастя, обов'язок та совість.

Як відмічає А.Агамов [7], однією із цінностей найбільш значимих для молоді є воля. Воля є невід'ємною умовою становлення особистості. Небажання ставати особистістю, "втеча від волі", як би по-різному не пояснювали цей феномен соціологи, педагоги, психологи та філософи, пов'язане, насамперед, із відмовою від духовних цінностей та моральних орієнтирів. Але й поняття волі є багатозначним, що перешкоджає виявленню та опису всієї системи духовних цінностей.

Потреба у волі, як і потреба у інших духовних цінностях, стрімко виросла за останнє століття. Це пов'язано з радикальним перетворенням сучасного суспільства, яке посилило почуття самотності. Як відмічав Е.Фромм у своїй класичній праці "Втеча від волі", процес індивідуалізації людини породжує два аспекти: позитивний та негативний. Позитивний аспект заключається у розвитку особистості, а негативний - у зростаючій самотності людини.

Подолати негативні наслідки, тобто звільнитися від самотності можна двома способами. Перший шлях Е.Фромм оцінює як непридатний з моральної точки зору. Мова тут іде про підкорення та про відмову від особистої індивідуальності. Непридатність даного шляху пов'язана з тим, що людина платить за відчуття безпеки повноцінністю своєї особистості.

Втеча від волі завжди обертається для людини новою неволею, особистісним та емоційним надломом, агресивністю та недоступністю щастя. "Інший шлях, - пише Е.Фромм, - єдиний продуктивний, який не приводить до невирішених конфліктів, - це шлях спонтанних зв'язків з людьми та природою, тобто таких зв'язків, котрі поєднують людину зі світом, не знищуючи його індивідуальність. Такі зв'язки, найвищим проявом яких є любов та творча праця, закладені у силі цілісної особистості і тому не обмежують розвиток особистості, а сприяють цьому розвитку до максимуму".[8]

Таким чином, педагогічні, психологічні, соціологічні та філософські дослідження проблем духовного життя повинні спиратися на дані опитувань, в яких би містилась інформація про думки та уявлення людей, а також дані, котрі дають змогу за діями людей робити висновок про їх наміри і, потім, будувати картину духовних цінностей сучасної молоді у динамічному вимірі.

У класичній соціології поняття цінності розглядається М.Вебером у його концепції соціальної дії. Як відомо, М.Вебер розрізняє чотири види соціальної дії. Основою для типологізації тут виступає мотивація людської активності. У залежності від мотиву, можна, стверджує основоположник "розуміючої соціології", виділити цілераціональні, ціннісно-раціональні, афективні та традиційні дії.

М.Вебер зазначає, що ціннісно-раціональна орієнтація дії відрізняється від афективної поведінки свідомим визначенням своєї спрямованості та орієнтацією на неї, яка послідовно планується. Лише ціннісно-раціонально діє той, хто, не дивлячись на можливі наслідки, слідує своїм переконанням про обов'язок, гідність, красу, релігійні переконання ...[9]

Далі М.Вебер відмічає, що з цілераціональної позиції ціннісна орієнтація завжди ірраціональна, тому що не здатна раціонально обґрунтувати свою мету. Таким чином, цінність можна визначити як ірраціональну мету, котра формується у процесі інкультурації та соціалізації. Розвиток особистості, її ціннісних орієнтацій відбувається під впливом суспільства, сім'ї, друзів, проте у системі суспільства реалізація цих завдань є важливою складковою навчально-виховного процесу.

Таким чином, можна зробити висновок про те, що соціокультурні зміни, які супроводжують процеси державотворення в Україні, актуалізують не лише потребу гуманізації стосунків в оновлюваному суспільстві, але й гостро висвітлюють проблему морально-духовного становлення молоді. Пошуки ефективних напрямів виховання та освіти юнацтва зумовлюють розвиток таких педагогічних систем і технологій, які б сприяли вирішенню проблем аксіологічного характеру.

Висновки. У сьогоднішніх умовах становлення та розвитку в Україні нових соціальних відносин закономірним є розгляд в числі пріоритетних проблем включення молодого покоління в економічні, політичні, соціальні, духовні перетворення. По-перше, процес інноваційної діяльності молоді у сучасному суспільстві поки не знайшов глибокого та всебічного вивчення і обговорення у науковій літературі. По-друге, дослідження змісту, структури, форми, прояву інноваційної діяльності в молодіжному середовищі дозволяє повніше та конкретніше представити пріоритетні напрями соціально-економічного та соціокультурного розвитку нового покоління молодих українців у період глобальної перебудови суспільства. По-третє, суспільства, які реформуються та готуються до нових стартових можливостей, спираються, головним чином. на співробітництво з молоддю та організують і використовують свої життєві ресурси, порушуючи статистичний хід соціального розвитку.

Від вивчення поставленої проблеми залежить організація ефективної державної молодіжної політики, яка сприяє цілеспрямованій підготовці молоді до оволодіння нормами цивілізованого демократичного, високорозвиненого в культурному відношенні суспільства та оптимізації їх включення в соціальні відносини, які характерні всьому суспільству.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Апресян Р.Г., Гусейнов А.А. Этика: Учебник. – М.: Гардарика, 1998. – С.229.
2. Гайденко П.П. Принцип всеобщего опосредования в неокантианстве марбургской школы// Кант и кантианцы. – М.: Наука, 1978. – С.210.
3. Дюмон Л. Эссе об индивидуализме. – Дубна: Феникс, 1997. – С.250.
4. Медведев Н.П. Переоценка ценностей как социальный феномен. – Ставрополь: Изд-во СГУ, 2005. – С.61.
5. Степин В.С., Гусейнов А.А., Межуев В.М., Толстых В.И. От классовых приоритетов к общечеловеческим ценностям / Квинтэссенция: Филос. альманах, 1991. – М.: Политиздат, 1992. – С.34-35.
6. Смелзер Н. Социология. – М.: Прогресс, 2003. – С.117.
7. Агамов А.А., Шабалдас А.Е. Свобода личности как социальный феномен. – Ставрополь: 1997. – С.80-85.
8. Фромм Э. Бегство от свободы. – М.: Прогресс, 1989. – С.35.
9. Вебер М. Избранные произведения. – М.: Прогресс, 1990. – С.628-629.

Рецензент: д.пед.н., проф. Маслов В.С.

УДК 376.54.(73)
к.пед.н. **Бабенко І.Є.** (ГДПІІМ)

АНАЛІЗ ПЕДАГОГІЧНОЇ ПІДТРИМКИ ОБДАРОВАНИХ ДІТЕЙ У США

У статті подається аналіз педагогічної підтримки, її мети та форми. Автором наведені етапи становлення та розвитку системі навчання обдарованих дітей у США, проаналізовано державні документи та офіційні дані.
Ключові слова: етапи становлення, обдарованість, система освіти, педагогічна підтримка, стратегії навчання

В статье представляется анализ педагогической поддержки, ее цели и формы. Автором приведены этапы становления и развития системы обучения одаренных детей в США, проанализировано государственные документы и официальные данные.
Ключевые слова: этапы становления, одаренность, система образования, педагогическая поддержка, стратегии обучения

The paper gives the analysis of pedagogical support, its goals and forms. The author lay out the milestones of the establishment and the development of gifted children's system of education in the USA, gives the analysis of the state documentation and official data.
Keywords: the milestones of the establishment, giftedness, the educational system, the pedagogical support, the strategies of education

Постановка проблеми у загальному вигляд та її зв'язок з важливими науковими чи практичними завданнями. Сучасне суспільство приділяє значну увагу унікальним здібностям людини. Освіта та виховання людей з такими здібностями може вирішити подальші проблеми суспільства та забезпечити інтенсивний розвиток науково-технічного прогресу й культури.

Проблема навчання та виховання обдарованих дітей набула особливої важливості в другій половині минулого століття. Це було зумовлено політичним, технічним, економічним, культурним та соціальним розвитком, що сприяли зміні поглядів на підхід до проблеми навчання обдарованих дітей. Як швидко змінюється світ, так швидко й змінюються умови та вимоги до навчання обдарованих дітей, оскільки темп розвитку світу напряму залежить від інтелектуальних і творчих здібностей людей. Це й сприяє активному розвитку людини, її підготовки до майбутнього.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Мета цієї статті – проаналізувати педагогічну підтримку обдарованих дітей, основні етапи становлення, її цілі та форми.

У контексті досліджуваної проблеми **актуальність статті** полягає у розгляді процесу надання педагогічної підтримки обдарованим дітям США, з огляду на доцільність використання позитивних аспектів іноземного досвіду у цій сфері в Україні. Запозичення американського досвіду сприятиме вдосконаленню української ситеми надання соціально – педагогічної підтримки обдарованим учням.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Науковці й педагоги, які займаються розробкою спеціальної освіти, підтримують та розробляють програми для обдарованих та талановитих дітей, ураховуючи концепцію спеціальних потреб дітей з надзвичайними здібностями. Такі програми відображають і пізнавальні, і соціальні потреби обдарованих та талановитих дітей.

Кожен навчальний план, програма повинні повністю задовольняти потреби обдарованих дітей. Певні навчальні плани та інструкції повинні створити відповідні умови, що будуть сприяти розвитку здібностей обдарованих дітей.

В американській системі освіти сформувалось розуміння необхідності застосовувати нові програми, що містять: свободу інтересів; відмінності від базового навчального плану; можливість розпоряджатися вільним часом; можливість співпрацювати з іншими людьми; позашкільні ресурси. Такі види програм охоплюють усю освітню структуру, а також процес навчання, спрямований на розвиток обдарованих та талановитих дітей у звичайних умовах або при використанні спеціальних ситуацій.

Від початку досліджень питання надання спеціальної освіти обдарованим учням до перебудови системи освіти в США минуло багато років. Науковці накопичили значний практичний досвід у тестуванні для виявлення обдарованих дітей, у розробці методики навчання та створенні спеціальних навчальних програм. До цього були залучені Міністерство освіти та науки США, багато університетів та коледжів, місцеві органи освіти, суспільні організації. У країні робота з обдарованими дітьми проводиться вже протягом кількох десятиліть, затверджуються різні види програм для обдарованих учнів, побудовано систему допомоги та захисту інтересів обдарованих дітей.

Уже на початку XIX століття система пошуку та навчання обдарованих дітей у США розвивалась під впливом державної освітньої політики. Виник інтерес до цієї проблеми, але найбільшу увагу почали приділяти цій проблемі в другій половині минулого століття. Після війни американці спрямували фінансування у сферу освіти, що сприяло стрімкому розвитку проблеми навчання обдарованих дітей. Федеральний уряд США у своїй доповіді вказав на те, що „прогрес США як сучасної держави, його економічна, воєнна міць тощо знаходяться в прямій залежності перш за все від тієї частини нації, якапрацює переважно головою, а не руками” [4]. Таким чином, уряд підкреслив значущість розумових здібностей людини та важливість вчасно їх виявити та розвити.

На сучасному етапі в США реалізуються проекти та ініціативи (Державні школи Вашингтона для XXI століття, Коаліція обов’язкових шкіл Теодора Сафзера, програма розвитку шкіл Джеймса Коумера та ін.).

Учена Н. Поморцева виділяє такі **етапи**, що були важливими у формуванні системи навчання для цієї категорії дітей:

1. Перший етап – 50 – 60-ті рр. На цьому етапі відбулася конференція Національної асоціації з проблем освіти, яка була присвячена проблемі обдарованих та талановитих дітей у сучасному світі. Конференція зазначала, що існує велика кількість підходів до виявлення та обліку обдарованості, але в той самий час наголошувалося, що кількість школярів, які зможуть вчитися за такими програмами, обмежена.

2. Другий етап – 70 – 80-ті рр. Проблема обдарованості вивчається вже не тільки на рівні психології, але й у сфері освіти. Саме на цьому етапі виникає багатозначність терміну „обдарованість” та багатоаспектність проблеми цілісного підходу до сфери здібностей.

3. Третій етап – середина 80-х рр. і нині. Серед безлічі теорій і практик цей етап спрямовано на пошук талановитих та обдарованих дітей поміж представників різних етнічних груп. Таким чином, стверджується той факт, що будь-яка дитина може бути обдарованою, незважаючи на її успіхи, расову, класову приналежність. Навіть дитина, яка відстає від своїх однолітків, може бути обдарованою. Головним завданням стає відкриття особистості дитини, відкриття її внутрішнього „Я”. Такий стрімкий розвиток системи навчання обдарованих дітей у США пов’язаний з певними соціальними, політичними та економічними сферами американського суспільства [3]. Отже, розглянувши більш детально питання розвитку системи навчання для обдарованих дітей у США, перейдемо до самих програм для обдарованих та талановитих дітей.

Навчальна програма для обдарованих дітей у США розробляється *спеціальним комітетом* при навчальному закладі. Спеціально розроблені навчальні програми розвивають творче мислення учнів, їхню здібність до вирішення проблем, здатність досліджувати, розвивають навички самостійної роботи, стимулюють появу нових ідей. Програма може бути розглянута як нова, відмінна від базової навчальної програми, та яка буде реалізована за відповідної модифікації: змісту, процесу й середовища навчання [1].

Існують різні *стратегії навчання* обдарованих дітей, що були виділені деякими дослідниками (К. Вестберг, Ф. Арчамболт, С. Добінз, Т. Салвін). Вони можуть бути кваліфіковані таким чином:

1. Прискорене формування базових навичок завдяки реорганізації навчальної програми відповідно до більш високого рівня знань і розвитку обдарованих дітей („*прискорення*”).

2. Залучення учнів до активної навчальної діяльності з розробки та вирішення проблем і до дослідницької роботи („*збагачення*”).

3. Надання учням можливості налагоджувати зв’язки під час навчання, шляхом концентрації на ключових питаннях, ідеях та темах („*міждисциплінарне навчання*”).

4. Захоплення спортом, комп’ютерними іграми, шахами, музикою, танцями, іноземними мовами, мистецтвом, що дає додатковий розвиток здібностей у позашкільний час (*хобі*).

5. Стискання шкільного матеріалу за рахунок відмови від повторення вправ, що зменшує ризик появи нудьги в обдарованого учня під час уроку („*стискання*”).

6. Надання можливості обдарованому учневі самостійно вибирати швидкість вивчення матеріалу (напр. метод Монтессорі).

7. Часткове навчання обдарованих учнів у класах для обдарованих дітей (напр., з окремих дисциплін), коли основний час учень навчається у звичайному класі („*self-pacing*”).

8. Часткова зайнятість обдарованих учнів у літніх таборах для обдарованих дітей (напр., такі програми, як CTY та CTYI).

9. Навчання обдарованих учнів у окремих класах за спеціальним навчальним планом. Такі класи іноді називаються „*збірні класи для обдарованих*” („Congregated Gifted Classes”) [5; 6; 7; 8].

Існують різноманітні *методи навчання*, які застосовуються за спеціальними навчальними програмами, що забезпечують потреби обдарованих учнів.

„*Бендінг”* (banding – поділення на „смуги”) – базується на розподілі учнів певної вікової групи залежно від рівня інтелекту на три широкі „смуги”.

„*Стримінг”* (streaming – поділення на „потоки”) – метод групування дітей за здібностями, що починає застосовуватись у середній школі на другому, третьому році навчання.

„*Сетинг*” (setting – поділення на „сети”, групи) побудований на групуванні учнів протягом навчання на основі успішності з окремих дисциплін. Один і той же учень може бути на першому етапі з англійської мови та на останньому з математики. Уважається, що цей вид має переваги, оскільки: заняття з однорідним класом дозволяє вчителю визначити зміст, форми та методи навчання згідно з рівнем здібностей учнів, визначитись зі ступенем складності навчального матеріалу.

У сучасних програмах для обдарованих дітей головне місце займає дослідницька діяльність. Комітет з навчальних програм провідного Інституту Навчання в США розробив сім принципів диференціації навчального плану, що відображають особливості роботи з обдарованими учнями:

1. Зміст навчальної програми повинен мати ретельно відібране, комплексне та глибоке вивчення основних ідей, проблем і тем.

2. Навчальна програма для обдарованих учнів повинна використовувати продуктивне мислення, щоб надати учням можливість переосмислити ті знання, які вже є, та генерувати нові.

3. Навчальна програма для обдарованих учнів повинна давати їм можливість відстежувати потік інформації, що постійно змінюється.

4. Програма повинна сприяти підбору та використанню відповідних ресурсів (літератури) для навчання.

5. Програма повинна сприяти самокеруванню навчальним процесом з боку учнів та сприяти їхній самоосвіті.

6. Програма повинна відображати розуміння свого внутрішнього світу дитини, а також природи міжособистісних та соціальних стосунків, значущості охорони та захисту природи, культурних цінностей.

7. Оцінка навчальної програми для обдарованих дітей повинна проводитись відповідно до вже встановлених принципів, ураховувати більш високий рівень мислення, здатність до творчості під час виконання завдань [9].

Окрім методів навчання обдарованих дітей, існує кілька форм навчання, такі як групи „змішаних здібностей", де використовуються різноманітні методи індивідуального навчання, а також робота в групі вчителів. Тут широко використовується план індивідуалізованого навчання з математики „SMILE" (Secondary mathematics Individualized Learning Experiment). Ця програма дає можливість учневі досягти максимального прогресу відповідно до його темпу та надає вчителеві більше можливостей керування навчанням обдарованих учнів. Вона використовується в багатьох штатах більше 20 років.

У деяких американських школах використовується така форма навчання, як „подвійний план" (dual progress plan), який поділяє навчальні предмети елементарної школи на дві групи: „першої необхідності" та „елективні". Після 3 класу учні навчаються першу половину дня з одним учителем, вивчаючи предмети першої групи – мову, суспільствознавство, фізичну культуру. Протягом другої вивчаються елективні предмети – математику, іноземну мову, природознавство, мистецтво, музику. Кожен учень займається за індивідуальною програмою [2].

Міністерство освіти вимагає та санкціонує кожен місцевий орган освіти на розвиток програм для обдарованих учнів середньої школи. Відповідні моделі для обдарованої освіти подано в Нормах освіти для обдарованих учнів [10]. Але остаточне рішення щодо програми приймається на місцевому рівні. Батьки та обдаровані учні можуть дізнатись про спеціальні програми в координатора місцевого відділу освіти.

Поряд з програмами для навчання інтелектуально, творчо та академічно обдарованих дітей існують ще програми для розвитку здібностей спортивно обдарованих учнів. Такі програми є частиною урядової стратегії, що створена для покращення освіти для обдарованих і талановитих учнів. Метою таких програм є покращення рівня навчання, роботи наставників та освіти для обдарованих спортсменів задля того, щоб підвищити їх прагнення й удосконалювати їх здібності, мотивацію та самоповагу. Це спонукає більш талановитих спортсменів до участі в спортивних клубах. Завдяки цим програмам більше ніж 10 % учнів у початковій та середній школах отримують необхідну для них підтримку.

Висновки. На сучасному етапі для координації зусиль з розробки спеціальних програм для обдарованих дітей створено Всесвітню та Загальноєвропейську ради з обдарованих і талановитих дітей. Престижні навчальні заклади та наукові центри активно беруть участь у наукових дослідженнях, у розробці та організації програм з навчання обдарованих дітей, а великі промислові компанії займаються їхнім фінансовим забезпеченням.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Бабенко І.Є. Проблема виховання та навчання обдарованих дітей в періодичному друку США (останнє десятиліття XX ст. – поч. XXI ст.) / І.Є. Бабенко // Педагогіка і психологія формування творчої особистості: проблеми і пошуки: зб. наук. пр. / редкол.: Т.І. Сущенко та ін. – К.–Запоріжжя, 2005. – Вип. 34. – С. 343 – 347.

2. Бабенко І.Є. Спеціальна освіта для обдарованих учнів США / І.Є. Бабенко // Творчий розвиток особистості на основі її духовності: зб. наук. пр. / редкол.: Г.П. Шевченко та ін. – Луганськ–Донецьк, 2006. – С. 28 – 32.

3. Коваль Л.Г. Соціально-педагогічна підтримка обдарованих дітей / Л.Г. Коваль, І.Д. Звєрєва // Обдарована дитина. – 1998. – № 5 – 6. – С. 3 – 9.

4. Fleming E.S. The multidimensionality of talent in adolescent young women / E. S. Fleming, C.L. Hollinger // Journal for the education of the gifted – 1981. – N 4. – P.188 – 198.

5. Foster W. Leadership: A conceptual framework for recognizing and educating / W. Foster // Gifted Child Quarterly – 1981. – N 25. – P. 17 – 25.

6. Fox L.H. Learning disabled / gifted children: identification and programming. / L. H. Fox, L. Brody, D. Tobin. – Baltimore : Allyn and Bacon, 1983. – P. 110 – 114.
7. Freeman J. Gifted Children Grown Up./ J. Freeman – United Kingdom : David Fulton Publishers Ltd, 2001. – 248 p.
8. Gagne F. Gagne's differentiated model of giftedness and talent (DMGT) / F. Gagne // Journal for the Education of the Gifted. – 1999. – N 22. – P. 230 – 234.
9. Gardner H. Creating minds: An anatomy of creativity seen through the lives of Freud, Einstein, Picasso, Stravinsky, Eliot, Graham and Gandhi / H. Gardner. – New York : BasicBooks, 1993. – 464 p.
10. Johnsen S. K. Screening assessment for gifted elementary students / S.K. Johnsen, A.L. Corn. – 2nd ed. – Austin, TX : PRO – ED. – 2001. – P. 17 – 25.

Рецензент: д.пед.н., проф. Марушкевич А.А.

УДК 371.035.6 (09) (477.8) к.пед.н., доц. **Дудник Н.З.** (ДДПУ ім. Івана Франка)

СУСПІЛЬНА ЗНАЧИМІСТЬ ПЕДАГОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

У статті розглянуто вагомість педагогічної фаховості у вихованні молодого покоління. Актуалізовано проблему морального становлення педагога як наставника молоді. Виокремлено проблему кризових явищ в освіті щодо суспільної значущості педагогічної діяльності.

Ключові слова: педагогічна діяльність, професійна відповідальність, педагогічна культура.

В статье рассмотрено весомоть педагогического профессионализма в воспитании молодого поколения. Актуализировано проблему морального становления педагога как наставника молодежи. Выделено проблему кризисных явлений в образовании по общественной значимости педагогической деятельности.

Ключевые слова: педагогическая деятельность, профессиональная ответственность, педагогическая культура.

The article deals with the significance of pedagogical professionalism in educating the younger generation. It's intensified the problem of moral formation of the teacher as a mentor of youth. It's singled out the problem of the crisis in education on the social importance of educational activities.

Keywords: pedagogical activity, professional liability, pedagogical culture.

Постановка проблеми. Ринкова орієнтація є однією з важливих вимог щодо сучасного педагога. Оскільки знання як товар з плином часу і прискореним розвитком прогресу швидко знецінюються, а їх носій – педагог – є найбільш незахищеним соціально, то це призвело до втрати значущості даної професії. Ця тенденція руйнує "Я" педагога, спонукає до відчуття втрати актуальності в суспільному житті, породжує байдужість і відчуженість. Це явище саме по собі надзвичайно руйнівне і небезпечне не лише для сьогодення, але і для майбутнього. Домінування прагматизму у суспільному прогресі призводить до виникнення кризи – нівелювання моральних цінностей, гуманізму. Викладене вище свідчить, що нині визріла нагальна потреба пошуку й утвердження нових способів життя, які б відповідали справді людським цілям, гуманістичному мисленню, продуктивним орієнтаціям особистості, однією з яких є спрямування на спільну діяльність суб'єктів навчальної взаємодії, оновленню засобів, методів розвитку та вдосконалення педагогічної діяльності.

Аналіз останніх досліджень. Демократизм стосунків виховника і вихованця був характерним для української виховної традиції. Виховання людини, як стверджував Г. Сковорода, повинно ґрунтуватися на засадах природовідповідності. Виховник і лікар – це служителі природи, її помічники, – так уважав Г. Сковорода. Ці погляди близькі світогляду Ж.-Ж. Руссо, хоча, на відміну від нього, Г. Сковорода визнавав потребу більш активної участі виховника як наставника у суспільному житті. Загальноприйнято вважати, що виховник повинен володіти цілісним і сильним характером – як для того, щоб надійно виконувати свою місію, так і для того, щоб слугувати взірцем для вихованців. "Тільки особистість може діяти на розвиток і визначення особистості, тільки характером можна формувати характер. Причини такого морального магнетизування приховані глибоко в природі людини" [11].

Цілеспрямованість, наполегливість, розум, глибока моральність дають... характерність. Характер випромінює вимогливість до себе і до інших, оптимізм, подвижництво, жертовність, почуття гумору тощо. Чинником виховання може слугувати лише людина вихована. І йдеться не про те, що вона знає і ким вона є, а про те, якою духовною і моральною культурою володіє.

Проблемам підготовки сучасного педагога до професійної діяльності присвячені праці відомих українських вчених: І.Зязюн "Педагогічна майстерність" (2008)[4], І.Підласий "Практична педагогіка або три технології" (2004), О.Вишневський "Теоретичні основи педагогіки" (2008)[2], Г.Васянович "Педагогічна етика" (2005)[1], І.Дичківська "Інноваційні

педагогічні технології" (2004)[3], П.Щербань "Навчально-педагогічні ігри" (2004), О.Дубасенюк "Педагогічний практикум" (2007) та ін.

Гуманістичні відносини в системі "викладач – студент", "студент –викладач" утверджуються саме за умов спільної діяльності суб'єктів, творчого співробітництва. Щоб досягти позитивних результатів у відносинах співробітництва, наголошує П.Мовчан, повинні бути відпрацьовані такі компоненти педагогічної діяльності:

– вміння створювати атмосферу взаємного довір'я, взаємної допомоги і доброзичливості, високої взаємної вимогливості, всебічної турботи один про одного та зберігати її протягом усього процесу виховання, праці, громадської діяльності (причому непомітно для вихованців);

– формування спільних цілей, інтересів, які б доповнювали власні й приносили б "завтрашню" радість кожному (як це розумів А. С. Макаренко);

– вміння розробити й перевірити взаємоприйнятну технологію спільної та самостійної діяльності, яка б включала взаємну регуляцію, самоконтроль і контроль у системі співуправління колективом, враховуючи й розподіл обов'язків, взаємні зобов'язання, виконання індивідуальних і групових робіт;

– володіння високою культурою пізнавальної діяльності та поведінки студентів в умовах творчої самостійності кожного;

– вміння розробляти систему управління та самоуправління разом зі студентами;

– розробляти і реалізовувати систему виховання і розвитку особистості та колективу в зоні близької та перспективної діяльності, яка б забезпечувала високу культуру діяльності й поведінки кожного[7]. Зазначені вимоги є водночас і критеріями педагогічної майстерності сучасного викладача.

Зв'язок роботи з науковими планами, програмами, темами. Дослідження виконано у відповідності до наукової теми кафедри загальної педагогіки та дошкільної освіти Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка "Українська освіта в контексті трансформаційних суспільних процесів" (Державний реєстраційний номер 01084007644).

Формування цілей статті. Через аналіз проблем професійної майстерності розглянути аспекти формування моральної культури педагога, необхідність окреслення освітніх пріоритетів у сфері педагогічної взаємодії "педагог – студент".

Виклад основного матеріалу. Філософія освіти в етико-педагогічній думці представлена з позиції абстрактного гуманізму такими мислителями як Г. Тюро, Л. Толстой, К.Ушинський, Ж.-Ж.Руссо, С.Френе та ін., які стверджують, що мета не може виправдовувати аморальних засобів. У своєму моральному виборі, вчинках людина має застосовувати такі засоби, які були б і моральними, і доцільними, стверджували б лише "добро". Злу можна і слід протистояти, але не з допомогою насилля, адже "зло неможливо знищити злом", так само, як "вогнем погасити вогонь", стверджував Л. М. Толстой. Великий мислитель, письменник, педагог, на противагу єзуїтському гаслу "мета виправдовує засоби" сформулював інше кредо: "не поборюй зло насиллям". Такий девіз стверджує автономність засобів від цілей. Універсальним засобом досягнення гармонійності рівноваги цілей і засобів оголошується ненасильство (відповідно, абсолютним злом визнається насильство). Насильство в жодному з варіантів неможливо обґрунтувати з допомогою моральних аргументів. Насильство і мораль виключають одне одного за своїм визначенням.

Позиція ненасильства, взаємопов'язана з вільним вихованням, як відомо, обґрунтовувалася ще Ж.-Ж. Руссо. Згідно з його поглядами, вищим благом людини є не влада, а свобода. Вільна людина хоче лише того, що може і робить те, що їй потрібно. Із процесу виховання дітей слід вилучити не лише будь-яке реальне насильство, але навіть вживання слів "слухати", "напучувати", "повинність" і "обов'язок". Від цих слів один крок до застосування аморальних засобів виховання, а отже жорстокості й авторитаризму. Не слід забувати, писав Ж.-Ж. Руссо, що авторитарне виховання нищить природу дитини, робить її нещасливою, накладає на неї ланцюги рабства й покори. Дитина має відчувати свободу

власну й інших. Її життя має проходити не серед плачу, погроз, покарань, а серед веселощів, безтурботності. Педагог застерігає, що не може братися до виховання дитини той педагог, який не вміє вести її до того, до чого прагнуть природні закони вільного розвитку.

Ціла плеяда українських педагогів-гуманістів також дотримувалася думки, згідно з якою немає таких виховних цілей, заради яких можна було б застосовувати сумнівні в моральному аспекті засоби (І. Герасимович, І. Казанівський, П. Лисецький, Я. Чепіга, М. Чумарна, І. Ющишин, Я. Ярема та ін.).

П. Лисецький писав: "Драконівський спосіб утримання порядку в школі мусить зникнути з наших шкіл, бо ним доведено нарід до плазунства, зроблено його манекеном, нездібним до оборони свого індивідуального "Я" цьому руслі висловлювався й Я. Чепіга: свобода є єдино справжнім і методом, і засобом розвитку дитини, вона формує інтерес до знань. "Важливіше здобути інтерес до знання, ніж навчати примусово дитину. Ініціатива вчителя тут доцільна настільки, наскільки вона не затримує і не пригнічує її свободи. Нова школа має на меті задоволення і гармонію розвитку, а не деспотичне керування волею і почуттями дитини задля цілей, які чужі та не відповідають її природі й інтересам. Вільна душа дитини не може жити й розвиватися за основ, протилежних свободі, а тому нема в ній місця авторитетові педагога"[7].

Цікавою є позиції, обґрунтувана Г. Гегелем: мета не виправдовує, а визначає засоби. Філософ і педагог наголошував, що цілі та засоби є конкретно взаємоозумовленими, між ними існує діалектичний взаємозв'язок. До яких засобів викладач змушений вдаватися, залежить від того, яку мету він перед собою поставив. Звідси випливає вимога строгої послідовності у виборі засобів. І якщо найближча ціль може бути досягнута лише ціною, яка знижує моральний характер вищої цілі, то такий засіб досягнення повинен бути відкинутий як такий, що позбавлений доцільності. Більше того, для забезпечення морального характеру вибору необхідно не лише обґрунтування конкретної поточної цілі з цілі віддаленої та високої, але й із попередніх уже реалізованих цілей. Г. Васянович щодо співвідношення моральних цілей і засобів у педагогічній діяльності зазначає, моральним є той засіб, який є необхідним і достатнім для моральної цілі, який не суперечить більш високій і вищій меті, не змінює її морального характеру[1]. В цьому висновку злиті дві вимоги до засобів вибору – ефективність і моральна цінність; доцільність засобів виявляється взаємопов'язаною з їх моральною якістю.

У процесі педагогічної взаємодії студент активно розвиває потенційні можливості, актуалізує свою особистість; адекватно усвідомлює себе суб'єктом взаємодії, прагне співпрацювати з викладачем; встановлює з оточуючими доброзичливі особистісні взаємини; бере активну участь у процесі виховання, оволодіває досвідом, що сприяє гуманним відносинам; самостійно здійснює моральний вибір, приймає рішення і відповідає за свої вчинки, розвиває в гуманістичному напрямі свою мотиваційну сферу. За цих умов взаємодія як основна смислоутворююча одиниця спільної діяльності суб'єктів набуває певних особливостей. До її основних параметрів можна віднести: цілеспрямованість, суб'єктивність, відкритість, сталість, організованість, різновиди і форми виявлення взаємодії.

Здійснюючи навчально-виховний процес, педагог повинен вміти ставити такі цілі, які були б адекватними можливостям їх досягнення кожним конкретним учнем, студентом. Якщо цей аспект не враховується, то таку ціль важко назвати моральною, адже неможливість її виконання пригнічує студента або ж спонукає його до знаходження аморальних засобів (списування, обман). Неадекватна мета, що не відповідає здібностям, задаткам того, хто навчається, вбиває мотивацію учіння взагалі.

Деморалізує суб'єкта навчання і значна кількість нечітко визначених цілей. Часто-густо він несповна знає обсяг матеріалу, який слід вивчити, у якій послідовності тощо. Як правило, студенти низько оцінюють близькі педагогічні цілі, якщо вони сформульовані таким чином, що не дають можливості чітко побачити, який результат буде отримано. З іншого боку, викладач не лише визначає цілі, він також повинен враховувати цілі студента, впливати на формування сенсу прикінцевої мети на окремих етапах її конкретизації, здійснювати

порівняння результатів досягнення різних цілей в різноманітних видах діяльності. Важливо також враховувати ступінь прийняття цілей, передбачувати негативні впливи щодо їх реалізації, вміти долати конфліктність ситуації з допомогою морального вибору, моральних засобів.

Віддзеркалення тематично-змістового виміру моральної проблематики професійної діяльності педагога простежується у співвідношенні її мотивів і результатів. Кінцевий результат людської діяльності часто-густо не співпадає не лише з поставленою метою, а й з мотивом, який є її внутрішньою спонукою. Ця суперечність очевидна й по-різному розв'язується вченими. Одні обґрунтовують думку, згідно з якою визначальним в оцінці діяльності педагога виступає мотив певних соціально значимих функцій.

Теорія моральної доброти вимагає від педагога лише чистих намірів у його діяльності. Вона відкидає егоїстичні бажання, меркантильну дріб'язковість миттєвості, проекцію на зверхнє ставлення до вихованців, колег по співпраці. Вона утверджує віру в людину. Як слушно зазначав В.О. Сухомлинський, "найпотворніше, найзлосливісніше в нашій педагогічній справі – не вірити в людину. Там, де немає віри в людину, в добре начало в ній, будь-яка педагогічна система розсипається на порох. Без віри в добро, без творення добра... не може бути й мови ні про яку педагогіку... Виховувати – означає, насамперед, думати один про одного добре: учитель добре думає про свого вихованця, тоді й вихованець добре думає про свого вихователя"[9].

Отже, вчитель у своїй діяльності покликаний керуватися педагогікою добра, високими й благородними намірами, мотивами. Поняття "мотив" акумулює в собі всі особистісні значення діяльності. Відомий сучасний психолог О. М. Леонтьєв назвав три основні функції мотиву: спонукальну, пізнавальну і смислотворчу. Головну роль він відводить смислотворчій функції[6]. Суть її полягає в тому, що мотив символізує собою певну суб'єктивну значущість конкретної поведінки чи певної діяльності для індивіда, виявляє її особистісний сенс. У цьому розумінні К. Роджерс найважливішим мотивом життя людини визначав тенденцію самоактуалізації. Мова йде про те, що особистість учителя повинна не лише зберегти і розвинути себе, але й виявити найкращі свої якості. Вдосконалюючи внутрішній потенціал, педагог реалізує його у своїх вихованцях і в цьому вбачає сенс свого буття. Тенденція самоактуалізації передбачає активність життєвої позиції, підвищену напругу, постійний процес морального зростання.

Немає нічого гіршого, ніж учитель, що прийшов до думки, що він уже достатньо навчений і розвинутий, що йому ні до чого і нічому вже більше навчатися, що його завдання полягає в тому, аби навчати інших, але не себе. Характер такого мотиву неодмінно позначиться й на результаті. Практика свідчить: як правило, ті вчителі, які не вдосконалюють себе ні професійно, ні морально, не здатні розвивати учнів. Вони лише повідомляють завчені формули й знання, сповіщають мертвим, механічним способом те, що колись запам'ятали самі, доводять до відома те, що слід завчити. Внутрішньо оживити своє викладання вони не здатні; вони є вчителями за обов'язком, а не за душевним покликанням. Із цих учителів і утворюється гурт неприємних, апатичних особистостей, які самовдоволено вважають себе тими, хто все пізнав, освіченими, розвинутими, і відповідно виникає зневажливо ставляться до тих, хто менше знає. Вони вважають свої міркування завжди правильними, навіть безгрішними, безсоромно втручаються в чужі справи, а насправді є людьми обмеженими, малоосвіченими, лінивими.

У своїй діяльності такі педагоги переважно керуються принципами моралізаторства. У результаті постійного домінуючого впливу студент закривається для спілкування і взаєморозуміння, особистісний сенс діяльності вчителя спотворюється й губиться. Втрачає насамперед той, кого навчають, оскільки його зростання уповільнюється, гальмується. Таким чином, не спрацьовує спонукальна функція мотиву.

У моральному сенсі спонукальна функція мотиву набуває вартості лише тоді, коли осмислення вчителем ситуації відбувається через протиборство добра і зла, справедливості й несправедливості. Тут і виявляється пріоритет особистості у світі цінностей. Гуманістично

спрямована особистість обирає життєве кредо: утвердження добра, справедливості, честі. Саме гуманістичну спрямованість академік І. А. Зязюн вважає найголовнішою характеристикою педагогічної майстерності. "Гуманістична спрямованість – спрямованість на особистість іншої людини, утвердження словом і працею найвищих духовних цінностей, моральних норм поведінки й стосунків"[4].

Спрямованість особистості визначається ставленням:

– до інших людей (як членів колективу) і характеризує спрямованість на взаємодію;

– до праці та її результатів, що дає можливість визначити ділову спрямованість на завдання;

– до себе, до своєї особистості, тобто спрямованість на себе.

Професійна діяльність педагога втрачає сенс без активної взаємодії. Отже, важливою з цього погляду є й пізнавальна функція мотиву. Педагог, що прагне морального результату, має пізнати не лише сутність моральних явищ, процесів, що знаходяться в постійному розвитку (об'єктивно), а й пізнати своє реальне "Я" (суб'єктивно). Неузгодженість між об'єктивним і суб'єктивним у діяльності педагога здатна призводити до похибок у виборі мети, а також знецінювати результат дії. Оскільки основним принципом самопізнання є знаходження в собі реального "Я", то головний мотив і завдання педагога полягають у тому щоб допомогти вихованцеві відкрити шлях до самопізнання своєї людської сутності. У цьому процесі надзвичайна роль належить самоспостереженню, самокритиці, самооцінці, самоаналізу, саморегуляції, самоконтролю та ін.

Болгарський вчений-етик В. Момов обґрунтовує ще одну функцію мотиву – виправдовувальну. Ця функція підкреслює залежність особистості від потреб суспільства й одночасно віддзеркалює її відповідальність перед ним, що базується на розвинутому почутті совісті. Виправдовувальна функція яскраво відображає специфіку морального мотиву, виступаючи одночасно функцією оцінювальною. Проте виправдовувальна функція може нести в собі й морально-негативний заряд, якщо вона "обслуговує" вельми поширену людську ваду: схильність до самообману. Характерно, що це притаманне навіть для потенційно потужних викладачів, які в певній ситуації здатні виконувати завдання без напруги й зусиль і гадають, що так буде завжди. Вони внутрішньо заспокоюються, перестають працювати над собою, але коли ситуація змінюється і треба докласти значних зусиль для досягнення результату – виявляються немічними, губляться, занепадають духом і відмовляються від роботи. Це так звані великі педагоги для малих справ. Вони є майстрами складати величні плани інновацій і першими залишають їх, як тільки стикаються з найменшими труднощами[8].

Моральна мотивація в навчальній діяльності педагога здатна бути не лише стабільною, зростати, але й мати тенденцію до зниження і навіть її втрати. Практика свідчить: якщо організація навчального процесу, моральний клімат у колективі не відповідають тим цілям, потребам, які ставить перед собою викладач, то мотивація його діяльності врешті решт знизиться, і як наслідок може бути еміграція, переїзд або бажання відсидітися, апатія – не бажання вступати в конфлікт, з'являється бажання залишити обрану професію. Так утворюється дефіцит педагогічних працівників.

Отже, мотиваційне поле викладача в сучасних умовах настійливо вимагає пошуку позитивних психокорекційних впливів. Особливо це стосується знаходження механізмів його психологічного захисту, отримання душевної рівноваги, цілісності. Психологічно захистити особистість педагога можливо при умові стимулювання його до активної діяльності – означає зосередити увагу на внутрішньому світі, виявити зацікавленість станом почуттів, прагнень, мрій.

Психологічний аспект стимулювання професійної діяльності вчителя тісно взаємопов'язаний із педагогічним. Адже мета використання стимулів полягає в тому, щоб викликати позитивні зміни в його поведінці та діяльності, що є педагогічною взаємодією. В сучасних умовах, коли освітні заклади стають центрами культури, співробітництва, спілкування, така взаємодія доцільна й перспективна лише на засадах гуманізації всієї

сукупності соціальних відносин. Педагогічне стимулювання повинно спрямовуватися на (І. Зязюн):

– якість і зміст процесу діяльності, основоположним елементом якої є творчість;

– подолання стереотипів у застосуванні традиційних форм, методів, засобів і впровадженні інноваційних технологій навчання;

– неперервність процесу професійного становлення й розвитку компетентності викладача;

– формування індивідуального стилю педагогічної діяльності;

– прогнозування позитивних результатів діяльності за їх критичне осмислення;

– впровадження сучасних форм контролю знань;

– оволодіння позитивним навчально-виховним досвідом та ін.[4]

Висновки. Соціальне стимулювання покликане створити оптимальні умови для продуктивної праці педагога в нових соціально-економічних умовах. Слід зазначити, що динамічні зміни зовнішнього середовища (політика, право, демократія, економіка, наука, ринок та ін.) породжують невідповідність системи освіти вимогам сьогодення, викликам суспільства. Тому й не дивно, що соціальні умови, в яких працює педагог, далеко не в усьому сприяють його творчій і самовідданій праці. Водночас, постійними є намагання влади покращити ці умови.

Освіта, вирішуючи важливі завдання підготовки фахівця, потребує спеціального навчального курсу етико-педагогічного спрямування у процесі становлення майбутнього висококваліфікованого педагога, спроможного грамотно взаємодіяти з колегами, студентами, громадськими організаціями, володіти сильним характером, який спонукатиме до активного творчого пошуку нового у професійному зростанні, гідно впроваджувати ідеї гуманізму в сучасне суспільство.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Васянович Г.Педагогічна етика / Васянович Г. Л.: Норма, 2005. – 343 с.
2. Вишневський О. Теоретичні основи сучасної української педагогіки: навч. посіб. – 3-тє вид. /О.Вишневський. – К.: Знання, 2008. – 566 с.
3. Дичківська І.М. Інноваційні педагогічні технології: навч. посібник / І. Дичківська. – К.: Академвидав, 2004. – 352 с.
4. Зязюн І. Педагогічна майстерність: Підручник / Зязюн І., Крамущенко Л., Кривонос І.та ін.; За ред. Зязюна І. – К.: СПД Богданова А.М., 2008. – 376 с.
5. Кравченко Т. Характеристика міжособистісної взаємодії педагога у ситуації конфлікту та фактори, які її визначають / Кравченко Т., І.Брецко І.// Науковий вісник Ужгородського університету. Педагогіка. Соціальна робота. – 2009. – Вип. 16 – 17. – С. 56 – 58.
6. Леонтьев Д. А. Внутренний мир личности // Психология личности в трудах отечественных психологов. – СПб.: Питер, 2000. – С. 372 – 377.
7. Мовчан П. Етичний кодекс українського педагога (проект) / Мовчан П., Бережанська Н., Вдовиченко А. // Директор школи. К., 2006. – № 1.– С.96 – 101.
8. Момов В. Человек, мораль, воспитание (теоретико-методологические проблемы): Пер. с болг. – М., 1975. – 163 с.
9. Сухомлинський В.О. Вибрані твори. В 5-ти томах. – Т 5. – К. : Радянська школа, 1977. – 639 с.
10. Ушинський К.Д. Теоретичні проблеми виховання і освіти / К.Д. Ушинський // Вибрані педагогічні твори : В 2 т. – К., 1983. – Т. 1. – С. 123 – 124.
11. Цимбалюк І. Підвищення професійної кваліфікації: психологія педагогічної праці. – наук.-метод. посібник / І. Цимбалюк. – К: Видавничий дім “Професіонал”, 2004. – 124 с.

УДК 371.132 **Златніков В.Г.** (ВІКНУ)
к.пед.н. **Дуднік Н.Ю.** (КПІ ДВНЗ КНУ)

САМООРГАНІЗАЦІЯ ЯК ФАКТОР РОЗВИТКУ ПРОФЕСІОНАЛІЗМУ МАЙБУТНІХ ПЕДАГОГІВ

У статті розглянуто деякі теоретичні підходи щодо визначення поняття "педагогічний професіоналізм". Проаналізовано вплив професійної самоорганізації на розвиток професіоналізму майбутніх учителів. Порівняно зміст понять «професійна самоорганізація» та «самоорганізація професійної діяльності».

Ключові слова: педагогічний професіоналізм, професійна самоорганізація, самоорганізація професійної діяльності, майбутні учителі

В статье рассматриваются некоторые теоретические подходы к определению понятия «педагогический профессионализм». Проанализировано влияние профессиональной самоорганизации на развитие профессионализма будущих учителей. Проведено сравнение содержания понятий «профессиональная самоорганизация» и «самоорганизация профессиональной деятельности».

Ключевые слова: педагогический профессионализм, профессиональная самоорганизация, самоорганизация профессиональной деятельности, будущие учителя.

The article considers some theoretical approaches to defining the notion of «pedagogical professionalism». It also provides the influence of professional self-organization on the development of future teachers' professionalism. The comparison of content of such concepts as «professional self-organization» and «self-organization of professional activity» is given.

Keywords: pedagogical professionalism, professional self-organization, self-organization of professional activity, future teachers.

Постановка проблеми. В умовах соціально-економічних перетворень у суспільстві, коли кардинально перебудовується вся сукупність суспільних відносин, з-поміж стратегічних напрямів модернізації національної системи освіти одним з актуальних постає завдання професійної підготовки педагогічних кадрів, на які покладено провідну роль у навчанні та вихованні нових поколінь.

Проблема педагогічного професіоналізму – складна і багатоаспектна – залишається серед найактуальніших, таких, що завжди зацікавлено обговорюється у наукових колах. Різні аспекти формування професіоналізму майбутніх фахівців розглядаються у філософії, соціології, психології, педагогіці, акмеології та інших гуманітарних і прикладних науках. Такий цілісний підхід дослідження проблеми продиктовано потребою школи у вчителі-професіоналі.

Значний внесок у розробку теоретичних основ педагогічного професіоналізму зробили Є. Климов, Н. Кузьміна, К. Платонов, В. Сластьонін, В. Сухомлинський, О. Щербаков та інші. Дослідженням індивідуальних характеристик професійного обличчя вчителя займались Ф. Гоноболін, В. Кан-Калик, Л. Кондрашова, З. Курлянд, О. Мороз, М. Ярмаченко та ін.; питання професійної підготовки і діяльності фахівців вивчали О. Абдулліна, Г. Балл, В. Галузинський, М. Євтух, Н. Кічук, Л. Нечепоренко, Н. Ничкало та ін.

Метою статті є вивчення впливу професійної самоорганізації на розвиток педагогічного професіоналізму майбутніх учителів.

Виклад основного матеріалу. У сучасних українських розробках існує декілька суттєвих визначень професіоналізму, серед яких провідним є його тлумачення як достатній для творчого вирішення задач професійної діяльності рівень розвитку професійної культури і самосвідомості особистості [3].

Водночас, І. Підласий та С. Трипольська розглядають професіоналізм як систему набутих впродовж професійного навчання якостей, вміння мислити і діяти професійно. Також заслуговує на увагу запропонована науковцями структура педагогічного професіоналізму. Її зміст виражено через поняття "ідеального педагога", в особистості якого поєднуються якості фахівця, працівника та просто людини. Відповідно до цього положення автори визначають професійні риси педагога-професіонала: фізичне здоров'я та висока

працездатність; урівноваженість психічних процесів; спокійний характер та стійка (розвинута) воля; ініціативність; організаційні здібності і навички; високий рівень загальної освіти і належна фахова підготовка; прагнення до самовдосконалення і поповнення своїх знань; знання споріднених наук про людину; знання методики викладання предметів; знання останніх досягнень науки; розуміння учнів; уміння спілкуватися з ними; володіння сучасними технологіями навчання і виховання; дисциплінованість і відповідальність; суспільна активність [9]. Саме сформованість у майбутнього вчителя вищезазначених якостей свідчить про рівень його педагогічного професіоналізму.

Дещо іншої точки зору щодо структури педагогічного професіоналізму дотримується Н. Гузій, яка розробила власну модельну конструкцію досліджуваного феномену. Педагогічний професіоналізм, на думку науковця, слід визначати цілісністю особистісних та діяльнісних проявів феномену як органічно взаємозалежних підсистем, а його концептуальну схему – єдністю професіоналізму педагогічної діяльності та професіоналізму особистості педагога як базових складових [3].

Більш ґрунтовними і переконливими є думки науковців, які вважають, що педагогічний професіоналізм необхідно розглядати ширше, ніж сукупність професійних характеристик та якостей особистості, що відповідають вимогам учительської професії. Так, Л. Кондрашова зазначає, що змістовий бік педагогічного професіоналізму складається не лише з професійно значущих якостей особистості педагога, але й з набору певних засобів (інтелектуальних, моральних, духовних), які забезпечують педагогічний вплив вчителя на вихованців [5]. Погоджуючись з Л. Кондрашовою, ми вважаємо, що педагогічний професіоналізм потрібно розуміти як комплексну характеристику, системне особистісне утворення, що поєднує в собі професійні знання, уміння, навички, особистісні якості, які відбивають специфіку вчительської праці і засобів, виступають сукупною силою вирішення професійно-педагогічних завдань [10].

Високий рівень педагогічного професіоналізму досягається вчителем лише тоді, коли в нього виникає й реалізується потреба професійного саморозвитку та самовдосконалення, мотиваційно-ціннісного ставлення до себе як до суб'єкта педагогічної діяльності. Останнє проявляється в усвідомленні майбутнім учителем ролі професійної самоорганізації та систематичному застосуванні в педагогічній діяльності уміння цілепокладання, планування, уміння організації та регулювання діяльності, уміння контролю та аналізу результатів власних дій.

Специфіка професії педагога полягає в тому, що досягнення високого рівня професіоналізму тісно пов'язано з особистісним зростанням людини, і становлення вчителя-професіонала можливе лише як результат єдності його професійного та особистісного розвитку.

Для того, щоб стати вчителем-професіоналом, студент ще у ВНЗ повинен навчитися раціонально організовувати власну діяльність, виявляючи при цьому активність у самопізнанні власних можливостей, визначенні основних напрямків самовдосконалення, шляхів та методів досягнення поставленої мети, розвитку власної самоорганізації.

У сучасній науковій літературі у зв'язку з розвитком системного та синергетичного підходів питанню самоорганізації особистості приділяється все більше уваги. Самоорганізацію розглядають як діяльність та здатність особистості, що пов'язана з умінням організовувати себе і виявляється в цілеспрямованості, активності, обґрунтованості, мотивації, плануванні своєї діяльності, швидкому прийнятті рішень і відповідальності за них, критичності в оцінюванні результатів своїх дій, почутті обов'язку [1, с. 231]; цілеспрямований процес, під час якого створюється, відтворюється або вдосконалюється організація складної динамічної системи [1, с. 305].

М. Авєрін, Т. Авєріна, Ю. Болотін [6] пропонують більш глибоке визначення самоорганізації, розуміючи її як біологічну та соціальну характеристику людини: з одного боку – це вроджена атрибутивна здатність усіх біологічних систем самостійно підтримувати, відроджувати та вдосконалювати рівень своєї організації при зміні зовнішніх і внутрішніх

умов існування і діяльності з урахуванням набутого раніше досвіду з метою збереження цілісної системи, підвищення її стійкості і забезпечення нормального функціонування й розвитку; з іншого боку – цілісний спосіб життя особистості, її усвідомлена навчально-виховна і розвиваюча самодіяльність, спрямована на всебічний розвиток власних сил, постійне вдосконалення якостей, здібностей та вмінь, необхідних у житті, навчанні, праці [6, с. 54].

На думку С. Амірова та В. Мосолова, самоорганізація – це свідома робота над собою з метою вдосконалення емоційних та морально-вольових рис характеру в діяльності, яка спрямована на розвиток і вирішення суспільних особистісно значущих завдань [11, с. 50].

В якості діяльнісного утворення самоорганізація вперше розглядається в роботах К. Варшавського та М. Мурачковського [2; 7], які пропонують розуміти її як систему умінь або як комплекс заходів, які здійснює робітник для забезпечення систематичності та впорядкованості власної діяльності.

Різноманітність визначень поняття «самоорганізація» свідчить про складність досліджуваного явища. Аналіз наведених вище даних дозволяє зробити висновок про те, що самоорганізація – цілеспрямована діяльність особистості з метою накопичення певної інформації, її узагальнення, аналізу, формулювання висновків та визначення шляхів подальшого самовдосконалення особистості.

Відсутність навичок самоорганізації заважає людині розкрити багатогранність своїх індивідуальних особливостей, ефективно розвивати психічні процеси та набувати професійного досвіду, не дає можливості до самореалізації та самовдосконалення.

Частіше за все самоорганізацію розглядають з точки зору її важливості для розвитку певних вольових, моральних, інтелектуальних якостей особистості. У той же час майже нерозкритим залишається питання впливу самоорганізації особистості на розвиток професіоналізму фахівця.

Професійна самоорганізація важлива для фахівців будь-якої сфери діяльності. Для майбутніх учителів особливого значення набуває педагогічна самоорганізація.

Ми поділяємо точку зору з Т. Новаченко, яка пропонує розглядати педагогічну самоорганізацію як цілісне, динамічне утворення особистості, що характеризується сукупністю педагогічної рефлексії, професійної компетентності та самоуправління і спрямоване на безперервне самовдосконалення для здійснення якісної професійної діяльності [8, с. 249].

Ці компоненти педагогічної самоорганізації тісно взаємопов’язані, взаємодіють та взаємозалежать одне від одного, утворюючи складну систему, яка має чітку функціональну структуру.

Аналіз структурних компонентів педагогічної самоорганізації дозволяє зробити висновок про те, що професійна самоорганізація – це складне системне утворення, яке можна розглядати як умову, процес та результат особистісного вдосконалення майбутнього вчителя. Але тільки оволодіння майбутнім фахівцем кожним з компонентів складної структури самоорганізації забезпечить очікуваний високий результат професійного та особистісного розвитку.

Дослідження питання взаємозв’язку між розвитком самоорганізації особистості фахівця та ефективністю його професійної діяльності показало, що поняття професійної самоорганізації та самоорганізації професійної діяльності часто ототожнюються. На нашу думку, ці поняття взаємопов’язані, але не замінюють одне одного, оскільки мають різне змістове наповнення.

Поняття «самоорганізація особистості» має два основних значення. З одного боку, його можна розглядати як особливу характеристику людини як відкритої системи, здатної до активної взаємодії із зовнішнім світом та до саморозвитку, з іншого – це безпосередньо активна цілеспрямована діяльність особистості з метою власного самовдосконалення та самореалізації.

Порівнюючи зміст понять «професійна самоорганізація» та «самоорганізація професійної діяльності», можна зробити висновок, що перше поняття значно ширше, адже

воно охоплює обидва сутнісні значення самоорганізації – і особистісне (характерологічне), і діяльнісне. Отже, поняття професійної самоорганізації також можна розглядати в двох аспектах: по-перше, як самостійну організацію власної діяльності на високому професійному рівні, тобто якісне самостійне виконання певних завдань завдяки сформованості умінь та навичок організатора-професіонала; по-друге, як особливу характеристику особистості, яка обумовлює її системну цілісність, активність у професійному становленні, саморозвитку, професійному самовдосконаленні та прагнення до професійної самореалізації.

Поняття «самоорганізація професійної діяльності» розглядаються в нашому дослідженні як цілеспрямована діяльність особистості, орієнтована на оволодіння необхідною інформацією, її обробку, узагальнення та аналіз із метою ефективного виконання своїх професійних зобов'язань.

Такий підхід до розуміння поняття самоорганізації професійної діяльності дозволяє зробити висновок про те, що воно є структурною складовою діяльнісного компонента більш широкого поняття професійної самоорганізації особистості.

У нашому дослідженні самоорганізація розглядається як специфічна характеристика особистості майбутнього вчителя, результат та умова активності студентів у професійній самореалізації та самовдосконаленні.

Висновки. Таким чином, для досягнення позитивних результатів у будь-якій діяльності (зокрема – для реалізації проекту розвитку власної особистості) потрібна активна робота самої людини, спрямована на оволодіння відповідними уміннями: умінням визначати цілі, планувати процес їх досягнення, приймати рішення, організовувати власну діяльність для здійснення поставленої мети, контролювати цей процес та оцінювати отримані результати.

Усвідомлення майбутніми вчителями власного професійного обличчя, активне прагнення студентів до професійної самореалізації, сформованість умінь професійної самоорганізації є необхідними складовими професіоналізму майбутніх учителів.

ЛІТЕРАТУРА:

1.Большой энциклопедический словарь : в 2 т. / [гл. ред. Прохоров А. М.]. – М. : Советская энциклопедия. – Т. 2. – 1991. – 768 с.

2.Варшавский К. М. Организация труда научных работников / К. М. Варшавский. – М. : Экономика, 1975. – 109 с.

3.Гузій Н.В. Основи педагогічного професіоналізму: [навч. посіб.] / Наталія Василівна Гузій. – К.: НПУ ім. М.П.Драгоманова, 2004. – 156 с.

4.Зязюн І.А. Краса педагогічної дії: [навч. посіб.] / І.А.Зязюн, Г.М.Сагач. – К.: Українсько-фінський інститут менеджменту і бізнесу, 1997. – 302 с.

5.Кондрашова Л. В. Методика подготовки будущего учителя к педагогическому взаимодействию с учащимися / Л. В. Кондрашова. – М.: Издательство "Прометей" МГПИ им. В.И.Ленина, 1990. – 160 с.

6.Концепція самоорганізації розвитку особистості учня у навчально-виховному процесі / М. О. Авєрін, Т. А. Авєріна, Ю. П. Болотін, Є. С. Львов, Л. С. Філоненко // Рідна школа. – 1993. – № 8 – С. 53–60.

7.Мурачковский Н. И. Как предупредить неуспеваемость школьников / Н. И. Мурачковский. – Мн.: Нар. асвета, 1977. – 80 с.

8.Новаченко Т. Педагогічна самоорганізація в післядипломній освіті педагогічних працівників / Т. Новаченко // Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет ім. Г. Сковороди»: Науково-теоретичний збірник. – Переяслав-Хмельницький, 2007. – С. 248–251.

9.Підласий І. Формування професійного потенціалу як мета підготовки вчителя / І. Підласий, С. Трипольська // Рідна школа. – 1998. – №1. – С. 3-9.

10. Професійне становлення майбутнього вчителя: монографічний огляд / За ред. Л.В.Кондрашової. – Кривий Ріг, 2006. – 327 с.

11. Самоорганизация личности в процессе обучения / С. С. Амиров, В. М. Мосолов, Г. П. Сечина, Н. И. Сухорукова // Педагогика. – 1993. – № 5. – С. 49–52.

Рецензент: к.пед.н., доц. Безносюк О.О.

УДК 378.147

к.пед.н, доц. **Каленський А.А.** (НУБіП
Стегура І.Ю. (НУБіП)
Кравченко О.І. (ВІКНУ)

ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЮ

Стаття присвячена аналізу шкал вимірювання (оцінки) знань та вмінь студентів (шкала відношень, інтервалів, порядку або рангів та найменувань) при здійсненні тестового контролю. Показано, що традиційні оцінки (відмітки) – зручний апарат для практики навчання, що виконує не тільки оцінюючі, але й певні виховні функції – стимулювання одних студентів, певного «покарання» інших.

Ключові слова: тестовий контроль, шкала відношень, шкала інтервалів, шкала порядку або шкала рангів та шкала найменувань.

Статья посвящена анализу шкал измерения (оценки) знаний, умений студентов (шкала отношений, интервалов, порядка или рангов, наименований) во время тестового контроля. Отмечено, что традиционные оценки (отметки) – удобный аппарат для практики обучения, который исполняет не только оценочные, но и определенные воспитательные функции – стимулирования одних студентов, определенного «наказания» других.

Ключевые слова: тестовый контроль, шкала отношений, шкала интервалов, шкала порядка или шкала рангов, шкала наименований.

This article analyzes the scales of knowledge measurement (evaluation), skills of students (relationship scale, scale of intervals, order or ranks, items) during the test control. We can see that traditional estimates (marks) – are very convenient method for educational practice which have not only evaluation function but some educational function – motivating some students and "punishment" other students.

Keywords: test control, the relationship scale, the scale of the intervals, the scale of order or the scale of ranks, the scale of items.

Постановка проблеми. Перевірка знань, умінь і навичок має контрольне, освітнє і виховне значення. Її контрольне значення полягає у можливості оцінити рівень теоретичних знань студентів, їх вміння і навички при виконанні практичних робіт. Освітнє значення перевірки зумовлюється поглибленням і вдосконаленням знань з предмету, а виховне значення – сприянням вихованості, свідомого ставлення до праці, формування професійних якостей та організаторських здібностей студента, реалізації дидактичних принципів навчання.

Від того, як здійснюється перевірка і оцінка знань, вмінь і навичок студентів залежить і навчальна дисципліна, відношення до навчання, домашньої і позаурочної роботи, формування інтересу до предмета, а також таких важливих якостей особи студента як самостійність, ініціативність, працелюбність.

Аналіз наявних публікацій з проблеми. В педагогічній літературі проблемі тестування приділяється досить багато уваги. Методику тестового контролю успішності навчання студентів визначені Ільїном В.В., Лузаном П.Г., Рудиком Я.М [2], застосування шкал вимірювання (оцінки) – Лузаном П.Г., Сопівник І.В., Виговською С.В [1], Д.В. Чернілевським, О.Є. Антоновою, Л.В. Барановською та ін. [3].

Мета статті полягає в тому, щоб розглянути шкалу вимірювання (оцінки) знань та вмінь студентів.

Виклад основного матеріалу. Слово «тест» прийшло із французької мови. Означає невеличку посудину з випаленої глини, що використовувалася алхіміками.

Тест (test) в перекладі з сучасної англійської – іспит, випробування.

Тестовим називається завдання (запитання, задача), для якого може бути попередньо визначена (сформульована) єдино можлива правильна відповідь. Така відповідь є еталоном, з яким порівнюють відповідь випускника.

Сукупність завдань, що використовуються при тестовій перевірці мають назву – тест або контролююча програма.

У педагогічній практиці використовують два види тестів:

- тест досягнень – призначений для з'ясування рівня засвоєння знань, умінь у процесі навчання, по завершенні вивчення теми, розділу або всієї навчальної дисципліни, під час атестації випускників по закінченні навчального закладу. Використовують їх на всіх етапах навчального процесу. Вони можуть забезпечити всі види контролю, облік успішності академічних досягнень.

- тест професійної компетенції – це система контрольних завдань стандартизованої форми, орієнтованих на вимір і оцінку обсягу, повноти, системності, міцності та осмислення професійних знань, а також дієвості й самостійності умінь випускника вищого навчального закладу, які дозволяють спів ставити рівень його досягнень у процесі професійної підготовки з еталонними вимогами освітньо-кваліфікаційної характеристики до професійних умінь, які характеризують здібність і здатність випускника виконувати соціально-виробничі функції на певному рівні кваліфікації та кваліфікаційної спеціалізації в конкретній сфері праці.

Педагогічний тест – це система фасетних знань певного змісту, зростаючої складності, специфічної форми, яка дозволяє якісно оцінити структуру та ефективно виміряти рівень знань, умінь, навичок і уявлень. Такий тест є своєрідним вимірювальним інструментом певної роздільної здатності та точності.

Оцінка результатів тестового контролю здійснюється порівнянням заповненого бланку відповідей студента із бланком еталонних відповідей за шкалою вимірювання (оцінок).

Шкала вимірювання (оцінки) – це числова система, у якій відносини між різними властивостями досліджуваних явищ, процесів переведені у властивості того або іншого числового ряду.

Шкала вимірювання ділиться на чотири основних класи:

Шкала відношень – сама потужна шкала. Вона дозволяє оцінювати, у скільки разів вимірюваний об'єкт більше (менше) іншого об'єкта, прийнятого за еталон, одиницю. Одночасно тут можливе й порівняння: на скільки один з об'єктів більше (менше) іншого. Шкалами відношень вимірюються майже всі фізичні величини – час, лінійні розміри, площі, обсяги, сила струму, потужність і т.д. У педагогічних вимірах шкала відношень буде мати місце, наприклад, коли вимірюється час виконання того або іншого завдання, кількість помилок або кількість правильно вирішених завдань. В останньому випадку, природньо, можна говорити про те, що учень Іванов правильно вирішив, приміром, у два рази більше завдань, чим учень Петров, але твердження, що знань учня Іванова у два рази більше знань учня Петрова буде неправомірним.

Шкала інтервалів – досить рідко застосовується й менш потужна. Інтервальна шкала – це шкала рівних одиниць. Таку шкалу можна отримати, якщо за допомогою критерію встановлено (виміряно) інтервал між об'єктами: на скільки одиниць один об'єкт відрізняється (більший чи менший) від іншого. Природньо, при використанні інтервальної шкали є можливість проводити арифметичні дії між числами, які приписуються об'єктом. Особливістю цього виду шкалування є те, що початок відліку вибирається довільно: відсутність початку відліку (нульової точки) не дозволяє визначити, у скільки разів один об'єкт більший за інший. Прикладом її є шкала температур по Цельсію, Реомюрові або Фаренгейтові. Шкала Цельсія, як відомо, була встановлена в такий спосіб: за нуль була прийнята крапка замерзання води, за 100 градусів – крапка її кипіння, і, відповідно, інтервал температур між замерзанням і кипінням води поділений на 100 рівних частин – градусів. Тут уже твердження, що температура в 30 градусів С у три рази більше, ніж 10 градусів С буде невірним. Справедливо говорити лише про інтервали температур – температура в 30 градусів С на 20 градусів С більше, ніж температура в 10 градусів С. У педагогічних дослідженнях, зокрема, до таких шкал інтервалів можна умовно віднести дихотомічну шкалу, що містить тільки два значення: так – ні, краще – гірше, і т.д. У такій шкалі є тільки один інтервал

розподілу 0-1 або плюс – мінус і т.д., тому її можна розглядати як граничний випадок інтервальної рівномірної шкали – просто «рівномірність» немає з чим порівнювати.

Будь-яка інтервальна шкала перетворюється у шкалу відношень, якщо чітко фіксувати початок відліку.

Шкала порядку або шкала рангів ще більш слабка шкала – шкала, щодо значень якої вже не можна говорити про те, ні в скільки разів вимірювана величина одного об'єкта більше (менше) іншого, ні на скільки вона більше (менше).Така шкала тільки впорядковує розташування об'єктів, приписуючи їм ті або інші ранги. Так, наприклад, побудовані шкали сили вітру Бофорта й землетрусів Ріхтера. Шкали порядку широко використовуються в педагогіці, психології, медицині й інших науках, не настільки «точних», як, скажемо, фізика й хімія. Зокрема, повсюдно розповсюджена шкала шкільних оцінок у балах (п'ятибальна, дванадцятибальна й т.д.) умовно може бути віднесена до шкали порядку. Саме умовно, оскільки оцінка знань, умінь у балах має певну суб'єктивність, бо оцінка знань того самого студента в різних викладачів (екзаменаторів) може бути різною. Різна «ціна» оцінок буде й у різних навчальних закладах, у різних регіонах – залежно від рівня пропонованих вимог, і, відповідно, можливостей педагогів, навчального закладу, контингенту студентів і т.п. У навчальних закладах деяких країн застосовується й інша оцінка успішності студентів (як підсумкова): порядкове місце, що даний студент займає в даній групі, випуску. Це теж шкала порядку.

Шкала найменувань. Вона фактично вже не пов'язана з поняттям «величина» і використовується тільки з метою відрізнити один об'єкт від іншого: номера автомобілів, телефонів, застосування цифр або букв алфавіту для перерахування пунктів у законах, положеннях і т.п. Побудова шкали досить проста: встановлюється критерій, який дозволяє розподілити досліджувані об'єкти на декілька класів, причому, кожний об'єкт має потрапити лише в один клас. Об'єктам, які потрапили в один і той самий клас приписується якесь число. Об'єктам другого класу приписується інше число. Виконується умова: якщо декільком об'єктам приписано одне й те саме число, то ці об'єкти рівні за станом величини, що вимірюється. І навпаки, вони різні, якщо їм приписано різні числа.

Тепер, коли ми зробили невеликий екскурс у систему вимірів, розглянемо питання про застосування шкал вимірів у тестових завданнях.

Найпоширеніша міра педагогічних оцінок – шкала оцінки знань і вмінь студентів у балах. Традиційні оцінки (відмітки) – зручний апарат для практики навчання, що виконує не тільки оцінюючі, але й певні виховні функції – стимулювання одних студентів, певного «покарання» інших, тощо.

По цих міркуваннях доцільно використати такі способи оцінки, які дозволяють застосувати шкалу відносин або шкалу інтервалів, а не шкалу порядку. Так, наприклад, використати тести – серії коротко й точно сформульованих питань, завдань, на які учень повинен дати короткі й однозначні відповіді, у правильності (або неправильності) яких не можна сумніватися.

Важливою позитивною особливістю тестового контролю є можливість визначити та використати кількісні показники для обґрунтування оцінки знань студентів. При цьому застосовується двоїчна система оцінки за правильну відповідь – "1", за невірну – "0".

Викладач готує запис еталонних кодів у формі, аналогічній тій, яка рекомендується студентам для запису відповідей. Зверху перелічуються номери варіантів тесту, для яких призначено цей еталон. Крім того викладач повинен розрахувати та записати межі оцінок, які може отримати випускник за свої відповіді.

Підсумкова оцінка за тест:

Rат = Кправ / Кзаг х 100;

де:

Rат – підсумкова оцінка за атестацію,
Кправ – кількість правильних елементів,
Кзаг – загальна кількість еталонних елементів.

Загальна оцінка визначається за кількістю набраних балів в національній шкалі та в ECTS визначається: (табл. 1):

Таблиця 1

Оцінка національна	**Оцінка ECTS**	**Визначення оцінки ECTS**	**Рейтинг, бали**
Відмінно	A	Відмінно	90 – 100
Добре	B	Дуже добре	82 – 89
Добре	C	Добре	75 – 81
Задовільно	D	Задовільно	66 – 74
Задовільно	E	Достатньо	60 – 65
Незадовільно	FX	Незадовільно	35 – 59
Незадовільно	F	Незадовільно	01 – 34

Висновок. Правильне застосування шкал вимірювання (оцінок) сприятиме об'єктивному педагогічному контролю знань, умінь та навичок та визначенню результатів діяльності системи вищої освіти в підготовці висококваліфікованих спеціалістів. До напрямів **подальших наукових пошуків** відносимо визначення теоретичних і методичних основ застосування шкал вимірювання під час створення різних типів тестів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Ільїн В.В. Методика тестового контролю успішності навчання студентів: монографія / Ільїн В.В., Лузан П.Г., Рудик Я.М. – К.: НАКККіМ, – 224 с.

2. Лузан Петро Григорович. Основи науково-педагогічних досліджень: навчальний посібник / Лузан П.Г., Сопівник І.В., Виговська С.В. – К.: ДАКККіМ, 2010. – 270 с.

3. Чернілевський Д.В. Методологія наукової діяльності: Навчальний посібник: Вид. 2-ге, допов / Д.В. Чернілевський, О.Є. Антонова, Л.В. Барановська, та ін. / За ред. професора Д.В. Чернілевського. – Вінниця: Вид-во АМСКП, 2010. – 484 с.

Рецензент: д.пед.н., проф. Лузан П.Г.

УДК 504.064.2

Кибраева З.Ю.
к.пед.н., **Алдибекова К.Н.**
Алдибекова Ш.Н.
(Жетысуский государственный университет им. И.Жансугурова, Казакстан)

ФОРМИРОВАНИЕ МОДУЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРЕДМЕТОВ ТАКИХ КАК «ЭКОЛОГИЯ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ» ПО КРЕДИТНОЙ СИСТЕМЕ ОБУЧЕНИИЯ

Розглянуто особливості застосування модульної технології при кредитній системі освіти. Удосконалення самостійної роботи студентів через активні методи навчання на прикладі вивчення курсу «Екологія та сталий розвиток». Використання модульно-кредитної системи навчання сприяє формуванню у студентів модульної компетентності.

Ключові слова: кредитна система, реформа, конвенції, хартія, компетентність, модуль, ділова гра, активні методи, мобільність.

Рассмотрены особенности применения модульной технологии при кредитной системе образования. Совершенствование самостоятельной работы студентов через активные методы обучения на примере изучения курса «Экология и устойчивое развитие». Использование модульно-кредитной системы обучения способствует формированию у студентов модульной компетентности.

Ключевые слова:кредитная система, реформа, конвенции, хартия, компетентность, модуль, деловая игра, активные методы, мобильность.

he features of the modular technology in credit education. Improving the individual work of students through active learning techniques on an example of the course "Environment and Sustainable Development." Using a modular credit system contributes to the students' modular competency.

Keywords: credit system reform, conventions, charters and competence module, role play, active methods, mobility.

Вступление и постановка проблемы. Последние два десятилетия мировая образовательная система перетерпевает различные ступени реформирования. Это диктует необходимость системыобеспечения условий для повышения качества подготовки специалистов и установления, в связи с этим, тесных связей между образованием, наукой и производством, формирования системы непрерывного образования и вступление Казахстана в мировое образовательное пространство.

Казахстан признал принципы Лиссабонской конвенции «О признании квалификаций, относящихся к высшему образованию в Европейском регионе» от 11 апреля 1997 года, ратифицированной Президентом Республики Казахстана 13 декабря 1997 года. Это означает, что студентам, обучающимся в вузах Казахстана, предоставляется доступ к образовательным ресурсам других стран и возможность продления и, или завершения обучения в учебных заведениях других стран. Но, право должно обеспечиваться возможностями, а их создание требует реформирования и модернизации всей образовательной системы в соответствии с международным стандартами для достижения ее совместимости с таковыми других стран.

Система обучения, которая сушествовала в Казахстане, была основана на типовых учебных планах и устанавливала строгую последовательность изучения дисциплин, т.е. носила линейный характер. В настоящее время назрела острая потребность в не линейной системе обучения, согласно которой, обучающиеся могли бы индивидуально планировать последовательность образовательного процесса.

С принятием нового закона «Об образовании» (2007 г.) в Казахстане действует новая модель национальной системы образования- кредитная система обучения, соответствующая Международной стандартной классификации образования, рекомендованной ЮНЕСКО и ориентированная на приоритеты, указанные в Стратегии «Казахстан 2030». Эта система направлена на повышение уровня самообразования и творческого усвоения знаний путем

индивидуализации, свободы выборности каждым студентом образовательной траектории и преподавателя в рамках регламентации учебного процесса и использует в качестве показателя объема знаний - кредиты.

В международном образовательном пространстве обучение проводится по трем ступеням: бакалавриат (4года), магистратура (2 года), докторантура (3-4года). Согласование преемственности образовательных программ, обеспечивающей непрырывность образовательного процесса, требует применения единой кредитной системы на всех уровнях.

Анализ и основные результаты исследований. Успех внедрения кредитной технологии напрямую связан с деятельностью нового для нашей образовательной системы персонажа – эдвайзера, выполняющего функции наставника, консультирующего по всем вопросам, связанным с выбором и реализацией траектории обучения.

ЖГУ им. Ильяса Жансугурова один из первых в Казахстане вступил в Болонский процесс и принял за основу реформаторской деятельности Болонскую хартию, провозглашающую, что университет, особенно европейские, рассматривают как основное средство постоянного прогресса знаний, взаимного обмена информацией и документацией, а также увеличения совместных научных проектов. Несомненно, что основным условием повышения мобильности у студентов и преподавателей является формирование новой политики, направленной на решение вопроса о равнозначности статуса, знаний и их оценки и создание современной модели организации учебного процесса.

Основная задача нашего университета заключается в формировании творческой личности специалиста, способного к саморазвитию, самообразованию, инновационной деятельности. Решение этой задачи вряд ли возможно только путем передачи знаний в готовом виде от преподавателя к студенту. Необходимо привести студента из пассивного потребителя знаний в активного их творца, умеющего сформулировать проблему, проанализировать пути ее решения, найти оптимальный результат и доказать ее правильность. Известно, что кредитная система обучения предполагает больше самостоятельной работы студентов при изучении материала. В этом случае использование модульной технологии обучения, которое предусматривает организацию самостоятелной работы студентов в аудиторных и внеаудиторных условиях является эффективным методом. Так, в университете им. И.Жансугурова особое внимание уделяют организации учебного процесса по модульной технологии.

Все организационные процессы, начиная с составления учебно-методических комплексов, которые содержат материалы лекций, практических, лабораторных занятий и самостоятельных работ студентов, составлены по модульной технологии.

Цель модульной технологии обучения: непрырывное и римичное изучение учебного материала в течение семестра и усиление контроля за глубиной и качеством его усвоения, активизация работы кафедр и их преподавателей по обновлению и совершенствованию содержания методов обучения. Выработка у студентов навыков систематической самостоятельной работы, воспитание у них ответственности за качество собственной подготовки, поэтому необходимо достаточно четко определить, что же такое модульная система и самостоятельная работы студентов.

Зарождение идей модульного обучения связано с возникновением зарубежной концепции единиц содержания обучения(авторами которой были S.N.Posilethwait. B.Goldshmid)Сущность данной концепции заключается в том, что относительно небольшую часть учебного материала целесообразно брать как автономную тему и формировать учебный курс из таких автономных тем. Сначала такие единицы назывались «микрокурсами», потом стали называтся «мини-курсами». Затем –«модулем» в его обобщающем понятии.

Модульная технология обучение обретала статус самостоятельной дидактической системы постепенно, опираясь на ряд сущностных моментов программированного обучения: индивидуализированный темп учебно- познавательной деятельности, постоянное подкрепление обучающимися собственных действий по самоконтролью, последовательность и логичность этих действий.

В модульном обучении (МО) интегрированы теоретико-практические наработки и обобщения проблемного обучения, принципов индивидуализации и дифференциации обучения. Особенности рефлексивного подхода во многом способствовали созданию основ МО, определения принципов и правил его построения, методов и форм его реализации.

Исследователи утверждают, что модуль можно рассматривать как программу обучения. Индивидуализированную по содержанию, методам обучения, уровню самостоятельности, темпу учебно-познавательной деятельности обучающихся. Каждая модуль имеет свою дидактическую цель. Ей должна соответствовать достаточная полнота учебного материала, что означает:

- в модуле излагается принципиально важное содержание учебной информаций;
- дается разъяснение к этой информации;
- определяются условия погружения в информацию(конкретных литературных источников, методов добывания информации);
- приводятся теоретические задания и рекомендации к ним;
- темы, формы проведения и методические указание к практическим заданим;
- дает заданиядля выполнения самостоятельного работы в аудиторных и внеаудиторных услових, их контроль.

Организация самостоятельной работы, руководство ею- это ответственная и сложная работа каждого преподавателя. Воспитание активности и самостоятельности необходимо рассматривать как составную часть воспитания студентов-исследователей. Студенты и выпускники высшего учебного заведения должны не только получать знания по предметам программы, овладевать умениями и навыками использования этих знаний, но уметь самостоятельно приобретать новые научные сведения.

Чтение дисциплины «Экология и устойчивое развитие» в Жетысуском государственном университете им И.Жансугурова осуществляется на всех факультетах.

Экологическое образование является частью общей системы образования. Эффективная система экологического образования – один из основных инструментов обеспечения устойчивого развития экономики общества. Согласно экологическую кодексу РК формирование активной гражданской позиции и экологической культуры в обществе, основанных на принципах устойчивого развития, является целью экологического образования и просвещения.

Дисциплина «Экология и устойчивое развитие», читаемая студентам бакалавриата всех специальностей, направлена на формирование экологического сознания у студенческой молодежи. Знание основных экологических закономерностей и процессов, рассмматриваемых в данном курсе, а также антропогенного воздействия на среду обитания, интеграция собственно экологических вопросов с социальнымы и культурными, экономическими и др. способствует более глубокому пониманию неразрывного единства экологии и устойчивого развития природы и общества.

Особенности данного курса связаны с тем, что он имеет сложную структуру и охватывает всю систему «природная среда-общество-человек». Поэтому формирование экологическая мышления и, как следствие, экологической культуры, необходимых для дальнейшей жизни личности в гармонии с природой, зависит не только от содержания образования, но и от технологии его реализации, дидактических средств и механизмов.

Эффективное усвоение материала студентами обеспечено разработанным по модульной технологии учебно - методическим комплексам (УМК), состоящих из 10 разделов: силлабуса, глоссария, кратких конспектов лекций, методических указаний к семинарским занятиям, методических указаний для выполнения СРС, **учебно практического материала для самостоятельной работы** по темам и видам занятий, контрольно-измерительных средств (тестовые задания), список литературы и презентационного материала по каждой теме.

Для более широкого взаймодействия студентов друг с другом и с преподавателями в аудитории, а также для повышения активности студентов в процессе обучения, нами используются такие интерактивные методы обучения, как деловые игры и ситуационные

задания. Деловая игра – это средство моделирования проблемных ситуаций в различных областях экологической деятельности, позволяющие студенту найти оптимальные пути решения этих проблем, а также алгоритмы, на основании которых можно спрогнозировать подобные экологические ситуации и успешно их избежать.

Выводы. Обучение студентов по кредитно-модульной технологии при изучении дисциплины «Экология и устойчивое развитие» на естественных и гуманитарных факультетах университета, показало его актуальность и большую заинтересованность студентов в познании экологических проблем. Использование новых технологий для повышения педагогической эффективности экологического образования способствует целостному восприятию современных экологических и социальных проблем во взаимной связи: от самых обших экологических и демографических закономерностей в сочетании с анализом потребления человечеством природных ресурсов до современных способов предотвращения экологического кризиса и достижения устойчивого развития человечества.

Применение кредитно-модульной технологии способствует формированию у студентов компетентциисамостоятельно приобретать новые научные сведения и их применение на практике.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Болонская декларация «О европейском регионе высшего образования», г.Болонья, Италия, 1999.

2. Приказ и.о. Министра образования и науки Республики Қазахстан от 22.11.2007. – № 566. – С.3-4.

3. Кулекеев Ж.А., Гамарник Г.Н., Абдырасылова Б.С. Основы кредитной системы обучения в Казахстане. – Алматы: Қазақ университеті, 2004. – С. 39-42.

4. Ларионова М.В. Формирование общеевропейского образовательного пространства. Задачи для российской высшей школы // Вопросы образования. – 2005. – № 4.

5. Чистохвалов В.Н. Системы накопления и перевода кредитов, используемые в европейских и американских университетах // Материалы к совещанию «Проблемы введения кредитной системы высшего профессионального образования». 25-26 марта 2002 г. – М.: РУДН, 2002.

6. Сластенин В., Исаев И. и др.Педагогика: Учебное пособие. Москва 2009г.

7. Попов Ю.В., Подлеснов В.Н., Садовников В.И., Кучеров В.Г., Андросюк Е.Р. Практические аспекты реализации многоуровневой системы образования в техническом университете: Организация технология обучения.

Рецензент: д.пед.н., проф. Плахотнік О.В.

УДК 159.9:37.015.3:378

к.пед. н., доц. **Кубіцький С.О.** (НУБіП)
Михайленко В.П. (ВІКНУ)
Гап'юк В.М. (ВІКНУ)
Стаднійчук І.П. (НУБіП)

РОЗВИТОК ФАХОВИХ КОМПЕТЕНЦІЙ МАЙБУТНІХ ТЕХНІКІВ-МЕХАНІКІВ З ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ З ПОЗИЦІЙ ДІЯЛЬНІСНОГО ТА ОСОБИСТІСНО ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДІВ

У статті представлено обґрунтування сутності діяльнісного та особистісно орієнтованого підходів до розвитку фахових компетенцій з електротехніки майбутніх техніків-механіків у процесі професійної підготовки в коледжі. Проаналізовано організаційний та соціально-психологічний аспекти навчальної діяльності студента з вивчення електротехніки в коледжі. З'ясовано різницю між традиційним і особистісно орієнтованим підходами до вивчення електротехніки майбутніми техніками-механіками в коледжі.

Ключові слова: професійна підготовка, техніки-механіки, фахові компетенції, діяльнісний та особистісно орієнтований підходи, агротехнічний коледж.

В статье представлено обоснование сущности деятельностного и личностно ориентированного подходов к развитию профессиональных компетенций из электротехники будущих техников-механиков в процессе профессиональной подготовки в колледже. Проанализированы организационный и социально-психологический аспекты учебной деятельности студента из изучения электротехники в колледже. Выяснена разница между традиционным и личностно ориентированным подходами к изучению электротехники будущими техниками-механиками в колледже.

Ключевые слова: профессиональная подготовка, техники-механики, профессиональные компетенции, деятельностный и личностно ориентированный подходы, агротехнический колледж.

In the article the essence substantiation of personal approach to development professional competence from electrical engineers of the future -mechanics in the course of vocational training in college is presented. Organizational and socially-psychological aspects of educational activity of the student from studying electrical engineers in college are analysed. The difference between personal approach to studying electrical engineers the future mechanics in college is found out.

Keywords: vocational training, mechanics, professional competence, personal approach , agronomic college.

Агропромисловий комплекс як потенційний роботодавець окремої групи випускників І-ІІІ рівнів акредитації потребує нині нової генерації фахівців, здатних до саморозвитку, до швидкої адаптації в постійно змінних умовах професійної діяльності. Проблеми з ресурсним забезпеченням аграрного виробництва в Україні, наростанням екологічних проблем, становленням законів ринкової економіки в сільському господарстві вимагають високого рівня фахових компетенцій під час навчання у коледжі за допомогою новітніх технологій організації навчального процесу, введення новітніх форм і методів професійної підготовки.

Проблеми змісту та сутності професійної підготовки фахівців у системі степеневої освіти знайшли своє відображення у науковому доробку М.Алексюка, В. Безпалька, С. Вітвицької, О. Дубасенюк, Н. Кузьміної, Н.Ничкало, В. Кременя та ін. Основні засади компетентнісного підходу у системі вищої професійної освіти представлено у дослідженнях Е. Зеєра, І.Зимньої, С. Сисоєвої, А. Хуторського та ін. Проблеми професійної підготовки фахівців для агропромислового комплексу розглядаються у дослідженнях О. Каденюка (проблеми реформування вищої аграрної освіти України), Н. Гловина (формування у майбутніх фахівців аграрної сфери дослідницьких умінь), П. Лузана (розвиток навчально-пізнавальної активності студентів аграрних ВНЗ), Л. Сподіна (розвиток професійної

спрямованості майбутніх фахівців-аграріїв), В. Лозовецької (професійна підготовка молодшого спеціаліста для сільськогосподарського виробництва), В. Манько (підготовка майбутніх інженерів для аграрних підприємств), М.Миронюка (професійна спрямованість вивчення природничо-математичних дисциплін в аграрних профтехзакладах), М. Олійника (обґрунтування теоретико-методологічних засад наступності в системі неперервної професійної аграрної освіти), В. Рябця (вдосконалення практичної підготовки студентів агротехнічного коледжу), О. Скнар (вдосконалення форм і методів навчання в агротехнічних коледжах), М.Хоменка (практична підготовка майбутніх техніків), С. Якубовської (впровадження модульно-рейтингової моделі навчання в сільгосптехнікумах) та ін.

Метою статті є обґрунтування сутності діяльнісного та особистісно орієнтованого підходів до формування фахових компетенцій майбутніх техніків-механіків у агротехнічному коледжі.

Безперечно, основою теоретичного аналізу проблеми формування фахових компетенцій означеної групи фахівців є компетентнісний підхід, однак він тісно пов'язаний з діяльнісним та особистісно орієнтованим. Діяльнісний підхід до розвитку фахових компетенцій визначає, яким саме набором дій майбутнього фахівця створюється та чи інша компетенція. Основи діяльнісного підходу в педагогічній науці закладалися ґрунтовними дослідженнями М. Волкової, П. Гальперіна, Е. Зеєра, О.Леонтьєва, С.Смірнова, Т. Сорочан, В. Швирьова та ін. [1-7].

На думку Т. Сорочан, діяльнісний вимір компетентнісного підходу до навчання дозволяє переорієнтувати навчання з процесу на результат [7, с.10]. У межах діяльнісного підходу акцент робиться на активність, самостійність, самоосвіту та саморозвиток майбутнього фахівця [8].

Діяльнісний підхід дозволяє розглядати навчання як особливий вид діяльності, в якому присутні два протилежні, але взаємопов’язані процеси – викладання та учіння. Викладання – це цілеспрямований вид діяльності педагога; учіння – цілеспрямоване засвоєння студентом знань, умінь, навичок, соціального досвіду з метою їх використання у майбутній практичній професійній діяльності. Діяльність майбутнього техніка-механіка з вивчення електротехніки з метою формування фахових компетенцій може розглядатися як єдність організаційного та соціально-психологічного аспектів діяльності, як це представлено на рис.1.

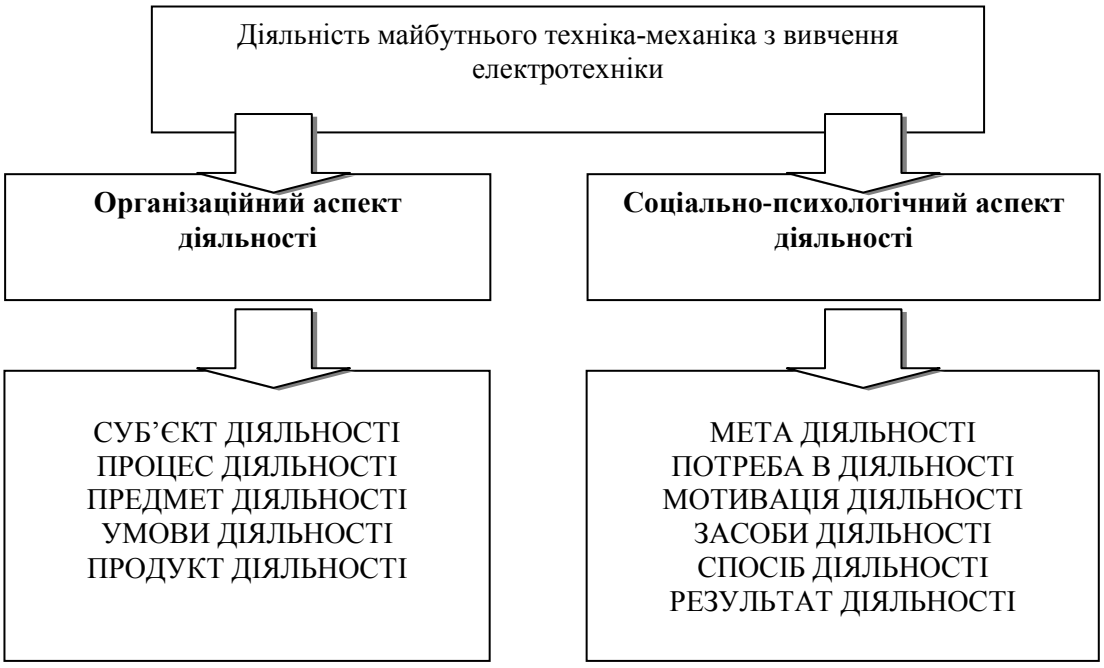


Рис.1. Організаційний та соціально-психологічний аспекти навчальної діяльності студента з вивчення електротехніки в коледжі

У процесі вивчення студентами електротехніки з урахуванням основних положень діяльнісного підходу у нього формуються певні універсальні навчальні дії, які реалізуються в процесі професійної підготовки і формування фахових компетенцій:

1) особистісні універсальні навчальні дії – самовизначення, само оцінювання власної навчальної діяльності тощо;

2) пізнавальні універсальні навчальні дії – загальні навчальні вміння, вміння постановки і вирішення завдань-ситуацій з електротехніки та ін.;

3) регулятивні універсальні навчальні дії – цілепокладання, планування, самоконтролю;

4) комунікативні універсальні навчальні дії – планування співробітництва на занятті з електротехніки, узгодження своїх дій з іншими студентами, побудова мовленнєвих актів, робота з навчальною інформацією з електротехніки та ін. [9].

Виходячи зі специфіки професійної підготовки майбутніх техніків-механіків у коледжі та особливостей вивчення ними електротехніки, можна сформулювати визначення основних понять діяльнісного підходу до означеної навчальної діяльності. *Мета* діяльності тлумачиться нами в цьому випадку як передбачуваний результат вивчення електротехніки у вигляді засвоєних знань, вмінь та навичок з цього предмета. *Потреба* – це відображення особистості студента в умовах, що задовольняють професійний розвиток майбутнього техніка-механіка. *Мотив* діяльності може виступати як психічне явище, яке означає спонукання до навчальної діяльності у вигляді вивчення електротехніки; спосіб діяльності окреслюється як сукупність наявних у студента знань елементів електротехніки, які в нього сформувалися перед вступом до коледжу. *Результатом* діяльності виступає новоутворення в структурі знань, умінь та навичок з електротехніки, тобто приріст професійного досвіду майбутнього техніка-механіка, що сприяє формуванню його фахових компетенцій.

Предметом навчальної діяльності у цьому випадку виступає зміст електротехніки як навчального предмета; *умовами* діяльності – навчальний процес у коледжі; *продуктом* діяльності є комплекс знань з електротехніки.

Залучення діяльнісного підходу до теоретичної основи нашого дослідження дає змогу окреслити й пояснити специфіку мислительної діяльності майбутнього техніка-механіка при вивченні ним електротехніки. Мислительна діяльність – це акт мислення, при якому студент вирішує елементарне завдання, яке не розкладається на більш прості. У мисленій дії є кілька елементів (етапів): усвідомлення завдання; виявлення асоціацій; формулювання пропозицій по вирішенню завдання; перевірка пропозицій; уточнення пропозицій щодо вирішення завдання; вирішення завдання. Таким чином, узагальнюючими мисленими діями є асоціації,пропозиції, умовиводи [10].

Прикладом реалізації діяльнісного підходу при підготовці майбутніх техніків-механіків у вивченні ними електротехніки може бути *навчання на основі поетапного формування розумових дій* (П. Гальперін) [2]. Для нашого дослідження таке тлумачення діяльнісного підходу є значущим, оскільки в ньому йдеться про знання як похідну від розумової дії. Дія при цьому включає кілька основних компонентів: предмет перетворення, продукт (мету навчання), засоби, процес перетворення, відображення і знання про всі вище названі компоненти. Предмет перетворення – це елемент змісту навчання електротехніці, який перетворюється в процесі дії. Продукт дії – це кінцевий результат у вигляді засвоєної суми знань, вмінь та навичок з електротехніки. Засобами дії виступають допоміжні об’єкти, які сприяють засвоєнню навчального матеріалу з електротехніки та формуванню відповідних професійних компетенцій.

Дії, за теорією поетапної розумової діяльності, можуть бути матеріалізованими, мовними і розумовими. У процесі вивчення електротехніки в коледжі важливими є всі три види дій. Матеріалізованими діями при цьому є дії з схемами, таблицями, електросхемами, комп’ютерними програмами, моделями та іншими знаковими системами. Мовні дії виявляють себе в обговоренні того чи іншого навчального матеріалу з електротехніки з

викладачем чи без нього; розумові дії реалізуються як представлення об'єкта вивчення у вигляді образів, правил, уявлень і т.п.

Ще одним прикладом реалізації діяльнісного підходу є *навчання на основі розв'язання проблеми*. Ця теорія є більш відомою сьогодні як проблемне навчання. За допомогою проблемного навчання ми зможемо вибудувати процес формування фахових компетенцій на засадах кейс-технології, яка також побудована на ґрунті проблемного підходу до навчання. Цей тип навчання, як свідчать наукові джерела (І. Лернер, М.Махмутов, М. Скаткін та ін.) [11-13], оснований на учінні шляхом розв'язання проблем і розвитку творчих здібностей студентів, а не просто на засвоєнні набору способів активізації пізнання і мислення. Студент, таким чином, отримує нові знання і змінює свій досвід не в готовій формі, а внаслідок власної розумової праці. Проблемні ситуації – це своєрідні сходинки до формулювання проблеми, її розуміння та вирішення. Отже, проблемне навчання – це тип навчальної діяльності, змістом якої є система проблемних завдань різного рівня складності, вирішуючи які, студент оволодіває новими способами дій і новими знаннями.

Важливим висновком з діяльнісної теорії вважаємо той, що головним компонентом навчальної діяльності є навчальне завдання (задача), вирішення якої приводить студента до зростання рівня фахової компетенції [14]. Навчальне завдання певним чином відрізняється від просто практичного завдання, оскільки в межах навчального завдання відбувається засвоєння понять чи способів діяльності. Наприклад, просте завдання на визначення сили струму в мережі має практичний результат у вигляді розв'язку цієї задачі, і має результат навчального завдання як набуте вміння визначати силу струму, використовуючи певні формули, тобто зміна досвіду студента як суб'єкта навчального процесу.

Особистісно орієнтований підхід до розвитку фахових компетенцій майбутнього фахівця потребує перебудови змісту освіти в коледжі з розрахованого на всіх, на такий, що враховує суб'єктивні надбання кожного; при тому ці надбання можна моніторити й порівнювати. Основи особистісно орієнтованого підходу закладені в професійній педагогіці працями О.Бондаревської, С. Вітвицької, Г. Селевка, С. Сисоєвої, В. Сєрікова, І.Якиманської, С. Яценко та ін.

Основна теза особистісно орієнтованого підходу – «яким бути?» замість «ким бути?» цілком відповідає предмету нашого дослідження. На основі особистісно орієнтованого навчання вивчення студентами окремих навчальних предметів (у нашому випадку - електротехніки) відбувається на заняттях, побудованих за особистісним принципом, у зв'язку з чим:

- використовуються різноманітні методи організації навчальної діяльності, щоб розкрити суб'єктний досвід кожного студента у процесі вивчення зазначеного предмета;
- створюється атмосфера зацікавленості у вивченні електротехніки, де використовується стимулювання студентів до вирішення проблемних завдань з електротехніки різними способами, без остраху помилитися;
- дидактичний матеріал використовується так, щоб дати можливість студентові обрати найбільш значущі для нього форми і методи засвоєння знань;
- діяльність студента в процесі вивчення електротехніки оцінюється не лише за кінцевим результатом (екзамен, залік), але й за самим процесом вирішення проблемних завдань;
- заохочується прагнення студента знаходити власні способи навчальної діяльності, аналізувати дії інших та знаходити найбільш раціональні способи діяльності;
- викладач має створювати на занятті з електротехніки ситуації творчого пошуку, чому сприяє проблемна організація навчального процесу.

Особистісно орієнтований підхід до формування фахових компетенцій майбутніх техніків-механіків у процесі вивчення ними електротехніки ґрунтується на теорії Л. Виготського про «зону найближчого розвитку», яка є суто індивідуальним феноменом і має враховуватися кваліфікованим викладачем як обов'язковий чинник успішного формування професійних компетенцій. Вчений дійшов висновку про залежність рівня ефективності

навчання від уміння педагога враховувати зону найближчого розвитку кожного учня чи студента; таким чином, особистісно орієнтований підхід дає можливість кожному студентові вчитися у власному темпі згідно зі своїми потребами і здібностями [15]. А якщо зважити, що потреби студента є основою мотивації до формування фахових компетенцій, то стає зрозумілим зв'язок між зазначеними теоретичними викладками і обраною нами проблемою дослідження.

Відмінності в процесі і результаті вивчення електротехніки майбутніми техніками-механіками на засадах традиційного та особистісно орієнтованого підходів представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Різниця між традиційним і особистісно орієнтованим підходами до вивчення електротехніки майбутніми техніками-механіками в коледжі

Традиційний спосіб вивчення електротехніки	*Особистісно орієнтований підхід до навчання електротехніки у коледжі*
Спостерігається орієнтація на колективні і фронтальні форми роботи на заняттях з електротехніки	Відбувається переорієнтація на самостійну роботу студентів з задачами-ситуаціями з електро-техніки, які мають практичний характер
Викладач працює з групами студентів різного рівня успішності	Викладач повинен працювати з кожним студентом з урахуванням його рівня залишкових знань та змін у досвіді, набутих в процесі вивчення електротехніки
Навчальний матеріал з електротехніки орієнтується на «усередненого» студента	Зміст навчального матеріалу орієнтується на успішність і здібності того чи іншого студента окремо
Обсяг знань з електротехніки встановлюється однаковий, після чого до нього добирається зміст того чи іншого заняття	Обсяг знань встановлюється залежно від рівня знань того чи іншого учня, у зв’язку з чим формується зміст кожного заняття з електротехніки
Рівень складності завдань з електротехніки обирається за принципом «від простого – до складного»	Складність завдань з електротехніки обирається для занять залежно від рівня знань кожного студента
Новий матеріал з електротехніки викладається переважно викладачем	Новий матеріал з цього навчального курсу повідомляється і викладачем, і студентами
Оцінювання рівня успішності здійснюється виключно викладачем	Оцінювання відбувається спочатку студентом, а тоді викладачем
Використовуються лише кількісні методи оцінювання знань з курсу електротехніки	Використовуються як кількісні, так і якісні методи оцінювання знань студентів з курсу електротехніки
Домашні завдання, їх зміст, рівень складності і обсяг визначаються викладачем	Рівень складності і обсяг домашнього завдання обирається студентом залежно від рівня засвоєння навчального матеріалу
Стратегії пізнання не є об’єктом зацікавленості викладача електротехніки	Викладача електротехніки цікавлять, насамперед, стратегії індивідуального пізнання навчального матеріалу з електротехніки, які підлягають обговоренню
Маршрут пізнання і засвоєння навчального матеріалу з електротехніки обирається викладачем	Маршрут індивідуального пізнання з електротехніки узгоджується з викладачем, але здійснюється студентом індивідуально

Особливе місце в реалізації особистісно орієнтованого підходу до формування фахових компетенцій майбутніх техніків-механіків у процесі вивчення ними електротехніки має робота в малих групах, особливо ефективна в процесі лабораторно-практичного циклу занять. Структура таких занять, як правило, вміщує два етапи. На першому – відбувається робота студентів у малих групах по вирішенню задач-ситуацій методом кейс-технології. При цьому студенти мають змогу навчатися один у одного, додатково засвоювати матеріал, який не був пророблений на попередніх заняттях, обговорювати хід лабораторного заняття та вирішення проблемних задач-ситуацій практичного характеру. На другому етапі відбувається контроль і оцінювання знань з теми заняття, – переважно у вигляді тестового завдання чи самооцінки або ж взаємооцінки виконаної роботи з електротехніки.

В межах особистісно орієнтованого підходу до навчання електротехніці критеріями ефективності навчальної діяльності з електротехніки є: використання творчих проблемних завдань; створення позитивного настрою студентів під час вивчення предмета; обговорення зі студентами не лише результатів навчального заняття з електротехніки, але й їхнього сприйняття навчального матеріалу; оцінювання не лише правильності рішень навчальних завдань, але й процесу міркування студента, способів діяльності щодо вирішення проблемних ситуацій, самостійності й оригінальності застосованих навчальних дій [16]. Особистісно орієнтований підхід до вивчення електротехніки майбутніми техніками-механіками передбачає можливість реалізації провідних особистісно орієнтованих технологій навчання, а саме:

1) технології різнорівневого навчання, коли студентам пропонуються навчальні задачі з електротехніки різного рівня складності, причому студентів можна умовно поділити на кілька навчальних груп: малоздібні, які не мають можливості досягти раніше наміченого рівня знань з електротехніки навіть при значних витратах навчального часу; посередньо здібні, для яких характерним є залежність успіхів у навчанні від витрат навчального часу; талановиті, які вирішують навчальні завдання з електротехніки незалежно від часу;

2) технологія колективного взаємонавчання, при якій відбувається вивчення електротехніки в парах змінного складу – статичних, динамічних, варіаційних;

3) технологія співробітництва, в межах якої можливим є вирішення проблемних завдань з електротехніки в команді, що забезпечує індивідуальну відповідальність студентів і рівні шанси на успіх;

4) технологія модульного навчання, за якої засвоєння електротехніки відбувається при роботі студентів з навчальними модулями; модулі дають змогу індивідуалізувати навчання і вивчення електротехніки залежно від обсягу навчального курсу [17].

У процесі реалізації особистісно орієнтованого підходу до вивчення електротехніки майбутніми техніками-механіками в коледжі розвиваються фахові інтелектуальні компетенції майбутніх фахівців, а саме: здатність виділяти в інформації з електротехніки найбільш суттєве, головне; вміння систематизувати навчальний матеріал, будувати різноманітні схеми й моделі з курсу електротехніки; навички користуватися довідниковою та словниковою літературою; вміння розкривати навчальний матеріал у порівнянні, на підставі міждисциплінарних зв'язків з математикою, фізикою, технологічними дисциплінами тощо; здатність розуміти сутність ситуацій та задач з електротехніки; здатність висловлювати власне ставлення до явищ і понять електротехніки; вміння самостійно формулювати питання до нових задач-ситуацій з електротехніки та співставляти новий матеріал з уже вивченим; вміння логічно будувати обґрунтування відповіді чи розв'язку задач з електротехніки чи виступати по теоретичному матеріалу; здатність формулювати гіпотези до розв'язку задач з електротехніки [18].

Висновки. Таким чином, у процесі теоретичного аналізу проблеми формування фахових компетенцій майбутніх техніків-механіків можна виокремити провідні теоретичні підходи, які дають можливість охарактеризувати сутність об'єкта і предмета дослідження, серед яких важливе значення мають діяльнісний та особистісно орієнтований. Вибір зазначених підходів обґрунтований тематикою роботи та її науковим апаратом, а також

поставленими перед дослідженням завданнями. Перспективи подальших наукових пошуків вбачаються нами в обґрунтуванні базових категорій досліджуваної проблеми та формулюванні уточнених визначень понять «фахові компетенції техніка-механіка», «професійна компетентність майбутнього техніка-механіка».

ЛІТЕРАТУРА:

1. Волкова М.Н. Деятельностный подход и категория деятельности в психологи : учебное пособие / М.Н. Волкова. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2007. – 78 с.

2. Гальперин П.Я. Введение в психологию / П.Я. Гальперин : учебное пособие для вузов. – М.: Книжный дом «Университет», 1999. – 332 с.

3. Зеер Э.Ф. Психология профессионального образования / Э.Ф. Зеер. – 2-е изд., перераб. – М: Издательство Московского психолого-социального института; Воронеж: Изд-во НПО «МОДЭК», 2003. – 480 с.

4. Смирнов С.Д. Педагогика и психология высшего образования: от деятельности к личности / С. Д. Смирнов: учебное пособие для слушателей факультетов и институтов повышения квалификации преподавателей ВУЗов и аспирантов. – М.: Аспект Пресс, 1995. – 414 с.

5. Швырев В.С. Научное познание как деятельность / В С. Швырев. – М.: Политиздат, 1984. – 147 с.

6. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность / А.Н. Леонтьев. – М.: Педагогика, 1975. – 304 с.

7. Сорочан Т. Характеристика професіоналізму управлінської діяльності керівників шкіл на засадах компетентнісного підходу / Т. Сорочан // Шлях освіти. – 2005. – №3. – С.9-12.

8. Родигіна І. Формування основних груп компетентностей учнів : продуктивне навчання / І. Родигіна // Директор школи, ліцею, гімназії. – №1. – 2006. – С.27-32.

9. Ушакова Н.Ю. Место самостоятельной работы в модели личностно-ориентированной технологии обучения в профессиональном образовании. [Оренбург]. URL: tp://www.orenport.ru/docs/281/work_stud/Members/Uchakova.htm.

10. Козаков В.А. Психолого-педагогічна підготовка фахівців у непедагогічних університетах: методологія та практика / В.А. Козаков, Д.І. Дзвінчук. – К.: ЗАТ "НІЧЛАВА", 2003. – 140 с.

11. Дидактика средней школы / Под ред. М.Н. Скаткина, И.Я. Лернера. – М.: Просвещение, 1975. – 319 с.

12. Лернер И.Я. Проблемное обучение / И.Я. Лернер. – М. : Знание, 1974. – 64 с.

13. Махмутов М.И. Организация проблемного обучения в школе. Книга для учителей / М.И. Махмутов. – М.: «Просвещение», 1977. – 240 с.

14. Козаков В.А. Психологія діяльності та навчальний менеджмент / В.А. Козаков : підручник. – К.: КНЕУ, 2000. – 244 с.

15. Выготский Л.С. Педагогическая психология / Л.С. Выготский. – М. : Просвещение, 1999. – 536 с.

16. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии / Г.К. Селевко : учебное пособие. – М.: Народное образование, 1998. – 256 с.

17. Якиманская И.С. Личностно-ориентированное обучение в современной школе / И. С. Якиманская. – М. : Сентябрь, 2000. – 144 с.

18. Зеер Э.Ф. Ключевые квалификации и компетенции в личностно -ориентированном профессиональном образовании / Э. Ф. Зеер // Образование и наука. – 2000. – № 3. – С. 90-102.

Рецензент: к.пед.н., доц. Безносюк О.О.

УДК 37.046.16

к.пед.н., доц. **Марченко Г.В.**
(ДВНЗ ДДПУ ГІІМ, м. Горлівка)

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ВИХОВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ КУРАТОРА СТУДЕНТСЬКОЇ ГРУПИ

Узагальнено теоретичні основи виховної діяльності куратора, розкрито його функціональні обов'язки, завдання і зміст роботи куратора, схарактеризовано принципи і правила виховної діяльності.

Ключові слова: вища освіта, куратор, виховна діяльність, розвиток особистості, студент.

Обобщены теоретические основы воспитательной деятельности куратора, раскрыты его функциональные обязанности, задачи и содержание работы куратора, охарактеризованы принципы и правила воспитательной деятельности.

Ключевые слова: высшее образование, куратор, воспитательная деятельность, развитие личности, студент.

The author systematizes theoretical foundations of curator's educational activities, reveals his functional responsibilities, objectives and content of the curator's activity, and characterizes the principles and rules of educational activities.

Keywords: higher education, curator, educational activities, personal development, student.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими або практичними завданнями. Історично склалося, що реалізація виховної роботи у студентських групах здійснюється через інститут кураторів. Це управлінська ланка, яка взаємодіє з іншими у системі позааудиторної виховної роботи і забезпечує її організацію на рівні студентської академічної групи. Результатом діяльності куратора є набуття молодою людиною соціального досвіду, формування національної свідомості, ціннісних орієнтацій і розвиток індивідуальних якостей особистості. Але сьогодні інститут кураторства не є настільки ефективним, наскільки цього вимагають соціокультурні умови функціонування суспільства й освітньої сфери.

Державні документи з питань вищої освіти свідчать про те, що Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України рекомендує освітянам зосереджувати більше уваги на виховній роботі у вищих навчальних закладах. Для реалізації виховних завдань всі учасники освітнього процесу повинні спрямовувати свої зусилля на те, щоб кожна лекція, семінарське чи практичне заняття мали велике виховне значення, а викладання будь-якої дисципліни формувало б у студентів не лише професійні якості, а й сприяло б засвоєнню загальнолюдських норм моралі, виховувало б почуття патріотизму, громадянської та національної гідності, активну життєву позицію в процесі державотворення. Найважливіша роль у вирішенні означених завдань належить кураторам академічних груп.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується дана стаття. Куратор академічної групи виступає координатором дій усіх викладачів ВНЗ щодо здійснення ними навчальної і виховної діяльності. Куратор є головною ланкою у стосунках професорсько-викладацького складу, ректорату, батьків і студентів. Він має допомагати студентам пізнавати й шанувати традиції і закони вищого навчального закладу, швидше адаптуватися в ньому. Робота з батьками теж є обов'язком куратора: контакт з групою неможливий без знання сімейних умов життя студента, родинних стосунків тощо.

Куратор виконує функцію не тільки вихователя, а й викладача-предметника, науковця, профорієнтаційного діяча. Посада куратора академічної групи має сприяти розв'язанню проблем підростаючого покоління – активізації розумових і моральних здібностей, професійних якостей майбутніх спеціалістів. Зміст роботи куратора визначається завданнями вищого навчального закладу з підготовки молоді до науково-практичної діяльності, виховання у неї кращих рис інтелігенції. У роботі куратора актуальними залишаються

питання адаптації студентів, організації науково-дослідницької роботи, виховання інтелігентності, роботи з батьками обдарованих студентів тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор. Проблеми кураторства досліджуються у працях Вітвицької С.С., Дмитрика І.С., Бурлаки Я.І. (теоретичні засади роботи куратора), Дубасенюк О.А., Харрасова М.Х., Кабаковича Г.А., Воробйова М.К. (методичні рекомендації для кураторів) та багатьох ін. [1; 3; 5; 6; 8].

Формулювання цілей статті. Пропонована стаття присвячена узагальненню теоретичних засад виховної діяльності куратора сучасного вищого навчального закладу.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Одним з перших документів вищої школи Російської Імперії, в якому певним чином регламентувалася робота куратора, є Інструкція для кураторів технологічного інституту Томська, затверджена в 1903 році імператором Миколою II. У ній, зокрема, йдеться про те, що в обов'язки куратора входить клопотання перед керівництвом про задоволення важливих, і в законних формах заявлених, потреб студентів, а також турбота про задоволення духовних і матеріальних потреб студентів, зокрема організація наукових і літературних гуртків, гуртків для занять мистецтвами, фізичними вправами, організація студентських бібліотек і читалень, допомога студентам у пошуку дешевих і здорових квартир. З моменту ухвали цього документа пройшло понад століття, проте ідеї, що він містить, актуальні і сьогодні.

У Положенні про куратора студентської академічної групи зазначено, що головною метою діяльності куратора є сприяння самопізнанню і самовихованню, творчому саморозвитку особистості кожного студента, яка поєднує загальну і професійну культуру, людську гідність, громадянську позицію і патріотизм, самостійність і відповідальність, працездатність і працьовитість. Досягається ця мета через вирішення наступних завдань: сприяння інтелектуальному і фізичному розвитку кожного студента групи, його становленню як громадянина і професіонала; турбота про безпеку життєдіяльності студентів групи, їх моральний і соціальний захист; сприяння в організації харчування і медичного обслуговування, формуванню потреби у здоровому способі життя [9].

Різні за стилем, але схожі за ідеями, обидва документи розкривають зміст роботи куратора у вищому навчальному закладі та ставлення до неї, як до необхідної, соціально значущої, покликаної створювати оптимальні умови для саморозвитку особистості студента діяльності.

Серйозні зміни, що відбуваються сьогодні у всіх сферах соціального життя, торкаються широкого спектру взаємин суспільства й особистості. З одного боку, ці відносини стають жорсткішими, такими, що вимагають конкурентоспроможності всіх суб'єктів, що беруть участь у них, з іншого – відкривають можливості для вільного самовизначення, самореалізації людини на основі адекватного вибору способів вирішення своїх соціальних проблем. Ці зміни обумовлюють пошук нових підходів до організації діяльності учасників педагогічного процесу в освітніх установах, і перш за все, у вищих навчальних закладах, де потребують зміни основи взаємодії викладача і студента на основі гуманізації і демократизації, співпраці і рівноправного партнерства.

Як зазначає Вітвицька С. С., куратор призначається адміністрацією університету на підставі подання декана факультету, а також з урахуванням побажань студентів для роботи з академічними групами I – V курсів [1].

На посаду куратора академічної групи зазвичай призначається провідний спеціаліст, досвідчений педагог. Діяльність куратора академічної групи здійснюється на підставі Статуту університету, Концепції виховної роботи з урахуванням особливостей і традицій університету.

Зміст діяльності куратора визначається Законом України «Про освіту», Державною національною програмою «Освіта. Україна XXI сторіччя»; «Концепцією виховання дітей та молоді у національній системі освіти», «Національною доктриною розвитку освіти України у

XXI столітті», відповідними інструктивно-методичними документами Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України, а також положеннями, розробленими структурними ланками університету [2; 4].

Організаційно-методична допомога кураторам надається адміністрацією згідно з їх посадовими обов'язками та рівнем професійної компетентності. Методична підготовка куратора забезпечується різноманітними формами методичної роботи [1, с. 143-144].

Куратор спрямовує свою діяльність на створення таких умов, за яких студенти якнайшвидше можуть знайти себе і своє місце у студентському колективі і в соціальному житті. Куратор є організатором діяльності студентів у групі і координатором виховних дій. Саме він безпосередньо взаємодіє як із студентами, так і з викладачами.

Успіх у формуванні фахівця багато в чому залежить від правильно побудованого педагогічного процесу, в якому безпосередньо бере участь куратор, який і несе пряму відповідальність за підготовку студентів до майбутньої професії.

Головне в діяльності куратора – сприяння саморозвитку особистості, реалізації її творчого потенціалу, забезпечення активного соціального захисту студента, створення необхідних і достатніх умов для активізації зусиль студентів для вирішенням навчально-пізнавальних і життєво-соціальних проблем [7-8].

Зміст діяльності куратора визначається покладеними на нього державними документами функціями як керівника педагогічного процесу в студентській групі. Фахівці виділяють три рівні функцій куратора.

До першого рівня науковці відносять педагогічні і соціально-гуманітарні функції, які орієнтовані на створення умов для соціального розвитку студентів, на допомогу студентові як у вирішенні його актуальних особистих проблем, так і в підготовці до самостійного життя, такі як виховання студентів; соціальний захист студента від пагубних дій навколишнього соціального середовища.

Головне призначення організаторської функції – підтримка ініціативи, пов'язаної з удосконаленням мікросередовища, ВНЗ і самих студентів, тобто головне в роботі куратора – це надання допомоги студентам в їхній самоорганізації. Куратор організовує пізнавальну, трудову, естетичну діяльність студентів, а також їх вільне спілкування, що є частиною дозвілля. Важливою видається реалізація функції об'єднання колективу, яка не є самоціллю, а способом досягнення поставлених перед студентською групою завдань.

До третьої групи функцій науковці відносять: діагностичну, функцію цілепокладання, планування, контролю і корекції.

Реалізація діагностичної функції передбачає виявлення куратором наявного рівня вихованості й освіченості студента і постійне відслідковування змін в процесі розвитку особистості. Вона спрямована на дослідження й аналіз особистості й індивідуальності студента, на пошук причин неефективності результатів цілісного педагогічного процесу. Реалізуючи діагностичну функцію, куратор визначає результативність своєї діяльності, а діагностика з інструменту дослідження перетворюється на інструмент формування особистості і розвитку індивідуальності студента.

Функція цілепокладання передбачає спільне, куратором і студентами, вироблення цілей виховної діяльності. Ступінь участі куратора в цьому процесі залежить від рівня сформованості студентського колективу.

Метою кураторів має бути активізація процесу професійної адаптації студентів, яка являє собою складний, багатокомпонентний процес цілеспрямованого й активного включення студентів у навчальну діяльність, що передбачає опанування комплексом професійних знань, умінь і навичок, залучення до вимог, норм і цінностей педагогічної професії за допомогою навчально-виховного процесу, внаслідок чого у студентів виробляються професійна свідомість і активне позитивне ставлення до життя.

Основна мета функції контролю і корекції в діяльності куратора – це забезпечення постійного вдосконалення виховного процесу. Реалізація функції контролю передбачає виявлення, з одного боку, позитивних результатів а з іншою – причин недоліків і проблем,

що виникають в процесі виховання. На основі аналізу результатів контролю здійснюється корекція роботи куратора як зі студентською групою в цілому, так і з конкретною групою студентів або окремим студентом. Контроль роботи куратора – це не стільки контроль з боку адміністрації, скільки самоконтроль. Корекція – це завжди спільна діяльність куратора і колективу студентської групи в цілому, групи або окремих студентів. Три вище перелічені групи функцій визначають зміст діяльності куратора студентської групи [8, с. 8-10].

Одним із завдань гуманізації педагогічного процесу є виховання високоосвіченого і добре вихованого покоління, що сприйняло всі досягнення створеної людством культури. У зв'язку з цим перед куратором висуваються наступні завдання: постійно вдосконалювати професійні знання про роль наставництва, методичний арсенал та рівень професійної готовності до вирішення професійних завдань.

Загальна мета виховання студентської молоді досягається через вирішення низки конкретних завдань, а саме:

- орієнтація студентів на гуманістичні світоглядні установки і життєві цінності в нових соціально-політичних і економічних умовах суспільства, визначення свого місця і мети життєдіяльності, формування самосвідомості і гуманістично направлених вищих потреб особистості;

- формування менталітету громадянина й інтелігента: громадянськості, національної самосвідомості, патріотизму, пошани до законності і правопорядку, внутрішньої свободи і відчуття власної гідності, потреби в доброчинній діяльності, в милосерді;

- виховання потреби студентів у саморозвитку, в освоєнні художніх і наукових досягнень загальнолюдської і національної культури, у формуванні відчуття міри, смаку, стилю самореалізації, що дозволяє творчо брати участь в культурному житті суспільства;

- залучення до загальнолюдських норм моралі, національних традицій, кодексу професійної честі і моральних цінностей відповідних соціальних верств і груп, розвиток навичок адекватної самооцінки, оцінки результатів своєї діяльності;

- виявлення і розвиток задатків, формування на їх основі загальних і спеціальних здібностей, індивідуальності особистості, піднесення її творчого потенціалу і здібності до саморозвитку;

- виховання потреби до праці як першої життєвої необхідності і важливої життєвої цінності, цілеспрямованості і завзятості, конкурентоспроможності у всіх сферах життєдіяльності;

- виховання потреби в здоровому способі життя, в зміцненні духовного і фізичного здоров'я, прагнення до створення сім'ї, продовження роду, матеріальному забезпеченні і вихованні нового покоління у дусі гуманізму і демократії.

Принцип гуманістичної орієнтації виховання вимагає розгляду студента як головної цінності в системі людських відносин, головною нормою яких є гуманність. Принцип гуманізму вимагає шанобливого ставлення до кожної людини, а також забезпечення свободи совісті, віросповідання і світогляду, виділення як пріоритетних завдань турботи про фізичне, соціальне і психічне здоров'я студента. Умовами реалізації даного принципу є: добровільність включення студента в ту або іншу діяльність; віра кожного студента в можливість досягнення поставленої мети; оптимістична стратегія у визначенні виховних завдань; попередження негативних наслідків в процесі педагогічної дії; готовність студентів до соціального самозахисту своїх інтересів при усвідомленні своєї соціальної захищеності; врахування інтересів студентів, їх індивідуальних смаків, переваг, пробудження нових інтересів.

У практичній педагогічній діяльності цей принцип відбивається в наступних правилах: опора на активну позицію студента, його самостійність і ініціативність; у спілкуванні зі студентом має домінувати шанобливе відношення до нього; куратор повинен не тільки закликати студента до добра, але й бути добрим; куратор має захищати інтереси студента і допомагати йому у вирішенні його актуальних проблем; поетапно вирішуючи виховні задачі, куратор повинен постійно шукати варіанти їх рішення, які більшою мірою принесуть

користь кожному студентові; захист студента повинен бути пріоритетним завданням педагогічної діяльності куратора; у групі і інших об'єднаннях студентів куратор повинен формувати гуманістичні відносини, які не припускають приниження гідності студентів.

Принцип соціальної обумовленості й адекватності виховання вимагає відповідності змісту і засобів виховання в соціальній ситуації, в якій організовується виховний процес. Завдання виховання орієнтовані на реальні соціально-економічні умови і припускають формування у студентів прогностичної готовності до реалізації різноманітних соціальних завдань. Реалізація принципу можлива тільки на основі врахування різноманітного впливу соціального середовища. Умовами реалізації принципу є: взаємозв'язок виховних завдань вищого навчального закладу і завдань соціального розвитку демократичного суспільства; координація взаємодії соціальних інститутів, що позначається на активності студента; забезпечення комплексу соціально-педагогічної допомоги студентам; орієнтація педагогічного процесу на реальні можливості соціуму; врахування різноманітних чинників навколишнього соціального середовища; корекція різноманітної інформації, яку отримують студенти, зокрема від засобів масових комунікацій; куратор повинен корегувати негативний вплив навколишнього середовища на студента; всі учасники виховного процесу повинні взаємодіяти.

Принцип індивідуалізації виховання студентів передбачає побудову індивідуальної траєкторії соціального розвитку кожного студента, розробку спеціальних завдань відповідно його особливостям, включення студентів у різні види діяльності, розкриття потенціальних сил і здібностей особистості у навчальній і поза аудиторній діяльності, створення можливості кожному студентові для самореалізації і саморозкриття.

Умовами реалізації принципу індивідуалізації виступають: моніторинг змін індивідуальних якостей; визначення ефективності впливу різноманітних чинників на розвиток особистості; вибір спеціальних засобів педагогічного впливу на кожного студента; врахування індивідуальних якостей студента при виборі виховних засобів для його розвитку; створення можливостей самостійного вибору студентом способів участі у позанавчальній діяльності, а також вибору сфери додаткової освіти.

У практичній педагогічній діяльності цей принцип реалізується в наступних правилах: виховна робота має орієнтуватися на розвиток кожного студента; успіх виховної дії при роботі з одним студентом не повинен негативно впливати на виховання інших; обираючи виховний засіб, необхідно враховувати індивідуальні якості й особливості студента.

Принцип соціального гартування студентів передбачає включення студентів в ситуації, які вимагають вольового зусилля для подолання негативної дії соціуму, вироблення певних способів цього подолання, адекватних індивідуальним особливостям людини, придбання соціального імунітету. У педагогічній діяльності цей принцип реалізується в наступних правилах: проблеми відносин студентів треба вирішувати зі студентами, а не замість них; студент не завжди повинен легко домагатися успіху в своїх відносинах з людьми: важкий шлях до успіху – застава успішного життя надалі; не тільки радість, але і страждання, переживання виховують людину; вольових зусиль для подолання труднощів у людини не буде завтра, якщо їх немає сьогодні; не можна передбачити всі труднощі життя, але людині треба бути готовою до їх подолання.

Принцип створення виховуючого середовища вимагає створення в навчальному закладі таких відносин, які б сприяли соціалізації студента. Створення виховуючого середовища припускає взаємну відповідальність учасників педагогічного процесу, співпереживання, взаємодопомогу, здатність разом долати труднощі. Цей принцип також означає, що у ВНЗ і соціальному оточенні мають домінувати творчі аспекти при організації навчальної і позанавчальної діяльності, при цьому творчість виступає як критерій оцінки особистості і відносин у колективі.

Реалізація принципу можлива за наступних умов: виділення домінуючої мети колективу, яка об'єднує педагогів і студентів; визначення провідної діяльності, що є значущою для всіх членів колективу; розвиток студентського самоврядування, ініціативи і

самостійності, створення різноманітних студентських об'єднань; формування позитивного ставлення до творчості (виховуюче середовище має бути евристичним); неповторність навчального закладу; наявність відносин «відповідальної залежності» у середовищі педагогів і студентів.

Цей принцип відбивається у ряді правил організації педагогічної діяльності: ВНЗ для студента дійсно має бути Alma Mater, і він має відчувати причетність до успіхів і невдач колективу; педагоги і студенти – члени одного колективу – допомагають один одному; загальна мета ВНЗ – мета кожного педагога і студента; необхідно реально довіряти студентам, а не грати з ними в довіру; кожен у колективі має бути творцем відносин і нових справ; байдужий педагог народжує байдужих студентів.

Перераховані принципи, умови і правила відображають сутність особистісно орієнтованого підходу до організації освітнього процесу у ВНЗ.

Висновки. Отже, роль куратора полягає в створенні таких умов, які б допомогли студентам знайти себе і своє місце в студентському колективі і в соціальному житті. Куратор є організатором діяльності студентів і координатором виховних дій.

У своїй виховній роботі куратор реалізує педагогічні принципи гуманізації, соціальної обумовленості навчання і виховання, індивідуалізації, соціального гартування, створення виховуючого середовища.

Головне в діяльності куратора – сприяння саморозвитку особистості, реалізації її творчого потенціалу, забезпечення активного соціального захисту студента, створення необхідних і достатніх умов для активізації зусиль студентів для вирішення навчальних і життєвих проблем.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Вітвицька С.С. Основи педагогіки вищої школи: Підручник за модульно-рейтинговою системою навчання для студентів магістратури / С.С. Вітвицька. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 348 с.

2. Виховна робота в закладах освіти України // Збірник нормативних документів та методичних рекомендацій з питань організації виховної роботи / МОН України, ІСДО. – К. : ІСДО, 1995. – 136 с.

3. Воробьев М.К. В помощь куратору студенческой группы / М. К. Воробьев. – Мн. : МРТИ, 1979. – 276 с.

4. Державна національна програма «Освіта»(Україна XXI століття) // Освіта. – 1993. – № 44-46. – 38 с.

5. Дмитрик І.С., Бурлака Я.І. Технологія виховного процесу / І.С. Дмитрик, Я.І. Бурлака – К., 1991. – 347 с.

6. Дубасенюк О.А. Методичні рекомендації керівнику академічної групи з виховної роботи серед студентів педагогічного університету / О.А. Дубасенюк – Житомир : Житомир, пед. ун-тет, 2000. – 214 с.

7. Методические рекомендации для кураторов академических групп младших курсов по проведению часа куратора / Под ред. М.П. Ходакова. – Екатеринбург : Издательство АМБ, 2003. – 268 с.

8. Методические рекомендации для кураторов академических групп младших курсов / Составители: М.Х. Харрасов, Г.А. Кабакович, Я.Т. Султанаев, Н.Д. Морозкин, Р.Ф. Талипов, В.М. Суханов, Б.С. Галимов, С.Т. Аслаев В.И. Баймурзина, М.А. Рафикова, В.Ю. Лыткина. – Уфа, 2005. – 256 с.

9. Положення про куратора академічної групи вищого закладу освіти // http://nurse.net.ua/documentu/vuhovna.robota/4_Polojennya_pro_kuratora.pdf режим доступу 4.10.2012 р.

Рецензент: д.пед.н., проф. Плахотнік О.В.

УДК 378. 126

д.пед.н., проф. **Плахотнік О.В.** (КНУ)
к.пед.н., доц. **Безносюк О.О.** (ВІКНУ)

ОЦІНЮВАННЯ І ВИЗНАННЯ ДИПЛОМІВ: ЄВРОПЕЙСЬКИЙ КОНТЕКСТ

У статті розглянуто систему та структуру кваліфікацій європейського простору вищої освіти та проблеми в оцінюванні й визнанні дипломів у європейському контексті. Відмова від терміну "еквівалентність" й усе ширше застосування "визнання" означає перемогу нових теоретичних уявлень про оцінювання, порівняння і визнання закордонних освітніх кваліфікацій, про достатню відповідність у загальному рівні та функціях між закордонним документом про освіту і національним.

Ключові слова: еквівалентність, визнання ,диплом, освітні кваліфікації.

В статье рассмотрена система и структура квалификаций европейского пространства высшего образования и проблемы в оценке и признании дипломов в европейском контексте. Отказ от термина "эквивалентность" и все более широкое применение "признание" означает победу новых теоретических представлений об оценке, сравнении и признании иностранных образовательных квалификаций, о достаточной соответствие на общем уровне и функциях между зарубежным документом об образовании и национальным.

Ключевые слова: эквивалентность, признание, диплом, образовательные квалификации.

The article deals with the system and structure of qualifications of the European Higher Education Area and problems in assessment and recognition of qualifications in the European context. Denial of the term "equivalence" and all wider use of "recognition" mean the victory of new theoretical ideas about the evaluation, comparison and recognition of foreign educational qualifications of sufficient compliance in the general level and function between foreign documents on education and national.

Keywords: equivalence and recognition, diploma, educational qualifications.

Класичні ліцеї й університети XIX-XX сторіч стали не лише національними, але й націоналістичними інституціями, що в тогочасних умовах загострення політичних протиріч істотно погіршило атмосферу у визнанні закордонних освітніх кваліфікацій, сприяло застосуванню "прокрустового" способу їх оцінювання й порівняння з національними атестатами і дипломами. Винятком з цього сумного правила була лише сфера найвищих наукових пошуків, тому звання доктора наук (або філософії) гарантувало той чи інший рівень автоматичного міжнародного визнання.

Майже все XX сторіччя пройшло в умовах домінування концепції "еквівалентності" (equivalency) у теорії і практиці оцінювання і визнання закордонних освітніх кваліфікацій. Формально термін означає відношення паритету (рівності без повної тотожності) щодо вартості, змісту і меж використання освітніх кваліфікацій двох чи кількох країн. Практично ж еквівалентність під час прийняття рішення про визнання закордонного диплома найчастіше виявлялася ближчою до повної тотожності, аніж до подібності (приклади можна і досі знайти у багатьох країнах, які, як Італія, в оцінюванні чужих документів спираються на національні закони чи акти мало не сторічного віку). Враховуючи, що навіть в одній і тій же країні немає тотожних програм у різних ВНЗ, лишається лише дивуватися, що мобільність все ж не була зведена нанівець. І досі принцип визнання у стилі "інколи трохи менше, але ні за яких умов не більше, аніж треба" (диплом з країни А аж ніяк не повинен давати більше прав у країні Б, як його власник має у країні А) має дуже багато впливових прихильників, що істотно гальмує прогрес у взаємовизнанні освітніх кваліфікацій. Все ще надто багато бажаючих через критичне відношення до закордонних дипломів довести незвичайно високу якість національних. Не дивно, що термін "еквівалентність" був ключовим словом усіх перших міжнародних конвенцій з порівняння й визнання атестатів і дипломів, як і переважної більшості двосторонніх угод.

"Еквівалентність" почала втрачати привабливість не так давно і лише під екстраординарним тиском чинників, які перебувають поза системою вищої освіти. Розуміння необхідності розвитку мобільності примушувало включати в усі серйозні міжнародні політичні документи (як і у відому Гельсінську Декларацію 1975 року) статті про створення якнайсприятливіших умов для обміну учнями, студентами, викладачами і науковцями. Значним був внесок експертів із проблем вищої освіти, які обґрунтовано критикували непридатність старих підходів і робочих термінів. Все це привело до того, що у царині оцінювання і порівняння дипломів термін "еквівалентність" був замінений на "визнання" з майже обов'язковим додатком "для певної мети". Наприклад на своїй 21-ій Сесії Генеральна Конференція ЮНЕСКО 13.XI.1993 року ухвалила останні Рекомендації щодо визнання навчання і освітніх документів, значну частину обсягу яких займають означення, зокрема, чотирьох варіантів терміну "визнання":

1. визнання закордонного шкільного диплома (атестата) для доступу до вищої освіти за правилами приймаючої країни;

2. визнання закордонного посвідчення про завершення неповної вищої освіти для її продовження у приймаючій країні;

3. визнання закордонного диплома чи звання для праці у приймаючій країні за її правилами допуску до фахової діяльності:

4. визнання закордонної освітньої кваліфікації як її прийняття (acceptation) для надання дозволу її власникові на усі можливі його застосування (як навчальні, так і фахові).

Додамо, що за метою застосування визнання найчастіше поділяють лише на дві групи: I – академічні (для початку чи продовження освіти); II – фахові (як отримання дозволу на виконання професійно діяльності, не виділяючи окремо випадки, коли освітня кваліфікація, як більшість українських; дипломів, має академічне та професійне застосування, і коли оцінювання й визнання може охоплювати обидві групи, як у визнанні четвертому варіанті ЮНЕСКО).

Отже, відмова від терміну "еквівалентність" й усе ширше застосування "визнання" означає перемогу нових теоретичних уявлень про оцінювання, порівняння і визнання закордонних освітніх кваліфікацій, що на практиці дає змогу спиратися насамперед на згоду про достатню відповідність (за відсутності паралелізму чи рівності) у загальному рівні та функціях між закордонним документом про освіту і якимось національних. Фактично, мова йде про "прийнятність" чужої кваліфікації у спортивному сенсі: вона може "грати у відповідній лізі" (йдеться про те, що у вищій футбольній лізі команди мають різну "силу і вартість але за правилами вони всі "прийняті" до ліги). Саме такий варіант принципів порівнювання й визнання закладений у нову Конвенцію Ради Європи і ЮНЕСКО, яку розглянемо в кінці статті.

На подібні уявлення спиралася представницька група експертів Ради Європи, яка створила компактний каталог європейських дипломів, розташувавши їх за такими рівнями:

1– коротка вища освіта тривалістю до 3 років;

2– проміжні кваліфікації;

3– повна вища освіта (4 і більше років);

4– поглиблена вища освіта з отриманням права на докторські студії (5 і більше років);

5– докторські студії і звання двох рівнів.

Цей документ свідчить, що наші освітні кваліфікації мають непоганий імідж, адже диплом "спеціаліста" (попри його вкрай невдалу назву) для частини дисциплін і фахів європейські експерт рекомендують прирівнювати до закордонного диплому магістра. Застереження щодо бажаності поглибленого вивчення змісту наших документів зроблено лише відносно тих предметів, зміст яких радянський період надто відрізнявся від аналогічних (за назвою) дисциплін у решті світу: *право, політичні науки, економіка, соціологія, історія, філософія.*

Як було вказано вище, тривалий час основні принципи оцінювання закордонних освітніх документ запозичувалися з арсеналу прихильників захисту національної ідеї і

пріоритету держави як її втілення Лише поява декларацій про права людини й дитини та поширення розуміння виняткової важливості дотримання засад гуманної демократії призвели до поступової ерозії застарілих підходів і визначальні принципів у ставленні до іноземців, зокрема, до значно толерантнішого відношення до позовів п| визнання закордонних освітніх кваліфікацій. Висловлені у статтях згаданих вище численних конвенцій ЮНЕСКО і Ради Європи, вони ввійшли до більшості двосторонніх міждержавних угод про визнані дипломів країн-партнерів. Досить повно і чітко вказуються вони і у розділі III нової "Конвенції Ради Європи ЮНЕСКО про визнання освітніх кваліфікацій із вищої освіти в європейському регіоні"[1]:

1. Усі власники освітніх кваліфікацій мають право звернутися з вимогою про її оцінювання й визнання в умовах виключення упередженості чи будь-якої дискримінації щодо статі, раси, кольору, фізичних недоліків, мови, релігії, політичних чи інших переконань, походження, належності до меншини чи якихось інших обставин, що безпосередньо не пов'язані зі згаданою освітньою кваліфікацією. Має бути забезпечене належне врахування саме набутих позивачем (аплікантом) знань і вмінь.

2. Усі країни мають турбуватися про те, щоб застосовувані ними процедури і критерії оцінюванню визнання були "прозорими, послідовними і надійними", а присуд висловлювався "у межах розумне інтервалу часу" з моменту надходження повного комплекту документів від позивача.

3. Рішення про визнання повинні прийматися на основі належної інформації про освітню кваліфікацію, яку повинен подати позивач, як і (на вимогу оцінювачів) заклад, що присудив згадану кваліфікацію.

4. Для зменшення труднощів в оцінюванні всі країни мають піклуватися про поширення нової й повної інформації про свої системи освіти, заклади і присуджувані ними освітні кваліфікації.

У світі використовують широку гаму підходів до практичного втілення висловлених вище принципів під час здійснення оцінювання й визнання освітніх кваліфікацій. Найбільш глобальним є підхід ООН і ЮНЕСКО, метод яких полягає у створенні рекомендаційних конвенцій континентального обсягу для досягнення змін політичного і загального характеру цієї царини в країнах, які приєднуються чи ратифікують конвенції. Хоч так і не вдалося створити "світової" конвенції, регіональні відіграли помітну (хоч і недостатню) позитивну роль.

Продуктивнішим і ближчим до практики виявився регіональний підхід, притаманний вужчим політичним (як соціалістичний блок із його Празькою конвенцією, Рада Європи тощо) чи економічним (як Європейський Союз) об'єднанням більшого чи меншого числа країн. Особливо багатим і важливим є доробок економічних об'єднань, які не задовольняються лише академічним, а звертають увагу і на фахове визнання. Наприклад, Європейський Союз уже в угоді про утворення (Рим, 1957 р.) мав статті про необхідність визнання дипломів з ліберальних професій з метою сприяння мобільності робочої сили. Хоча процес появи робочих директив виявився досить повільним, але на початок 1990-х країни ЄС здійснювали профвизнання не лише дипломів про вищу освіту, але й посвідчення для всіх нижчих рівнів фахової підготовки. Варто відзначити, що саме в директивах ЄС вперше рекомендується до застосування у процедурах оцінювання й визнання найтолерантніший термін "прийнятність".

На середину 1980-х років ситуацію з академічними визнанням і мобільністю було визнано незадовільною, тому керівництво ЄС започаткувало кілька довгострокових програм сприяння обмінам (найвідоміша з них названа ERASMUS = European Community Action Scheme for the Mobility of University Students), повне виконання яких невдовзі приведе до того, що аж 10% всіх західноєвропейських студентів частину повних програм навчання здійснюватимуть в університетах країн-партнерів.

Практика здійснення таких амбіційних і дорогих програм як ERASMUS засвідчила виключну ефективність і гнучкість міждержавного, особливо міжзакладового підходів, а

також необхідність підвищення уваги до поліпшення оцінювання й визнання періодів навчання і дипломів. Європейський Союз концентрує зусилля на створенні міцно пов'язаної аж до рівня департаментів і кафедр мережі ВНЗ. Нові засоби інформаційного обміну істотно спростили цей процес, тому вже на початку 1990-х років середній університет в ЄС мав не 2-5, а десятки партнерів у Європі і на континенті Північної Америки. Зрозуміло, що залучення до оцінювання авторів закладових програм та навчальних планів дає вагомий і негайний виграш у швидкості, "прозорості, послідовності і надійності" процедур визнання періодів навчання у закладах-партнерах. Досвід у такій взаємодії та докази її переваг настільки вагомі, що європейські університети активно і позитивно реагують на переважну більшість пропозицій про співпрацю та обміни, що зовсім не варто забувати керівникам і працівникам українських закладів вищої освіти. Мабуть, нам не треба чекати, доки ERASMUS залучить до своєї сфери всі країни Центральної Європи і потім зверне увагу на "країни Сходу", а слід самим виявити конструктивну активність.

Проблеми в оцінюванні й визнанні.

Проблема точного оцінювання, порівняння і належного юридичного визнання закордонних освітніх кваліфікацій настілки складна, що не буде перебільшенням сказати, що завжди за цю справу бралися лише тоді, коли без цього просто не можна було обійтися. Вона й зараз далека від повного розв'язання: немає спільної і бездефектної методики здійснення усіх належних процедур, експерти мають надто мало досвіду, відсутня інформація необхідної повноти про програми та освітні кваліфікації закладів освіти усіх рівнів і усіх країн. Число проблем значно перевищує кількість вдалих розв'язань

Для прикладу стисло наведемо висновки, отримані після виконання першої фази згаданої програми ERASMUS.

Типові перешкоди для мобільності й повного визнання періодів навчання за кордоном чи отриманих там освітніх кваліфікацій поділяються на 6 груп.

Проблеми перебування і навчання за кордоном.

Перша проблема — недостатнє володіння іноземною мовою, що знижує сприймання і розуміння інформації на заняттях й істотно погіршує досягнення студента. Подолання цієї перешкоди за допомогою мовних курсів відстрочує момент початку регулярних занять у закордонному ВНЗ. Там студенту часто радять вивчати спрощений вступний курс для початківців, але тоді відразу виникає питання невідповідності останнього поглибленого курсу, який мав би студент, якби залишився у рідному закладі. Друга проблема включає всі ускладнення від переїзду: утруднення пошуку місця помешкання, складність відвідин дому, адміністративні перешкоди тощо. Витрати часу на їх подолання можуть стати невиправдано високими для короткочасного навчання за кордоном Третя проблема стосується труднощів особистої інтеграції студента в життя нового університету. Якщо години навантаження скорочують для полегшення їх подолання, то знову постає проблема "недовиконання" за кордоном програми навчання, відтак, росте ризик лише часткового визнання.

Відмінності *у* способі викладання, навчання і контролю якості.

Ці відмінності між двома ВНЗ легко створюють проблеми у визнанні. Координатори програми ERASMUS вказують, що саме цей тип перешкод зустрічається найчастіше. Через це студенти можуть мати за кордоном труднощі у досягненні певного рівня академічних знань, порівняно з результатами навчання аналогічної тривалості у рідному закладі, адже можуть різнитися:

— типи курсів: лекції, семінари, навчальні проекти;

— типи викладання і навчання (наприклад, лектор стає основним джерелом інформації і дуже знижується можливість для студента виявити свої активність і здібності);

— методи контролю якості: письмові, усні чи тестові іспити й перевірки; врахування аудиторно/семінарської активності студента у цьому контролі та інші варіанти;

— цілі й основи контролю якості: перевірка знань фактів, розуміння базових теорій чи законів, здатність до здійснення критичного аналізу чи виконання порівняльної критики тощо;

— відношення часу і значення аудиторних та самостійних занять;

— мінімальні "прохідні" стандарти: прощення чи непрощення прогалин у знанні певних сюжетів, особливі зарахувальні рівні й стадії тощо;

— роль і призначення, подання і врахування частин курсу, що не оцінюються;

— наголоси то на контролі аудиторної роботи, то на загальному моніторингу студента та його прогресу тощо.

Ці відмінності є перешкодою у навчанні студентів, до того ж, викликають бажання керівників їхніх рідних ВНЗ не розглядати курс у партнерському закладі як уповні відповідний "рідному курсу", навіть у випадку документованих успіхів студента в навчанні за кордоном.

Відмінності між періодами закордонного навчання і циклами навчання та екзаменування.

Повний курс у закордонному ВНЗ може мати більшу тривалість, аніж визначений наперед час перебування студента-іноземця у ньому. Тому чи його не допустять до якихось предметів, чи йому доведеться повертатися передчасно, але в усіх випадках його досягнення нижчі, аніж у тих, хто виконав повну програму курсу.

Відмінності у контексті змісту курсів.

Зміст курсу, який вважається абсолютно необхідним у рідному ВНЗ, може не забезпечуватися у закордонному:

— з причини різних акцентів у навчальних планах обох закладів, факультетів чи кафедр;

— чисто національний зміст курсів аж ніяк не може бути заміненим навчанням за кордоном (приклад – дисципліни з права, які передбачають вивчення національних законів та актів);

—зустрічається і систематичні відмінності полів навчання в курсах ВНЗ різних країн. Одні ділянки акцентуються тут, ними нехтують в іншому закладі, попри те, що назви програм чи курсів звучать однаково. Сфери знань можуть по-різному розподілятись у програмах курсів, а поля знань мати різні назви;

— закордонне навчання може виявитися лише частково корисним, як у випадку майбутніх перекладачів, які вдома вивчають дві мови, у закордонному – лише одну. Тому освіта у ньому може визнаватися лише частково і вимагати додаткового вивчення другої мови після повернення у рідний заклад.

—комбінування дисциплін у курсовій програмі однієї країни може істотно відрізнятися від того, який використовують за кордоном. Прикладом є програми підготовки вчителів чи співвідношення фахових і бізнесових дисциплін для підготовки інженерів чи менеджерів тощо.

Відмінності у якості наданих освітніх послуг.

Керівник чи оцінювач можуть мати претензії до рівня викладання у чужому ВНЗ. Ідеал точної відповідності рівня партнерських закладів зустрічається надто рідко. Для прикладу:

— Два ВНЗ-партнери можуть входити "в різні ліги": належати до різних типів закладів; мати навчальні програми з істотною різницею тривалості; мати різний престиж у шкалі рейтингу в обох країнах тощо. Ці відмінності почасти можуть бути наслідком поганого вибору партнерського закладу в іншій країні, поспішності та поверховості, використання надто загальної інформації про кандидата на партнерство.

— Деякі курси за кордоном можуть викликати дуже невелику зацікавленість у більшості студентів.

— Національні стандарти можуть висувати надто різні вимоги до попереднього чи супутнього навчання.

— Істотні відміни у стилі викладання, навчання і перевірки якості в чужому університеті можуть розглядатися у рідному ВНЗ як свідчення недостатньо високого рівня закордонної освіти, оскільки вони не гарантують визначеного національними стандартами комплекту знань і вмінь.

Утім, ставлення до відмінностей обох ВНЗ щодо змісту програм, способів викладання і навчання ж може бути однозначно негативним, адже вони є позитивним аспектом закордонного навчання завдяки новим можливостям розвитку й розширення горизонту міркувань і сприйняття студента, релятивізацією традицій чи ознайомленням з нетрадиційними полями знань. На жаль, непоодинокі випадки, коли Tat відмінності ризикують спровокувати рішення про недостатній рівень закордонного навчання.

Адміністративні й організаційні проблеми.

Проблеми такого типу також можуть стати перешкодою для повного визнання навчання за кордоном а саме:

—Обмеження вибору курсів за кордоном, коли студент змушений обирати лише передбачені н даний навчальний рік курси, хоча там є цікавіші для нього варіанти.

—Студента можуть не допустити до дисциплін, які входять в обов'язковий комплект у рідному ВНЗ. Причиною може бути як надмір бажаючих обрати цю дисципліну, так і їх велика нестача. Іноземці можуть мати перешкоди в допуску до певних курсів у разі необхідності опанування ними певних попередніх предметів чи практики, яку студент не проходив удома у рідному закладі. Іноземець може не знати деталей допуску до певних курсів, прибути після якихось термінів і вже цим поступатися студентам - аборигенам

—Терміни і тривалість лекційного й сесійного періодів можуть бути різними у двох ВНЗ, тому студент прибуває, утративши частину лекцій, відправляється ще до закінчення сесійного періоду, втрачає можливість перескладання та багато чого іншого.

Відзначимо, що цей перелік далеко не повний. Кожен випадок оцінювання і визнання є майже унікальним, тому в усіх порадниках для експертів наголошується, що їм його слід виконувати на суто індивідуальній основі, утримуватися від некритичного застосування практики прецедентів, трактувати назви закордонних кваліфікацій як власні імена, і як вогню боятися закордонних перекладів (навіть "з печатками") освітніх документів, адже необізнаний з усіма особливостями систем освіти двох країн фахівець з іноземної мови може власним перекладом назв і титулів виконати абсолютно помилкове оцінювання.

Лише розширення мобільності до рівня постійної масовості поступово створює умови для запровадження автоматичного визнання періодів навчання та отриманих за кордоном освітніх кваліфікацій.

Для досягнення якісних змін у розширенні й полегшенні обмінів на всіх рівнях систем освіти світове співтовариство застосовує дуже широку гаму заходів. Частина їх, на перший погляд, скерована на інші цілі, хоч насправді істотно сприяє мобільності.

Прикладом є кроки *до створення світової системи кваліфікаційного забезпечення вищої освіти. Тривалий час на міжнародному* рівні перші пошукові роботи в галузі дослідження стандартів освіти й поширення надійних порівняльних даних *виконували лише установи ЮНЕСКО (*Асоціації університетів, Євроцентру вивчення вищої освіти – CEPES), Британської *Співдружності Ради Європи тощо. Та створені ними документи хоч і* були досить фундаментальним але їх повільне створення зумовлювало надто застарілі і не завжди повні дані. Тому на кінець 1980-х років потреби розширення міжнародної взаємодії у царині освіти примусили зацікавлені *країни й* організації розпочати власні проекти створення *регіональних систем кваліфікаційного* забезпечення. Вкажемо найістотніші акції і програми подальших років:

I. Представники 35 країн зібралися влітку 1991 року в Гонконгу й проголосили утворення Міжнародної мережі (International Network) учасників кваліфікаційного забезпечення у вищій освіті Наступна конференція з іще ширшим складом учасників відбулася у м. Квебек (Канада) 24-28 травня 1993 року. Метою організації є залучення до співпраці всіх країн, що мають вищу освіту

II. Світовий Банк проголосив проблему підвищення якості вищої освіти пріоритетною. У публікації Банку 1990 р. Work Program on Higher Education звернуто увагу на загрозу зниження рівня вищої освіти в багатьох країнах світу і на необхідність швидшого створення системи кваліфікаційного забезпечення. Чимало програм із вищої освіти, які фінансує Банк,

спрямовані якраз на підвищення якісних характеристик вищої освіти у країнах, що отримали його допомогу. Як відомо, Україна теж входить до числа країн, що беруть участь у конкурсі проектів трансформації освіти, які може фінансувати Всесвітній Банк.

III. Влітку 1994 року в м. Гельсінкі (Фінляндія) відбувся черговий світовий конгрес спілки інженерів, який затвердив офіційні міжнародні стандарти у сфері інженерної вищої освіти. Цими стандартами вже користуються всі ті, хто втягнутий у складання текстів регіональних домовленостей про взаємовизнання кваліфікацій (наприклад, у Північній Америці та Західній Європі).

IV. Узявши за приклад підписані країнами Європейського Союзу і згадані вище угоди 1970-90-х років про визнання професійних кваліфікацій, три країни Північної Америки (США, Канада і Мексика) підписали аналогічну угоду NAFTA – the North America Free Trade Agreement. Перша конференція її учасників відбулася в січні 1993 року. Її фінансувала американська Рада з кваліфікаційного забезпечення в міжнародній освіті (Council on Quality Assurance in International Education – CQAIE) та кілька профасоціацій (адвокатів, інженерів, бізнесменів тощо). Тема конференції – "Глобалізація освіти і професій. Мобільність студентів і викладачів". Сьогодні США і Канада постійно використовують спільні стандарти з підготовки фахівців із більш як 14 спеціальностей. Планується поширити цю практику на Мексику та інші країни.

V. Підвищили активність у сфері поліпшення кваліфікаційного забезпечення вищої освіти й визнання дипломів чимало недержавних організацій, насамперед, американських. Прикладом є освітня комісія фонду Фулбрайта та її програми (відомо, що представники цього фонду активно діють і в Україні). ЮСІА (United States Information Agency) фінансує ряд програм аудиторського плану, за якими американські експерти приходять на допомогу до зацікавлених країн (прикладом є робота у двох програмах Academic Specialist Programme та American Speaker's Programme з Болгарією 1992- 93 рр.). До сфери ЮСІА входить програма International Visitor's Programme, в межах якої можна організувати короткочасне перебування в США фахівців з інших країн для ознайомлення з вищою освітою. Щорічна кількість таких відвідин по різних програмах досить велика.

Та все ж найперспективнішими видаються заходи, безпосередньо скеровані на кращу організацію оцінювання й визнання і пряме заохочення студентів та викладачів до мобільності завдяки створенню сприятливіших умов для цього.

Виділимо серед них дуже важливу для українських ВНЗ підписану нову Конвенцію Ради Європи і ЮНЕСКО про визнання кваліфікацій з вищої освіти в європейському регіоні [1]. Цей документ концентрує в собі краще з багатого досвіду обох організацій, ефективно замінюватиме всі попередні конвенції і створить ліпші умови для мобільності по лінії СХІД-ЗАХІД в Європі. У ньому наводиться узгоджена і чітка термінологія, визначаються компетенції влад, принципи та критерії проведення оцінювання й визнання всіх кваліфікацій, пов'язаних із вищою освітою, обсяг і способи поширення необхідної для цього інформації (зокрема, створення спеціалізованих центрів дослідження і опису систем вищої освіти, пристосованих для реалізації Конвенції), визначаються процедурні і матеріальні механізми її ратифікації і впровадження.

Та ще більшого і конкретного можна чекати від втілення у життя положень Болонської конвенції та участі України з 2005 року в створенні європейського простору вищої освіти, про що вже була мова вище.

Розглянемо систему та структуру кваліфікацій європейського простору вищої освіти

1. З якою метою вводяться порівняні академічні ступені у сфері вищої освіти?

Європейська освітня система являє собою сукупність різноманітних національних освітніх систем, які втілюють, по-перше, культурну ідентичність кожної країни, а по-друге, є результатом адаптації під специфічні потреби власної системи працевлаштування. Сьогодні значні відмінності в освітніх системах стають перешкодою для підвищення академічної мобільності: європейська спільнота зіткнулася з проблемою, коли в різних країнах

кваліфікації, отримані випускниками вищих навчальних закладів - не піддаються порівнянню. Так, наприклад, в українській системі освіти традиційно існує освітньо-кваліфікаційний рівень «спеціаліст». Для західних країн незрозуміло, якому рівню він відповідає – «бакалавру» чи «магістру». З приєднанням до Болонської угоди Україна разом з усіма іншими країнами-учасницями вводить двоступеневу модель бакалавр-магістр.

Перехід на двоступеневу модель сприятиме міжнародній «прозорості» наявних національних освітніх систем кваліфікацій, дозволить зробити освітні системи різних країн порівняними. Тепер записи в дипломі про освіту та в додатку до диплома дадуть можливість чітко зрозуміти, яку освіту здобув його власник.

2. Які переваги дворівневої системи освіти?

Запровадження дворівневої системи освіти вирішує дві проблеми:

- по-перше, зменшується фінансове навантаження на бюджет кожної країни. Протягом останніх років намітилася світова тенденція збільшення кількості бажаючих здобути вищу освіту. За умови однорівневої системи з довготривалим періодом навчання суспільство не здатне нести такі великі витрати на підготовку фахівців з вищою освітою;

- по-друге, обсяг накопиченої інформації, за найконсервативнішими оцінками, подвоюється кожні 14 років. Тому дуже важливо дати студенту базову професійну освіту, навчити його поповнювати свої знання відповідно до практичних потреб. Саме на таку підготовку націлений бакалаврат (3-4 роки, які включають в себе в 180-240 кредитів ECTS). Передбачається, що бакалаврат дає закінчену вищу освіту, і випускник, який має диплом бакалавра, може претендувати на штатні посади. Тобто дворівневість підготовки спеціалістів доцільна лише у тому випадку, коли випускники як бакалаврату, так і магістратури користуються повноцінним попитом на ринку праці.

Частина бакалаврів, які бажають займатися науково-дослідницькою роботою або викладацькою діяльністю, можуть продовжувати навчання в магістратурі або повернутися до навчання в магістратурі після декількох років практичної роботі. У цьому випадку їхній вибір є цілком свідомим, оскільки вони, маючи практичний досвід, чітко уявляють собі мету навчання на новому рівні.

Магістерські програми (1-2 роки) передбачають більш вузьку спеціалізацію та відрізняються своєю університетською фундаментальністю.

магістратурі студент набуває ґрунтовні навички наукової роботи, особливо під час написання магістерської дисертації.

3. Чи готова Україна до переходу до європейського варіанту двоступеневої освіти?

Європейська система дворівневої освіти складається з двох циклів – двоступеневого (3-4 роки) та післяступеневого (загальна тривалість навчання до 7-8 років). Результатом першого етапу є одержання ступеня бакалавра, а відповідно другого етапу – одержання ступеня магістра та (або) доктора.

В Україні історично сформувалась інша структура системи освіти – вона поділяється на вищу та післядипломну. Вища освіта не дає наукового ступеня. Вона складається зі ступеня бакалавра (3,5-4 роки), спеціаліста (1-1,5 років) і магістра (1-1,5 років). Таким чином, на законодавчому рівні потрібно вилучати рівень «спеціаліст», а для окремих спеціальностей, можливо, замінити його на магістра практичного спрямування. Це досить складна робота, оскільки потребує розробки нових програм і стандартів вищої освіти для бакалаврату та магістратури. На сьогодні місце бакалавра на ринку праці остаточно не визначено. Сучасне суспільство не схильне до сприйняття бакалавра як готового працівника з дипломом про вищу освіту і сприймає його як недовченого магістра. Тому потрібно визначити набір кваліфікаційних компетенцій як бакалаврів, так і магістрів відповідно до їхніх посадових виробничих функцій.

Післядипломна освіта включає підвищення кваліфікації, перекваліфікацію, здобуття другої вищої освіти, аспірантуру (3-4 роки) з присвоєнням ступеня кандидата наук і докторантуру (3 роки) з присвоєнням ступеня доктора наук. Причому присвоєння наукового

ступеня не завжди поєднується з навчанням в університеті, як це відбувається на Заході: науковий ступінь можна здобути, наприклад, у науково-дослідних інститутах.

Український ступінь «кандидат наук» порівнюваний з європейським ступенем «доктор філософії». Узгодивши програми підготовки кандидата наук з програмами підготовки докторів філософії, Україна може ввести освітньо-кваліфікаційний рівень доктора філософії та в такий спосіб вирішити питання про еквівалентність цих ступенів.

На сьогодні істотних змін у системі вищої освіти, які вимагає Болонський процес, не відбулося. Перехід на дворівневу систему освіти по суті є декларативним, оскільки в багатьох вищих навчальних закладах відбувся механічний поділ навчальних програм на бакалаврські та магістерські. Сучасні програми працюють як програми «інтегрованих магістрів», тобто передбачається вступ студента до бакалаврату з обов'язковим продовженням навчання в магістратурі.

Введення дворівневої системи освіти може бути достатньо безболісним за умови збереження старих форм підготовки спеціаліста з іншою

«інтегрованого магістра» та дозволу створювати нові програми бакалаврату і магістратури за бажанням вищих навчальних закладів.

4. Чи примушує нас «болонська система» відмовитися від ступеня 4доктор наук»?

Щодо наукового ступеня «доктор наук», то потрібно врахувати досвід інших країн – Польщі, Німеччини, Франції, Фінляндії, де також є другий науковий ступінь і з яким вони поки що не поспішають розставатися, оскільки це руйнує систему освіти, що створювалася віками.

Існує думка, що потрібно залишити ступінь доктора наук як ступінь вищої наукової кваліфікації, тому що він відіграє важливу роль у вітчизняній системі вищої освіти та науки. Зокрема, докторський ступінь означає, що вчений заснував нове наукове направлення або вирішив велику наукову проблему; цей ступінь є сходинкою до отримання вченого звання професора; доктори наук є основними рецензентами наукових праць дисертантів, які готуються стати кандидатами та докторами наук. Скасування наукового ступеня доктора наук і зрівняння його з європейським доктором «занизить планку» підготовки молодих учених.

Звичайно, за умови збереження ступеня доктора наук його потрібно перейменувати, щоб не виникло непорозумінь: наш кандидат наук буде називатися «доктором». Тому нашому теперішньому доктору бажано дати нову більш престижну назву, при цьому не тільки зберегти усі права, а й надати нові привілеї.

5. Освітньо-кваліфікаційні рівні «молодшого спеціаліста» та «спеціаліста» не «вписуються» у дворівневу систему вищої освіти, передбачену Болонським процесом. Як буде вирішуватися їхня доля?

У Законі України «Про вищу освіту» законодавчо закріплено багаторівневу структуру вищої освіти, яка включає освітньо-кваліфікаційні рівні молодшого спеціаліста (неповна вища освіта), бакалавра (базова вища освіта) та спеціаліста, магістра (повна вища освіта).

На сьогодні немає одностайного погляду щодо місця молодшого спеціаліста та спеціаліста в системі освіти України. Вирішення такої проблеми з огляду на її складність все ще перебуває на стадії обговорення. На Думку академіка М.З. Згуровського, рівень молодшого спеціаліста варто винести за рамки підготовки фахівців з вищої освіти, оскільки він відповідає вимогам підготовки фахівців до виконання ними виробничих і технологічних функцій здебільшого у промисловій сфері. Рівень спеціаліста слід трансформувати в освітньо-кваліфікаційний рівень магістра інженери, магістра права, магістра з бізнес-адміністрування тощо, які будуть існувати поряд зі ступенем «магістр науки» (що відповідає сучасному освітньо-кваліфікаційному рівню магістра та підготовку якого спрямовано на виконання завдань фундаментально-теоретичного та науково-практичного характеру). Якщо магістр певної галузі може працювати у сфері виробництва, освіти, культури, то магістр науки має здобути знання які дозволять йому виконувати завдання інноваційного характеру та здійснювати наукову і педагогічну діяльність.

6. Чи передбачається перехід усіх без винятку спеціальностей на дворівневу систему?

Болонський процес не передбачає обов'язкової повної ліквідації безперервної 5-6-річної програми навчання у вищій школі. За окремими напрямами планується створити програми інтегрованих магістрів на базі повної середньої освіти. Такі програми вже пропонуються для підготовки фахівців медицини, ветеринарії. Доцільним є збереження однорівневої структури для підготовки кадрів для наукових досліджень і окремих високотехнологічних виробництв. Практика різних країн у цьому питанні не збігається. Так, наприклад, у Великобританії існують кваліфікації «бакалавр медицини», «бакалавр стоматології» тощо. Це ще раз підтверджує тезу, що Болонський процес передбачає не уніфікацію освітніх систем, а їхню взаємну гармонізацію з одночасним збереженням освітянських традицій.

7. Чи можна змінювати напрям підготовки під час переходу з бакалаврату до магістратури?

Таку можливість варто передбачити. Звичайно, потрібно буде складати додаткові іспити зі спеціальних дисциплін. Однак при вступі на окремі спеціальності магістратури вимагатиметься диплом бакалавра за тим самим напрямом. Скажімо, з дипломом бакалавра за спеціальністю юриста не можна навчатися в магістратурі на лікаря.

8.Чи можливо з дипломом бакалавра вступити одразу до докторантури?

В окремих європейських країнах, наприклад, у Хорватії, Кіпрі, Німеччині, Греції, Ісландії, Словенії, Туреччині, Великобританії така практика існує. Однак такий вступ вимагає виконання додаткових умов. Скажімо, у Великобританії бакалаврам, які отримали диплом із відзнакою та за умови згоди наукового керівника, дозволяється вступати на докторські програми лише з окремих дисциплін.

Українські освітяни вважають такий підхід недоцільним і схиляються до традиційного доступу до докторських програм лише осіб із дипломом магістра.

9.Чи не призведе перехід України на дворівневу систему до втрати фундаментальності нашої освіти? Чи не втратимо ми найкращі здобутки вітчизняної системи освіти?

Існує досить розповсюджена думка, що через приєднання до Болонського процесу погіршиться система освіти Україна. В якості переваги української системи освіти, в першу чергу, висувають високий рівень фундаментальної підготовки спеціалістів на відміну від західної, яка є більш прагматичною.

Дійсно, адаптація до європейських освітніх стандартів може призвести до заміни базових фундаментальних курсів спецкурсами. Такий підхід суперечить традиціям вітчизняної вищої школи і, як наслідок, вона втратить свою універсальність підготовки та притаманну їй глибину. Це позначиться на рівні підготовки фахівців: замість системних уявлень про світ молодий спеціаліст отримає набір вузькопрофільних знань, які обмежать його світогляд простором обраної професії та не дадуть можливості змінити цей простір.

Згадуючи про здобутки вітчизняної освітньої школи, не можна забувати про такий напрям, як гуманізація освіти, започаткований ще за часів Володимира Мономаха й у філософії Григорія Сковороди, що полягає у формуванні особистості, яка гармонічно поєднує компетентність і високу духовну культуру. Запроваджуючи «болонські» зміни, ми не повинні втрачати виховну компоненту навчання.

Болонський процес не вимагає сліпого копіювання західної освітньої моделі. Своєрідність вітчизняної системи – наше надбання, яке слід зберегти.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Конвенція про визнання кваліфікацій з вищої освіти в європейському регіоні. Ліссабон, 11 квітня 1997 року. http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/994_308

Рецензент: д.пед.н., проф. Маслов В.С.

УДК 377 к.т.н. **Сальнікова О.Ф. (**ГІ НУОУ)

ЄВРОІНТЕГРАЦІЯ ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ В ІНФОРМАЦІЙНЕ ТА ОСВІТНЄ ПОЛЕ ЯК ЧИННИК ІННОВАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ТА КУЛЬТУРНОГО РОЗВИТКУ

У статті проведено аналіз науково-технічного співробітництва України та Європейського союзу. Розглядається входження освіти і науки України в європейське інформаційне та освітнє поле як вагомий чинник економічного, соціального, інтелектуального, інноваційно-технологічного та культурного розвитку.

Ключові слова: євроінтеграція, науково-технічне співробітництво, освітня діяльність.

В статье проведен анализ научно-технического сотрудничества Украины и Европейского союза. Рассматривается вхождение образования и науки Украины в европейское информационное и образовательное поле как весомый фактор экономического, социального, интеллектуального, инновационно-технологического и культурного развития.

Ключевые слова: евроинтеграция, научно-техническое сотрудничество, образовательная деятельность.

In the article the analysis of scientific and technical cooperation of Ukraine and the European union is carried out. Occurrence of science and education of Ukraine in the European information and educational field as the powerful factor of economic, social, intellectual, innovative-technological and cultural development is considered.

Keywords: eurointegration, scientific and technical cooperation, educational activity.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими або практичними завданнями. Упродовж останнього десятиріччя Україна наполегливо наближається до європейських стандартів. На рівні держави напрацьовано універсальні принципи взаємодії з географічними сусідами та країнами-учасниками Європейського Союзу: взаємоповага, взаємодопомога, готовність до вирішення усіх проблем, не зважаючи на рівень їх складності.

З метою реалізації стратегічного курсу України на інтеграцію до Європейського Союзу, забезпечення всебічного входження України у європейський політичний, економічний і правовий простір та створення передумов для набуття Україною членства у Європейському Союзі Указами Президента України затверджена Стратегія інтеграції України до Європейського Союзу. Основними напрямами культурно-освітньої і науково-технічної інтеграції визначено впровадження європейських норм і стандартів в освіті, науці і техніці, поширення власних культурних і науково-технічних здобутків у Європейському Союзі. Метою статті є виявлення особливостей входження національної системи освіти і науки в європейський простір.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Розвиток України визначається у загальному контексті Європейської інтеграції з орієнтацією на фундаментальні цінності загальносвітової культури: парламентаризм, права людини, права національних меншин, лібералізацію, свободу пересування, свободу здобуття освіти будь-якого рівня та інше, що є невід'ємним атрибутом громадянського демократичного суспільства.

Інтеграційний процес полягає у впровадженні європейських норм і стандартів в освіті, науці і техніці, поширенні власних культурних і науково-технічних здобутків в Європейському Союзі, що сприятимуть підвищенню в Україні європейської культурної ідентичності та інтеграції до загальноєвропейського інтелектуально-освітнього та науково-технічного простору.

Геополітична спрямованість сучасного цивілізаційного процесу визначається його глобалізацією, прогресуючим зростанням значущості гуманітарної сфери, високих інформаційних технологій, постіндустріальних принципів суспільного розвитку,

підвищенням ролі інтелектуального капіталу та менеджменту, соціальних і гуманітарних чинників економічного прогресу, утвердженням пріоритетності базових засад сталого розвитку, який сприяє не тільки економічному зростанню, а й справедливому розподілу його результатів, розширенню можливостей людей, їхньому збагаченню.

Глобалізація відкриває перед людством величезні можливості у розширенні обміну товарами, послугами, інформацією, технологіями та капіталом, взаємодії в гуманітарній сфері, духовному збагаченні особистості. Водночас для значної частини людства глобалізація несе в собі й істотні загрози, зумовлюючи розмежування країн на «цивілізаційний центр» і «периферійну зону», поглиблюючи їх диференціацію в соціально-економічному розвитку [1].

У зв'язку з цим чітка і пріоритетна орієнтація України на інтеграцію в Європейський союз (ЄС), набуття статусу спочатку асоційованого, а згодом повноправного членства в ньому має розглядатися як основа стратегії економічного та соціального розвитку нашої держави. Надання відносинам Україна – Європейський Союз якісно нового статусу залежатиме від:

здійснення послідовного та виваженого реформування економічної і соціальної сфер;

ефективності процесу наближення законодавства України до законодавства ЄС та норм і принципів ГАТТ/СОТ;

реалізації положень Угоди про партнерство та співробітництво між: Україною і ЄС та державами-учасниками (УПС).

Одним з найважливіших вихідних документів співпраці є «Угода про партнерство та співробітництво» (далі - УПС) між Україною, з одного боку, та ЄС і його членами, з іншого, яка набула чинності у березні 1998 року. Основними цілями УПС був розвиток тісних політичних стосунків між Україною та ЄС шляхом постійного діалогу з політичних питань, сприяння розвитку торгівлі та інвестицій, забезпечення підґрунтя для взаємовигідного економічного, соціального, фінансового, громадського, науково-технологічного та культурного співробітництва, а також підтримки зусиль України щодо зміцнення демократії, розвитку її економіки та завершення переходу до ринкової економіки [1].

Таким чином, продовжуючи роботу у сфері європейської та євроатлантичної інтеграції, треба зазначити, що сьогодні завершується формування нового світового порядку. Події, які відбуваються останнім часом, впливають на дальший розвиток не лише окремих держав, а й усієї міжнародної системи на багато років уперед.

Україна належить до держав із високим науковим потенціалом. Це, передусім, – визнані у світі наукові школи, вагомі, а нерідко й унікальні досягнення в багатьох сферах: у біотехнології, радіоелектроніці, фізиці низьких температур, ядерній фізиці, електрозварюванні, інформатиці, телекомунікаціях і зв'язку [2]. Держава, її політичне керівництво, органи законодавчої та виконавчої влади повинні створити такі умови, які забезпечували б не лише зростання цього потенціалу, а, насамперед, максимальну його віддачу. Задля цього держава має стати безпосереднім провідником інноваційного розвитку, замовником та організатором досліджень і розробок на найсучасніших напрямах науково-технічного прогресу шляхом забезпечення базового фінансування та через організацію інформаційного і науково-технологічного співробітництва з науковими та освітніми інститутами інших, передусім технологічно розвинених, країн.

Метою співробітництва з Європейським Союзом у сфері науки і техніки є заохочення цивільних наукових досліджень та технологічного розвитку, включаючи спільну науково-дослідницьку діяльність, навчання та переміщення науковців, а також інші форми співробітництва. Заходи ЄС щодо розвитку дослідництва та технологій здійснюються через рамкові програми, які одночасно є головним інструментом ЄС для підтримки створення Європейського дослідницького простору.

На сьогодні запропоновано декілька програм у сфері дослідництва та розвитку:

1. Інтеграція і зміцнення Європейського дослідницького простору. Зазначена програма встановлює наукові пріоритети, на яких Європейська комісія (ЄК) концентруватиме

фінансові ресурси, а також нові ініціативи, спрямовані на удосконалення мереж національних дослідницьких програм країн-учасниць.

2. Зміцнення структури Європейського дослідницького простору. Ця програма спрямована на подолання структурної слабкості європейського дослідництва шляхом глибшої інтеграції дослідництва та інновацій, розвитку мобільності дослідників, скоординованого планування та доступу до дослідницької інфраструктури, а також реалізацію заходів, спрямованих проти відтоку вчених, та розвиток громадського усвідомлення щодо значення науки у розвитку суспільства.

3. Незалежні дослідження в ядерній сфері. Програма зосереджується на аспектах зберігання ядерних відходів та безпеці ядерних реакторів.

4. Європейські спільні дослідницькі центри. Проект програми представляє три нових інструменти для імплементації обмеженої кількості тематичних пріоритетів інтеграції європейського дослідництва:

створення мережі майстерності. У рамках нової програми буде створено мережі дослідників, кожна з яких розвиватиме наукову базу в різних напрямках шляхом напрацювання та використання набутої майстерності;

впровадження інтегрованих проектів. Використання зазначеного інструменту спрямовано на зміцнення європейської конкурентоспроможності та вирішення низки соціальних питань і дозволить мобілізувати критичну масу дослідницьких ресурсів та існуючих в Європі наукових досягнень. Розмір інтегрованих проектів буде відрізнятися залежно від потреб для досягнення очікуваних результатів, їхній бюджет коливатиметься від кількох мільйонів євро до кількох десятків мільйонів. Кожен інтегрований проект повинен чітко визначати завдання, спрямовані на отримання науково-технологічних результатів;

забезпечення участі ЄС у національних дослідницьких програмах. Цей інструмент націлений на те, щоби пріоритети більшості національних дослідницьких програм країн-учасників співпадали з інтересами і завданнями ЄС у зазначеній сфері. Крім цього, важливим є підвищення впливу національних дослідницьких програм задля реалізації дослідницьких завдань ЄС шляхом підготовки гармонізованих робочих програм, оголошення спільних конкурсів тощо [3].

Значна увага приділяється також мобілізації системи, інструментів та людських ресурсів задля досягнення відкритості Європейського дослідницького простору для вчених світу. Така відкритість для участі третіх країн, у свою чергу, допоможе подальшому розвитку наукової бази Європи та зміцненню її авторитету у світі. Більшість країн-учасників ЄС надає підтримку навчальним програмам і підвищенню мобільності вчених із третіх країн та здійснює спільну співпрацю над проектами [4].

Для України, як і для інших країн СНД, у рамках науково-дослідницьких програм ЄК планується впровадження нових механізмів, що передбачає і здійснення спільних дослідницьких проектів з українськими партнерами на паритетних умовах. Політика ЄС у сфері науки і технологій щодо співпраці з третіми країнами, в тому числі й Україною, зазнала значних змін: створено рівноправні умови країнам-учасникам, країнам-кандидатам та третім країнам для участі у програмі, припинено практику застосування окремих умов та оголошення специфічних проектів для третіх країн.

Стосунки між Україною та ЄС у сфері дослідництва продовжують динамічно поглиблюватися.

Проте, аби цей процес продовжувався і надалі, необхідно кардинально поліпшити фінансування науки шляхом як збільшення бюджетних видатків, так і залучення позабюджетних асигнувань. Першочергової державної підтримки потребує фундаментальна наука, що є основою створення власних високих технологій і важливим чинником оновлення наукового потенціалу. Необхідно зміцнити правові засади діяльності Національної академії наук України, посилити її роль у координації фундаментальних наукових досліджень, виробленні та проведенні державної політики в цій сфері.

На сучасному етапі актуалізується проблема зміцнення матеріально-технічної бази наукових установ, забезпечення їх комп'ютерною технікою, новітнім обладнанням та приладами, створення належно оснащених регіональних га міжгалузевих центрів спільного користування.

Необхідно підвищувати рівень комерціалізації результатів наукових досліджень, зменшувати інноваційні ризики високотехнологічних підприємств та венчурного капіталу за допомогою спеціальних фондів, ввести у практику державне замовлення на впровадження у виробництво пріоритетних інновацій.

Потребує удосконалення та розширення правова база інноваційної діяльності; міжнародної науково-технологічної кооперації; регулювання ринку інновацій; оцінки інтелектуальної власності, експорту й імпорту продукції, виробленої з її застосуванням; податкового, кредитного та страхового стимулювання інноваційних підприємств і організацій.

Визначальні складові інноваційного розвитку - інтеграція науки та виробництва, об'єднання промислового, банківського і торговельного капіталу у потужні структури, здатні продукувати високотехнологічні, конкурентоспроможні товари та послуги. Відповідно організаційною основою реалізації інноваційної політики мас стати створення фінансово-промислових груп, зокрема транснаціональних, а також горизонтальних та вертикальних холдингових компаній, науково-технічних центрів, технополісів, технопарків. У перспективі вони стануть стрижнем науково-технологічного та інноваційного процесу. Окремі з таких структур можуть формуватися і розвиватися через механізми вільних економічних зон [5].

Таким чином, необхідно вжити усіх необхідних заходів для збереження кадрового потенціалу науково-технічної сфери, заохочення молоді до участі в науковій та науково-технологічній діяльності, зокрема шляхом поповнення наукових організацій фахівцями, підготовленими за державним замовленням. Потрібно запровадити спеціальні гранти для молодих учених, створити спеціалізовані ради для захисту кандидатських і докторських дисертацій з новітніх спеціальностей, ширше практикувати підготовку кадрів вищої кваліфікації в зарубіжних навчальних закладах.

Оскільки процеси європейської інтеграції охоплюють дедалі більше сфер життєдіяльності, базове значення у них повинна відігравати освіта. Україна та Євросоюз співпрацюють з метою підвищення рівня загальної освіти та професійної кваліфікації в Україні як у громадському, так і в приватному секторах, що передбачає:

удосконалення системи вищої освіти та системи підготовки в Україні згідно з сучасними вимогами, включаючи систему сертифікації вищих навчальних закладів і дипломів про вищу освіту;

професійну підготовку керівників підприємств державного і приватного секторів та цивільних службовців у пріоритетних галузях, що мають бути визначені;

співробітництво між: навчальними закладами, фірмами;

мобільність для вчителів, випускників, адміністраторів, молодих учених і дослідників та молоді;

сприяння навчанню в галузі європейських досліджень у відповідних закладах;

навчання мовам країн ЄС;

підготовку на курсах удосконалення майстерності перекладачів для роботи на конференціях;

підготовку журналістів та викладачів. Співробітництво в галузі освіти, науки і техніки згідно з УПС;

включає обмін науковою і технічною інформацією; спільну діяльність у галузі ДТР; діяльність у контексті професійної підготовки та програм мобільності для науковців, дослідників та технічного персоналу, які беруть участь у ДТР з обох сторін [1].

Дане співробітництво сьогодні набирає форму діяльності, що включає в себе галузь освіти і/або професійної підготовки. Сторони, на основі взаємної домовленості, можуть здійснювати науково-технічне співробітництво і в інших формах. При здійсненні такого

співробітництва особлива увага звертається на працевлаштування науковців, інженерів, дослідників та технічного персоналу, зайнятих і або тих, що були зайняті, дослідженнями в галузі виробництва зброї; масового знищення.

Програма ЄС ТЕМПУС та проекти в рамках програми ТАСІС є основними елементами співробітництва у сфері освіти та навчання. Україну залучено до програми ТЕМПУС з 1993 р. Основними пріоритетами є підвищення рівня: менеджменту в університетах, реструктуризація та розроблення навчальних програм, підвищення кваліфікації вчителів. Метою програми є удосконалення системи вищої освіти, включаючи систему сертифікації; співпраця між навчальними закладами, між навчальними закладами та фірмами; викладання «європейських дисциплін» для викладачів.

Осередком освітніх та наукових процесів у контексті євроінтеграції є Науково-технологічний центр в Україні – міжурядова неприбуткова організація, діяльність якої спрямована на запобігання розповсюдженню зброї масового знищення. Центр координує зусилля багатьох країн, міжнародних організацій та приватного сектору задля надання можливостей ученим з України, Азербайджану, Грузії та Узбекистану спрямувати свої таланти та здібності на мирні наукові розробки [4].

26 червня 2003 р. Європейською Комісією були затверджені проекти, які отримали гранти за програмою ТЕМПУС. Серед пріоритетних напрямків, що реалізуються в рамках проектів – впровадження сучасних навчальних технологій, створення та застосування новітніх методів управління навчальним процесом, відновлення тісної співпраці між університетами та промисловістю, що передбачає пожвавлення інноваційної діяльності.

За результатами виконання проекту ТЕМПУС «Європейські економічні студії і відносини у сфері бізнесу» створено Центр європейських і міжнародних студій, уперше в Україні розпочато підготовку магістрів з європейських студій за спеціальностями «Державна служба» (спеціалізація «світова та європейська інтеграція»), «Міжнародна економіка» (спеціалізація «європейська економіка»), «Фінанси» (спеціалізація «європейські фінанси»).

Пріоритетом у міжнародній діяльності стала співпраця Міністерства освіти і науки України з Європейським Союзом [4].

За підтримки Європейського Фонду Освіти в країні продовжується реалізація проекту «Реформування професійно-технічної освіти в Україні» в галузі сільського господарства, транспорту і туризму за участю Міністерства освіти і науки України, навчальних закладів Франції, Італії, Австрії, Угорщини, Польщі та Міжнародної Організації Праці. До його реалізації залучено професійно-технічні навчальні заклади м. Києва, Вінницького, Львівського, Закарпатського регіонів та м. Одеси.

У навчальних закладах України проводяться уроки, лекції, круглі столи, засідання клубів, присвячені Дню Європи та висвітленню сутності і ролі Європейського Союзу у сучасному світі. Школярі та студенти під час вивчення історії розглядають спеціальні теми: «Сучасні європейські спеціалізовані організації та Україна», «Етапи євроінтеграції». «Європейський Союз та вектори зовнішньої політики України», «Україна і питання європейської та міжнародної безпеки», а студенти та аспіранти розробляють такі теми курсових і Дипломних робіт, як «Історія Європарламенту», «Україна і НАТО: шляхи до співробітництва» тощо. Теоретичні і практичні проблеми євроінтеграції, діяльність урядів і політиків Європи розглядаються і у спецкурсах «Міжнародні відносини в епоху глобалізації», «Політичні системи зарубіжних країн», «Політичні портрети лідерів країн Західної, Центральної і Південно-Східної Європи» та ін.

Значна увага приділяється проведенню громадських читань з проблем європейської інтеграції, оскільки активна участь громадян України у цих процесах є головною передумовою прискорення євроінтеграційних процесів.

Розвиток транскордонного співробітництва та розширення міждержавних стосунків з країнами-учасниками ЄС та країнами-кандидатами на вступ до ЄС сприятиме підвищенню ефективної реалізації практичних завдань щодо впровадження європейських норм і стандартів в освіті, науці і техніці, поширенню власних освітніх здобутків у Європейському

Союзі та країнах-кандидатах на вступ до ЄС, а також зростанню в Україні європейської культурної ідентичності та інтеграції до загальноєвропейського інтелектуально-освітнього і науково-технічного середовища.

Водночас, планом заходів спільної програми співробітництва між Європейською комісією та Радою Європи щодо зміцнення демократичної стабільності в Україні передбачено проведення експертизи українського чинного законодавства в галузі освіти на відповідність європейським нормам і стандартам, проведення семінарів, круглих столів з громадянської освіти, вивчення історії та освіти національних меншин [5].

Наразі впроваджується кредитно-модульна система підготовки фахівців – це не тільки один із шляхів оптимізації навчального процесу, це – визнаний у Болоньї європейський стандарт та інструмент реалізації завдань мобільності студента і викладача, а, отже, - і важливий чинник входження національної системи освіти до спільного європейського простору. Кредитно-модульна система підготовки фахівців відкриває нові можливості для розвитку системи вищої освіти, тому розглядається питання про беззаперечне її запровадження (такої системи) у структуру навчального процесу; до цього закликають і країни-учасниці Болонського процесу [2].

Висновки. Таким чином, відслідковується тенденція зближення націй, народів, держав через створення спільного економічного, інформаційного, а зважаючи на вимоги Болонського процесу, й освітнього простору Європи. Друга тенденція - це перехід людства від індустріальних до науково-інформаційних технологій і формування суспільства знань. Ці та інші тенденції висувають в якості основних пріоритетів освіту і науку, як сфери, що забезпечують розвиток людини і суспільства.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Вища освіта України і Болонський процес: Навчальний посібник / За редакцією В.Г. Кременя. Авторський колектив: М.Ф. Степко, Я.Я. Болюбаш, В.Д. Шинкарук, В.В. Грубінко, І.І. Бабин. – Тернопіль: Навчальна книга –Богдан, 2004. – 384 с.

2. Журавський В.С., Згуровський М.З. Болонський процес: головні принципи входження в Європейський простір вищої освіти. – К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2003. – 200 с.

3. Кремень В.Г. Болонський процес: зближення, а не уніфікація/ /Дзеркало тижня. – № 48(473). – 13 – 19 грудня 2003.

4. Модернізація вищої освіти України і Болонський процес: Матеріали до першої лекції / Уклад. М.Ф.Степко, Я.Я.Болюбаш, К.М.Левківський, Ю.В.Сухарніков; відп. ред. М.Ф.Степко. – К.: Изд. , 2004. – 24 с.

5. Болонський процес у фактах і документах/ Упорядники Степко М.Ф., Болюбаш Я.Я., Шинкарук В.Д., Грубінко В.В., Бабин І.І. – Київ – Тернопіль: Вид-во ТДПУ ім. В. Гнатюка, 2003. – 52 с.

Рецензент: д.т.н., проф. Сбітнєв А.І.

УДК 378
д.пед.н., проф. **Толипов У.К.** (Узбекистан)

ПОДГОТОВКА ИНЖЕНЕРОВ-ПЕДАГОГОВ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН

У даній статті розглядаються питання історії розвитку системи підготовки інженерно-педагогічних кадрів, зроблено аналіз проблем, характерних для системи інженерно-педагогічної освіти, наявних на момент здобуття Узбекистаном незалежності та розглянуто процес подальшого становлення і розвитку системи підготовки інженерно-педагогічних кадрів у Республіці Узбекистан.
Ключові слова: система освіти, інженерно-педагогічні кадри, компетентністні характеристики.

В данной статье рассматриваются вопросы истории развития системы подготовки инженерно-педагогических кадров, сделан анализ проблем, характерных для системы инженерно-педагогического образования, имеющихся на момент обретения Узбекистаном независимости и рассмотрен процесс дальнейшего становления и развития системы подготовки инженерно-педагогических кадров в Республике Узбекистан.
Ключевые слова: система образования, инженерно-педагогические кадры, компетентностные характеристики.

In the article the questions of history of development of system of preparation of engineering-pedagogical cadre are considered, the analysis of problems, characteristic for system engineering-pedagogical education is made, the moment of finding of independence by Uzbekistan and process of the further formation and development of system of preparation of engineering-pedagogical cadre in Republic Uzbekistan are considered
Keywords: an education system, engineering-pedagogical cadre, competence characteristics.

В последние 20 лет Республика Узбекистан переживает сложные многогранные изменения, в том числе и в области инженерно-педагогического образования. Именно сейчас инженерно-педагогическое образование Узбекистана стоит перед необходимостью выбора приоритетов в сфере совершенствования системы образования в целом и подготовки инженерно-педагогических кадров в частности. Актуальность данной проблемы диктуется необходимостью адаптации молодежи к динамичным условиям современной социально-экономической жизни. При этом, что на скорость и успешность процесса адаптации, наряду с прочими факторами, влияют компетентностные характеристики инженерно-педагогических кадров. Для успешного решения стоящих перед инженерно-педагогическим образованием задач, требуется глубокий, всесторонний анализ педагогического наследия и опыта, накопленного в области инженерно-педагогического, профессионального образования. История инженерно-педагогического образования различных стран, периоды его развития и перспективы, факторы, определяющие его специфику, представляют научный и практический интерес для осознания исторического опыта взаимодействия названной системы образования и общества, для сохранения и использования этого опыта в интересах дальнейшего развития инженерно-педагогического образования в Республике Узбекистан, в частности, в вопросах подготовки инженерно-педагогических кадров.

В Узбекистане очень важный шаг на пути решения вышеуказанных проблем был сделан в ходе реформирования системы образования и подготовки кадров, начавшейся в 1996 году.

В рамках Национальной программы по подготовке кадров, принятой 29 августа 1997 года, все 10-11 классы общеобразовательных школ, профессионально-технические училища и техникумы объединены в трехлетний курс обязательного образования, который осуществляется на базе специально созданных учебных заведений нового типа (профессиональных колледжей и академических лицеев).

С 1999 года в технических ВУЗах страны начата интенсивная подготовка инженерно-педагогических кадров для профессиональных колледжей. Было открыто дополнительно 86 направлений подготовки бакалавров «Профессиональное образование» по основным инженерным специальностям с выдачей дипломов об окончании высшего учебного заведения по квалификации «преподаватель» или «инженер-преподаватель», дающей право заниматься педагогической деятельностью в профессиональных колледжах. Таким образом решалась проблема недостаточной методической, психолого-педагогической подготовленности выпускников технических ВУЗов, направляющихся на работу в профессиональные колледжи.

Однако и по сей день в системе подготовки инженерно-педагогических кадров существуют сложности как учебно-методического, так и организационного характера. На наш взгляд, технические вузы, имеющие инженерно-педагогические специальности, столкнулись с большими трудностями в вопросах обеспечения необходимой педагогической направленности работы кафедр, преподающих технические дисциплины.

Один из путей решения данной проблемы – это открытие направления подготовки магистров «Методика преподавания специальных дисциплин» в технических ВУЗах. Выпускники, имеющие специальные инженерно-педагогические знания, остаются преподавать в ВУЗах.

Процесс комплектации штата технических кафедр ВУЗов и профессиональных колледжей инженерно-педагогическими кадрами довольно длителен. Поэтому в начальный период реформирования системы образования Республик Узбекистан потребность средних специальных, профессиональных образовательных учреждений в основном покрывалась за счет преподавателей, высвобожденных из техникумов (39%) и профессиональных училищ (52%), а также преподавателей 10-11 классов общеобразовательных школ. К 2010 году основными источниками обеспечения кадрового состава стала подготовка новых инженерно-педагогических кадров (48%) и привлечение специалистов других отраслей (35%).

В связи с этим возникает вопрос о переквалификации педагогических кадров, занимающихся подготовкой будущих инженеров, но не имеющих специального инженерно-педагогического образования и создании адекватной современным реалиям системы повышения квалификации инженеров-педагогов. Излишне централизованная организация этого процесса, которая практикуется в настоящее время, не всегда оправдывает расходы, выделяемые на эти цели. При этом трудно учесть все региональные потребности в обучении, индивидуальные нужды обучаемых. В связи с этим любопытен опыт подготовки и постоянного обновления знаний инженеров-педагогов в странах Европейского Союза, который может использоваться и в нашей республике.

Основной тенденцией во многих европейских странах является направление, когда традиционные курсы по подготовке и переподготовке кадров в значительной степени заменяются различными мероприятиями в самом учебном заведении на основе изучения и учета спроса педагогов в области обновления их знаний. Таким образом, реализуется принцип «Приближение образования к дому». Кроме того, практикуется совместная подготовка и переподготовка инженеров-педагогов путем преобразования (по крайней мере, некоторых) традиционных учреждений профессионального образования в Региональные Учебные Центры. Кроме обязательного профессионально-технического образования молодых студентов, эти Учебные Центры участвуют на рынке как частные поставщики образовательных услуг. Они предоставляют частным лицам и компаниям в регионах услуги по консультированию, повышению квалификации и обучению. Центры являются гибридом между частным и государственным поставщиком образовательных услуг, между официальным и неофициальным обучением, между обучением молодых и взрослых, между обучением отдельных лиц и субъектов малого и среднего бизнеса или отдельных компаний, между обучением работников и работодателей.

Другой важной стратегией является создание «CAT» (change agents teams) – команд быстрого реагирования, что означает отбор группы педагогов в самом учебном заведении,

которые специализируются на повышении квалификации и распространении передового опыта среди своих коллег. Работа такой команды координируется, состав команды по истечении определенного времени укрепляется и обновляется.

Эти тенденции показывают, что возможен определенный баланс между мерами, которые инициируются и внедряются центральным правительством и мерами, за которые отвечают региональные органы управления инженерного образования.

Рецензент: д.пед.н., проф. Плахотнік О.В.

УДК 378.2
Толок І.В. (ВІТІ НТУ “КПІ”)

РОЗВИТОК ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ МАГІСТРІВ ВІЙСЬКОВОГО УПРАВЛІННЯ В СИСТЕМІ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ: ПРОБЛЕМА ВИЗНАЧЕННЯ

Розглядається поняття психолого-педагогічної компетентності. Визначена проблема розвитку психолого-педагогічної компетентності майбутніх магістрів військового управління.
Ключові слова: психолого-педагогічна компетентність, розвиток, діяльність, військовий фахівець оперативно-тактичного рівня підготовки.

Рассматривается понятие психолого-педагогической компетентности. Определена проблема развития психолого-педагогической компетентности военного специалиста оперативно-тактического уровня подготовки.
Ключевые слова: психолого-педагогическая компетентность, формирование, деятельность, военный специалист оперативно-тактического уровня подготовки.

This article is about a statement of psychological-pedagogical competence. Determined problem of military specialist operational tactical level preparation development, psychological-pedagogical competence.
Key words: psychological-pedagogical competence, development, activity, military specialist operational tactical level preparation.

Перехід до професійної армії, вимагає нових підходів до підготовки офіцерського складу. Сьогодення вимагає значних змін процесу підготовки майбутніх магістрів військового управління в системі післядипломної освіти з метою підвищення рівня їхньої психолого-педагогічної компетентності, практичної підготовленості до вирішення складних військово-професійних завдань. До вирішення цієї проблеми треба підходити у напрямку підготовки військового фахівця оперативно-тактичного рівня до виконання конкретного виду військової діяльності у вищому військовому навчальному закладі (ВВНЗ), де особистість слухача, його готовність до керівництва військовим колективом розвивається під впливом усього навчально-виховного процесу, військового стажування, у результаті подолання різного роду труднощів та протиріч. За період навчання майбутніх магістрів військового управління набуває необхідний запас знань, навичок, умінь, досвід керівної діяльності, активізує позитивні мотиви своєї поведінки. У нього розвивається психолого-педагогічна компетентність, закладаються високі професійні, вольові та інтелектуальні якості.

Питання розвитку психолого-педагогічної компетентності майбутніх магістрів військового управління в системі післядипломної освіти у сучасних умовах стоїть дуже актуально. Це обумовлено новими завданнями реалізації кадрової політики, пов’язаними з переходом Збройних Сил України до комплектування військовослужбовцями, які проходять військову службу за контрактом, а також загальним підвищенням освітньо-кваліфікаційних вимог до військових фахівців та рівня їх компетентності.

Проблема розвитку психолого-педагогічної компетентності майбутнього магістра військового управління викликає теоретичний і практичний інтерес наукових та науково-педагогічних працівників, військових керівників усіх рівнів, що обумовлено кардинальними змінами в концепції функціонування освіти в сучасному суспільстві, яка висуває нові, підвищені вимоги до особистості як суб’єкта діяльності, до його професійної культури та особистісних якостей, передбачає його готовність оволодівати інноваційними технологіями та здатність творчо їх впроваджувати у педагогічний процес.

Для офіцера-випускника Національного університету оборони України розвинута психолого-педагогічна компетентність визначає зміст діяльності. Детермінанти змісту

психолого-педагогічної компетентності найбільш високого рівня пов'язані з розвитком творчих якостей, умінням самостійно діяти в нестандартних та складних умовах, передбачають самовизначення, самореалізацію та самовдосконалення особистості в освітньому процесі. Важливим при цьому є прагнення особистості виробити духовні, моральні, вольові, психологічні та фізичні якості через самовиховання і самоосвіту в період навчання у вищому військовому навчальному закладі та постійного вдосконалення своїх якостей у процесі подальшої діяльності.

Орієнтованість навчально-виховного процесу на особистість слухача потребує нових підходів до його організації та функціонування, суттєвими ознаками яких є інтегративно-гуманітарні засади організації і змісту розвитку психолого-педагогічної компетентності, посилення функціональності змісту навчання, варіативність і різноплановість розвитку психолого-педагогічної компетентності, її різнорівневість, диференціація (за змістом, рівнями, темпом) з оптимальним поєднанням комплексної, інтеграційної та дидактичної мети, максимальним урахуванням структури пізнавального процесу, цілісне психолого-дидактичне проектування навчально-виховного процесу, моделювання освітнього середовища.

Аналіз сучасної психолого-педагогічної літератури дозволив нам визначитись з вибором ефективної концепції розвитку психолого-педагогічної компетентності майбутнього магістра військового управління – це впровадження у навчально-виховний процес особистісно-орієнтованої технології. Її підґрунтям, на думку В. В. Серікова [8, с. 272], складає такий спосіб засвоєння змісту освіти суб'єктом, при якому відбувається визначення об'єктивного значення навчального матеріалу і виявлення у ньому суб'єктивного смислу, особистісно-стверджуючих цінностей.

Принципи процесу розвитку психолого-педагогічної компетентності визначені на основі аналізу наукових праць О. І. Гури, Н. І. Лісової, М. І. Лук'янової, І. Б. Міщенко, Л.В. Олійника, І. П. Чистовської [2, 4, 5, 6, 7, 10] – з проблем розвитку та формування психолого-педагогічної компетентності фахівців. Пропонуємо перелік принципів розвитку психолого-педагогічної компетентності:

принцип суб'єктивності, який орієнтує процес розвитку психолого-педагогічної компетентності слухача на становлення його особистості як суб'єкта власної життєдіяльності;

принцип рефлексивності у процесі розвитку психолого-педагогічної компетентності передбачає те, що більш корисною є не сама психолого-педагогічна дія, а її осмислення слухачем та аналіз військового педагога, одним із стрижневих завдань процесу розвитку психолого-педагогічної компетентності виховання є прищеплення майбутньому магістру військового управління потреби в рефлексії, здатності аналізувати та оцінювати власні дії та життєві ситуації;

принцип творчості – процес розвитку психолого-педагогічної компетентності не повинен обмежуватися навчально-виховними штампами, ефективність процесу розвитку психолого-педагогічної компетентності залежить від здатності майбутнього магістра військового управління знайти нестандартне, творче розв'язання психолого-педагогічної ситуації, поза творчістю складно примножити творчий потенціал слухача;

принцип результативності – процес розвитку психолого-педагогічної компетентності майбутніх магістрів військового управління повинен приводити до конкретних результатів;

принцип проектування та конструювання освітнього середовища – основним чинником розвитку психолого-педагогічної компетентності особистості слухача є не окремі навчально-виховні впливи, а освітнє середовище вищого військового навчального закладу в цілому.

В основу розхвитку психолого-педагогічної компетентності майбутніх магістрів військового управління покладено наукові підходи, які становлять методологічну основу дослідження:

по-перше, компетентісний підхід, який пов'язаний зі створенням у свідомості образу ідеального фахівця, який здійснює ідеальну діяльність. Під поняттям компетентістний підхід

необхідно розуміти спрямованість освітнього процесу на розвиток ключових і предметних компетентностей фахівця.

За визначенням І. А. Зязюна [3, с. 329], компетентісний підхід висуває на перше місце не інформованість, а вміння людини вирішувати проблеми, що виникають:

у пізнанні і поясненні явищ дійсності (орієнтуватися, розуміти, оцінювати) при освоєнні сучасної техніки і технології, інформаційної культури;

у стосунках людей, в етичних нормах, в індивідуальній і груповій психології, у питаннях вибору партнерів, оцінці власних діянь;

у практичному житті при виконанні соціальних ролей громадянина;

при орієнтуванні в середовищі проживання, у правових нормах і адміністративних структурах, у споживчих і естетичних цінностях;

по-друге, комунікативний підхід як інтегративний розвиток професійної діяльності у взаємодії на рівні співробітництва науково-педагогічного працівника та слухача, яке зорієнтоване на його індивідуальні та психологічні особливості, інтереси і захоплення, можливості та здібності;

по-третє, аспектно-ситуаційний підхід, який полягає у розгляді реальних практичних ситуацій та передбачає застосування найбільш ефективних шляхів їх вирішення;

по-четверте, з метою розвитку майбутніх магістрів військового управління як різнобічно та гармонійно розвинених особистостей здатних до саморозвитку та самовдосконалення необхідно використовувати особистісно-орієнтовний підхід. В українському педагогічному словнику особистісний підхід визначено як послідовне ставлення педагога до вихованця як до особистості, як до самосвідомого відповідального суб'єкта власного розвитку і як до суб'єкта виховної взаємодії [1, с. 243]. Необхідно розглядати особистісно-орієнтовану спрямованість як одну із головних вимог, якою слід керуватися при створенні навчальних програм, розробленні нових педагогічних технологій, спрямованих на розгляд завдань та шляхів удосконалення професіоналізації та розвит психолого-педагогічної компетентності офіцерів. Слушною є думка з цього приводу К. Д. Ушинського: "У вихованні все повинно ґрунтуватися на особистості вихователя, тому що виховна сила випливає тільки із живого джерела людської особистості. Ніякі статути та програми, ніякий штучний організм, як би він добре не був осмислений , не може заступити особистість у вихованні. …Без особистого безпосереднього впливу вихователя на вихованця істинне виховання, яке проникає в характер, неможливе. Тільки особистість може впливати на розвиток і визначення особистості, тільки характером можна формувати характер" [11, с. 63-64].

по-п'яте проблемно-діяльнісний підхід у розвитку психолого-педагогічної компетентності полягає у послідовній і цілеспрямованій постановці перед майбутнім магістром військового управління пізнавальних проблем, які розв'язуються за допомогою суб'єкт-суб'єктної взаємодії та забезпечують розвиток творчого мислення, єдність та послідовність пізнавальної діяльності. Він пов'язаний з активною діяльністю особистості у сфері реальних професійних ситуацій.

Таким чином, в структурі методологічних засад цього дослідження виділено філософський, загальнонауковий, конкретно науковий та технологічний рівні, які утворюють складну систему, в рамках якої існує відповідне підпорядкування. Опрацьовані методологічні підходи дозволяють означити дійсні проблеми розвитку психолого-педагогічної компетентності і тим самим визначити стратегію і основні способи вирішення його ефективного проходження.

Сутність навчально-виховного процесу у ВВНЗ Збройних Сил України, враховуючи сучасні тенденції гуманістичного спрямування навчання та виховання, полягає, на нашу думку, в якісній організації та стимулюванні психологічно і педагогічно обґрунтованої діяльності навчальних підрозділів в гармонійному та всебічному розвитку особистості як вихователів (військово-педагогічний колектив) так і вихованців (особовий склад ВВНЗ Збройних Сил України) в їх комунікативній взаємодії, у розвитку мотивації постійного

творчого їх самовдосконалення.

Поняття “особистість” характеризує суспільну сутність людини, пов’язану із засвоєнням різноманітного виробничого і духовного досвіду суспільства. Особистість – соціально зумовлена система психічних якостей індивіда, що визначається залученням людини до конкретних суспільних, історичних, культурних відносин. Виявляється і розвивається в процесі свідомої діяльності і спілкування. Найхарактернішими компонентами особистості є:

скерованість (вибіркове ставлення до дійсності);

можливості (сукупність здібностей, яка забезпечує успіх діяльності);

характер (комплекс сталих психологічних властивостей, що виявляються в поведінці та діяльності, у ставленні до себе та до суспільства);

самоуправління (утвердження самосвідомості особистості, що здійснює саморегуляцію).

Розвиток особистості характеризується збільшенням:

інтелекту;

відповідальності;

свободи;

особистої гідності;

індивідуальності.

Загалом розвиток особистості починається з її формування. Формування особистості – процес соціального розвитку військовослужбовця, становлення його як суб’єкта діяльності, члена суспільства, громадянина. Відбувається завдяки засвоєнню гуманітарних дисциплін, виховному впливу сім’ї, суспільства, Збройними Силами України, взаємодії з мистецькими явищами та участі у громадському житті.

Процес розвитку психолого-педагогічної компетентності майбутнього магістра військового управління неможливий без найголовнішого – врахування можливостей та потреб особистості. Він здійснюється у процесі навчання і виховної роботи у вищому військовому навчальному закладі. Він є цілісним процесом, у якому органічно поєднані змістовна (сукупність навчально-виховних цілей) і процесуальна (самокерований процес педагогічної взаємодії науково-педагогічних працівників й слухачів, що передбачає організацію і функціонування системи навчально-виховної діяльності та самовиховання офіцерів) сторони.

Розглянувши та проаналізувавши принципи та основні теоретико-методологічні підходи в дослідженні процесу розвитку психолого-педагогічної компетентності майбутніх магістрів військового управління в системі післядипломної освіти, необхідно зробити такі висновки:

процес розвитку психолого-педагогічної компетентності являє собою складне динамічне утворення, що має розвернуті часові рамки;

розвиток психолого-педагогічної компетентності особистості необхідно розглядати і як процес, і як “відкриту” систему;

розвиток українського суспільства потребує змін пріоритетів вищої освіти в Україні, їхнього узгодження з актуальними потребами випускників.

Таким чином, розвиток психолого-педагогічної компетентності майбутніх магістрів військового управління в системі післядипломної освіти – багаторівневий, динамічний процес, метою якого є, з одного боку, використання професійного потенціалу (систему психолого-педагогічних знань, умінь та навичок) слухачів, з іншого, створення сприятливого освітнього середовища вищого військового навчального закладу.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Гончаренко С. У. Український педагогічний словник / Семен Устинович Гончаренко – К. : Либідь, 1997. – 374 с.

2. Гура О.І. Теоретико–методологічні основи формування психолого – педагогічної компетентності викладача вищого навчального закладу в умовах магістратури : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра пед. наук: 13.00.04 / І.А. Гура. – Київ., 2008. – 36 с.

3. Зязюн І. А. Філософія педагогічної дії: Монографія / Іван Андрійович Зязюн. – Черкаси : Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2008. – 608 с.

4. Лісова Н.І. Розвиток психолого-педагогічної компетентності молодих учителів у системі післядипломної освіти : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.04 "Теорія та методика професійної освіти" / Н.І. Лісова. – К., 2005. – 20 с.

5. Лукьянова М.И. Психолого-педагогическая компетентность учителя: Диагностика и развитие / Маргарита Ивановна Лукьянова. – М. : ТЦ Сфера, 2004. – 144 с.

6. Міщенко І.Б. Дидактичні умови формування психолого-педагогічної компетентності майбутніх викладачів економіки в процесі професійної підготовки: дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Міщенко Ірина Борисівна. – К., 2004. – 208 с.

7. Олійник Л.В. Формування психолого-педагогічної компетентності майбутнього офіцера-зв'язківця: проблема визначення // Збірник наукових праць, Полтавського державного педагогічного університету ім. В. Г. Короленка. : Педагогічні науки. – Вип. 4 (51). – 2006. – С. 89–96.

8. Сериков В.В. Личностный подход в образовании, концепция и технологи : Монографія / Сериков В. В. – Волгоград : Перемена, 1994. – 152 с.

9. Ушинський К.Д. Людина як предмет виховання : Твори в 6 т. / Ушинський К.Д. – К. : Рад. школа, 1979. – Т. 5. – 432 с.

10. Чистовська І.П. Формування педагогічної компетентності майбутніх магістрів військового управління : дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Чистовська Ірина Петрівна. – К., 2006. – 268 с.

Без рецензії.

УДК 374.1 **Тракалюк О.Л.** (НМЦ КП МОУ)

ОСОБЛИВОСТІ БІЛІНГВАЛЬНОЇ МОВНОЇ ОСВІТИ НА ПОЧАТКОВОМУ ЕТАПІ НАВЧАННЯ

У статті розглянуто проблема формування в учнів здатності ефективно брати участь у міжкультурній комунікації за рахунок найбільш доцільного шляху вирішення даного питання – орієнтації на білінгвальну мовну освіту.

Ключові слова. білінгвізм, білінгвальне навчання, білінгвальна освіта, модель білінгвальної освіти, імерсія, субмерсія

В статье рассмотрена проблема формирования у обучаемых способности эффективно участвовать в межкультурной коммуникации за счет наиболее целесообразного пути решения данного вопроса - ориентации на билингвальное языковое образование.

Ключевые слова. билингвизм, билингвальное обучение, билингвальное образование, модель билингвального образования, иммерсия, субмерсия.

In this article the problem of the formation of the trainees the ability to participate effectively in cross-cultural communication through the most appropriate way to address this issue - focus on bilingual language education.

Keywords. bilingualism, bilingual education, bilingual education, bilingual education model, immersion, submersion.

Вступ. Модернізація шкільної освіти в нашій країні обумовлена цілою низкою об'єктивних обставин і, перш за все, зміною геоекономічної та геокультурної ситуації. В умовах, коли людина повинна вміти співіснувати в полікультурному просторі, мова є, мабуть, єдиним інструментом, за допомогою якого стає можливим взаєморозуміння і взаємодію між представниками різних лінгвоспівтовариств. Звідси абсолютно очевидна необхідність приділяти особливу увагу проблемі формування в учнів здатності ефективно брати участь у міжкультурній комунікації. В умовах середньої загальноосвітньої школи одним з найбільш доцільних шляхів вирішення даного питання є орієнтація на білінгвальну мовну освіту.

Варто зазначити, що загальні теоретичні основи білінгвізму вивчались Є. М. Верещагіним, М. М. Михайловим, В. Маккеєм, М. М. Певзнером, І. Турманом, А. Г. Ширіним. Лінгвістичний аспект розкритий у працях Л. Блумфілда, У. Вайнрайха. Соціолінгвістичний аспект досліджували В. Д. Бондалетов, У. Вайнрайх, І. Х. Мусін, психологічний – М. В. Імедадзе, Е. Піл, соціологічний – Б. Спольський, В. Стольтінг, культурологічний аспект – В. В. Сафонова, Ю. А. Сорокін, Я. Шародо, методичний аспект – Л. Г. Кошкуревич, Р. Байер, Д. Мон.

Значний вклад у розробку проблеми білінгвальної освіти зробили новгородські вчені, які створили наукову школу, основним акцентом якої став діалог культур при формуванні інтегративних, комунікативних умінь міжкультурного спілкування. Становлення цієї школи включало три етапи: теоретичне осмислення педагогічних аспектів білінгвізму як міждисциплінарного феномена (М. М. Певзнер, А. Г. Ширін); концептуальне обґрунтування інтегративної моделі білінгвальної освіти в сучасній російській школі (Л. І. Плієва, Н. Є. Сорочкін, Ю. В. Кодочігова та ін.); розробка теоретичних основ білінгвальних освітніх програм у вищій школі як засобу полікультурної освіти студентів (М. М. Певзнер, І. В. Алексашенкова, Г. П. Александрова, Н. С. Кузнєцова, О. С. Орлов, І. І. Дмитрієва, С. В. Шубін, Н. А. Шайдорова).

Основна частина. Поняття білінгвальна мовна освіта припускає "взаємозалежне і рівнозначне оволодіння учнями двома мовами (рідною і нерідною), освоєння рідної та нерідної / іншомовної культури, розвиток учня як двомовної і біокультурной (полікультурної) особистості та усвідомлення ним своєї двомовної і біокультурной приналежності" [1].

У зв'язку з цим практичні цілі білінгвальної мовної освіти можуть бути визначені як:

• оволодіння предметним знанням з використанням двох мов (рідної та іноземної);

• формування і вдосконалення міжкультурної компетенції учнів;

• розвиток комунікативної компетенції учнів в рідній і досліджуваній мові;

• розвиток в учнів здатності одержувати додаткову предметну інформацію з різних сфер функціонування іноземної мови.

Реалізувати ці цілі - значить сформувати мовну особистість учня, тобто особистість, здатну породжувати і розуміти мовні висловлювання.

У зміст мовної особистості зазвичай включаються такі компоненти:

• ціннісний, світоглядний компонент змісту виховання, тобто система цінностей, або життєвих сенсів. Мова забезпечує первинний і глибинний погляд на світ, утворює той мовний образ світу і ієрархію духовних уявлень, які лежать в основі формування національного характеру і реалізуються в процесі мовного діалогового спілкування;

• культурологічний компонент, тобто рівень засвоєння культури як ефективного засобу підвищення інтересу до мови. Залучення фактів культури мови, що вивчається, пов'язаних з правилами мовної і немовної поведінки сприяє формуванню навичок адекватного вживання і ефективного впливу на партнера по комунікації;

• особистісний компонент, тобто то індивідуальне, глибинне, що є в кожній людині.

Таким чином, хоча для мовної особистості не можна провести прямий паралелі з національним характером, але глибинна аналогія між ними існує. Не можна не згадати, що ще великий німецький лінгвіст Вільгельм фон Гумбольдт розглядав мову, як певну духовну енергію народу, як особливе бачення картини світу. Отже, представляється можливим трактувати мовну особистість як глибоко національний феномен і розглядати в зв'язку з конкретною мовою - конкретну мовну особистість, (наприклад, українська мова - українська мовна особистість).

Стосовно до вивчення іноземної мови необхідно, поряд з поняттям "мовна особистість", розглядати лінгводидактичну категорію "вторинна мовна особистість", яка розуміється як сукупність здібностей людини до адекватної взаємодії з представниками інших культур. У цьому випадку використання рідної та іноземної мов здійснюється паралельно на паритетній основі.

Відповідно до концепту вторинної мовної особистості, усвідомлення себе як вторинної мовної особистості передбачає:

• усвідомлення себе, як мовної особистості в цілому, включаючи мотиваційний рівень, лінгвокогнітивнийі рівень і семантичний рівень;

• здатність користуватися мовою в текстовій діяльності - комунікації;

• здатність до саморозвитку, до забезпечення креативної текстової діяльності.

В даний час дані фізіології та психології дозволяють зробити досить аргументований висновок про те, що оволодіння другою мовою - це не просто накопичення мовного матеріалу в результаті підбору лексичних одиниць, ситуацій і засвоєння граматичних форм і структур, а перебудова мовленнєвих механізмів людини для взаємодії, а пізніше і паралельного використання двох мовних систем. На перших етапах засвоєння для цього необхідно сформувати навик перемикання з мови на мову, а на більш пізніх - нейтралізувати одну систему для створення більш сприятливих умов функціонування іншої.

Саме тому однією з першочергових задач білінгвальної мовної освіти слід вважати створення механізму білінгвізму.

Сутність становлення механізму білінгвізму полягає в "порушенні знакових, денотативних (семасіологічних) або ситуаційних зв'язків лексичних одиниць в умовах необхідності або можливості вибору між двома мовними системами" [2]. У всіх, хто приступає до вивчення іноземної мови, існують денотативні або ситуаційні зв'язки лексичних одиниць рідної мови. Вони знають в необхідних межах, як позначати той чи інший предмет, те чи інше явище, якими мовними одиницями реагувати на ситуацію, що виникає. При вивченні лексичних одиниць другої мови, кожна нова іншомовна лексична

одиниця пов'язується не з тим чи іншим суб'єктом дійсності, а з відповідним словом рідної мови і тільки через нього з самим позначуваним. При цьому виникає небезпека створення помилкових знакових зв'язків в тому випадку, якщо нове іноземне слово не має повноцінного еквівалента в рідній мові.

Р.К. Міньяр-Белоручев виділяє деякі особливості становлення механізму білінгвізму. Можливість створення хибних знакових зв'язків між лексичними одиницями двох мов є першою особливістю даного механізму. Друга особливість становлення механізму білінгвізму полягає у зв'язку іноземної мови з рідною, що викликає і її зв'язок з відповідною семантичною системою, яка утворюється навколо будь-якої лексичної одиниці.

Третя його особливість пов'язана з правилом домінантної мови, яка пригнічує другу і інші мови і є причиною не тільки лексичної, граматичної, але і лінгвокраїнознавчої інтерференції.

Перераховані вище особливості становлення механізму білінгвізму говорять про необхідність його формування вже на початковому етапі навчання. На даному ступені освіти відбувається становлення особистості учня, виявлення і розвиток його здібностей. Освоюючи нову мову, дитина розширює не тільки свій кругозір, але і межі свого світосприйняття і світовідчуття. При цьому те, як вона сприймає світ і що вона в ньому бачить, завжди відбивається в поняттях, сформованих на основі рідної мови учня і з урахуванням всього різноманіття властивих даній мові виражальних засобів. Явища іншої культури завжди оцінюються дитиною через призму прийнятих в рідному лінгвосоциумі культурних норм і цінностей, через призму засвоєної їм моделі світорозуміння.

Отже, мова йде про те, щоб, з одного боку, перешкодити створенню хибних знакових зв'язків між мовними одиницями рідної та іноземної мов, а з іншого боку, сприятиме становленню нової національної системи понять, що корелює з системою понять рідної мови. Це можливо при реалізації наступних завдань:

• закріплення знакових зв'язків іншомовних мовних одиниць з їх еквівалентами в рідній мові;

• розробка ситуаційних зв'язків ситуаційних кліше іноземної мови;

• гальмування процесу створення хибних знакових зв'язків між лексичними одиницями та структурами другої і першої мови;

• розробка механізму перемикання з однієї мови на іншу;

• створення умов для іншомовних висловлювань незалежно від структур рідної мови.

Практична реалізація перерахованих вище положень можлива при використанні вже на початковому етапі наступних прийомів навчання:

• презентація іншомовних лексичних одиниць з урахуванням їх семантичних полів, тобто пояснення меж його значення, а також істотних для нього зв'язків з іншими словами;

• систематичні вправи на створення і закріплення знакових зв'язків словосполучень шляхом їх переведення, перш за все з рідної мови на іноземну;

• розробка мовних мікроситуацій для створення і закріплення ситуаційних зв'язків мовних кліше;

• вправи з читання, запису під диктовку, цифровому позначенні числівників, назв днів тижня, місяців тощо;

• використання зорового суб'єктивного коду як засобу навчання монологічного мовлення, що обмежує вплив рідної мови. З цією метою учні отримують завдання записати зміст іншомовного тексту будь-якими умовними знаками, в тому числі і малюнками, але без використання слів рідної мови. На основі своїх записів учні будують монологічне висловлювання. Робота з "особистим кодом" викликає великий інтерес і сприяє підвищенню мотивації.

Створенню механізму білінгвізму на початковому етапі навчання сприятимуть і вправи, спрямовані на формування супутніх мовних механізмів:

• повторення іншомовного тексту, варійованих по темпу мови і по тривалості (відставання від промови ведучого, вимірюване в кількості слів);

• скоромовки на мові, що вивчається;
• аудіювання іншомовного тексту з опорою на текст рідною мовою;
• складне аудіювання (аудіювання одночасно з читанням іншого тексту);
• зорове сприйняття тексту з рахунком та ін.

На початковому етапі навчання в умовах білінгвальної мовної освіти особливу роль грають прийоми, що формують не тільки механізм білінгвізму, але й інтерес учнів до вивчення рідної та іноземної мов, що сприяють більш глибокому осягненню рідної та іншомовної культури. Одним з найбільш ефективних є читання тексту рідною мовою, в якому нові лексичні одиниці даються на іноземній мові, і про значення яких можна здогадатися по контексту або читання тексту іноземною мовою з вкрапленнями словосполучень на рідній мові. Наприклад, у повільному темпі вчитель читає текст на рідній мові, замінюючи деякі слова іншомовними:

Мій birthday (1) *– 5 січня. Ми celebrate* (2) *його в сімейному circle* (3). *Мама cooks* (4) *святкову вечерю. Вона дуже tasty* (5). *Папа buys* (6) *великий торт. Його decorate with свічками. Я get* (7) *багато подарунків.*

Завдання учнів - записати український еквівалент іншомовних слів. Потім вони читають текст іноземною мовою, не відчуваючи труднощів у розумінні змісту. Після цього пропонується наступний вид роботи: учні читають іншомовний текст, в якому керуючі лексичні одиниці переведені на рідну мову. Учням необхідно замінити їх на іншомовні, вибравши із запропонованого вчителем списку.

При роботі з віршами можна використовувати такий прийом: учні повинні зібрати віршований твір з розрізнених уривків. Виконавши це завдання, вони одержують літературний переклад даного віршу і, порівнявши з отриманим варіантом на іноземній мові, вносять необхідні зміни. Або, зібравши вірш на іноземній мові, учні отримують на звороті віршований текст рідною мовою. Наявність українського тексту дає їм можливість простежити його логіку і внести необхідні корективи. Тільки після цього учні отримують оригінал вірша.

Працюючи з нескладним іноземним текстом, можна використовувати наступний прийом: читаючи його очима, доповідати рідною мовою вголос. Спочатку це важко буде зробити, але незабаром учні пристосуються і зуміють витягти сенс іноземного тексту. Після прочитання такого тексту потрібно обов'язково розповісти, про що там написано, а після цього можна перевірити себе, знову звернувшись до тексту.

Формування механізму білінгвізму вимагає також працювати над технікою мови, в процесі якої учні відпрацьовують різні скоромовки іноземною та рідною мовою, підбирають прикметники до іменників, розширюють просте речення, вимовляють короткі монологи на задану тему і т.і.

Висновки. Підводячи підсумок всьому сказаному, можна зробити наступний висновок: для сучасної мовної освіти необхідні міждисциплінарна інтеграція, багаторівневість, варіативність, орієнтація на міжкультурний аспект оволодіння мовою.

Мовна культура є невід'ємною і істотною частиною культури людини в цілому. Не викликає сумніву, що вірно поставлена лінгвістична освіта є єдиним шляхом до створення більш високої культури.

Білінгвальна мовна освіта є, з одного боку, найкращим засобом для пізнання рідної мови, а з іншого - для філософського її подолання і для розвитку діалектичного мислення.

"Учні привчаються не ковзати по звичних їм явищам рідної мови, а помічати різні відтінки думки, досі не помічені ними у рідній мові. Це можна назвати подоланням рідної мови, виходом з її магічного кола "[3].

На думку багатьох фахівців, цілком оволодіти рідною мовою - тобто оцінити всі її можливості, - можна, тільки вивчаючи якусь іноземну мову. Нічого не можна пізнати без порівняння, а єдність мови і мислення не дає нам можливості відокремлювати думка від способів її вираження. Білінгвальна мовна освіта дає нам цю можливість, допомагаючи розкривати різноманітні засоби вираження як в іноземній, так і в рідній мові.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гальскова Н.Д., Коряковцева Н.Ф., Мусницкая Е.В., Нечаев Н.Н. Обучение на билингвальной основе как компонент углубленного языкового образования // Иностранные языки в школе. – 2003. – № 2. – С.12-16.

2. Миньяр-Белоручев Р.К. Механизм билингвизма и проблема родного языка при обучении иностранному // Иностранные языки в школе. - 1991. – № 5. – С.15-16.

3. Щерба Л.В. Языковая система и речевая деятельность. – Л., 1974. – С.354.

Рецензент: к.пед.н., доц. Безносюк О.О.

УДК 574:556.

д.т.н., проф. **Андасбаев Е.С.**
к.пед.н., доц. **Коянбекова С.Б.**
к.б.н., доц. **Канагатов Ж.Ж.**
к.х.н., доц. **Кенжебеков А.К.**
Есенгабылов И.Ж., Сочин С.А.,
Джетимов М.А., Укушева Т.К., Бутенова А.К.
(Жетысуский государственный университет им. И.Жансугурова, Казакстан)

ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

З метою тестування факторів навколишнього середовища антропогенного походження нами були розроблені методи визначення коло видів, здатних виступати в якості індикаторів цих змін та апробовані тест-об'єкти з числа рослин і тварин. Спостереження і стеження за модельними об'єктами проводилися в зонах, схильних високим антропогенним навантаженням, еталонних і проміжних ділянках.

Ключові слова: еколого-генетичний моніторинг, антропогенний вплив, шляхи міграції, екотоксиканти, аберації, хромосомні, хромотідні.

В целях тестирования факторов окружающей среды антропогенного происхождения нами были разработаны методы определения круг видов, способных выступать в качестве индикаторов этих изменений и апробированы тест-объекты из числа растений и животных. Наблюдения и слежка за модельными объектами проводились в зонах, подверженных высокой антропогенной нагрузке, эталонных и промежуточных участках.

Ключевые слова: эколого-генетический мониторинг, антропогенное воздействие, пути миграции, экотоксиканты, абберации, хромосомные, хромотидные.

With a view of testing of factors of environment of an anthropogenous origin we had been developed methods of definition a circle of the kinds, capable to represent itself as indicators of these changes and test objects from among plants and animals are approved. Supervision and shadowing modelling objects were spent in the zones subject to high anthropogenous loading, reference and intermediate sites.

Keywords: ekology-genetic monitoring, anthropogenous influence, migration ways, chromosomal.

Вступление и постановка задач. Прекрасные природно-климатические условия и богатые минерально-сырьевые ресурсы обусловили соответствующие условия для развития производительных сил, которые и предопределили экологиическую обстоновку во многих регионах Республики Казахстан. Грубые просчеты в развитии и размещении производительных сил, урбанизации, низкий уровень организации и технологии – все это привело к низкой эффективности экономики и к огромным потерям энергии и природных ресурсов. Что вызвало нарушение природного равновесия и загрязнение окружающей среды.

В условиях антропогенного воздействия происходит деградация природных ландшафтов, оскудение биоты, нарушаются исторически сложившиеся биоценотические связи, и экосистема оказывается выведенной из состояния экологического равновесия. Упрощение структуры сообществ выражается выпадением из их состава редких и малочисленных видов растений и животных. Популяции живых организмов в условиях нестабильных ландшафтов под возрастающим влиянием стрессирующих факторов антропогенного генезиса распадаются на ряд мелких изолированных субпопуляций, что приводит к оскудению генофонда.

До настоящего времени исследования эколого-генетической направленности, конечной целью которых, являются комплексная оценка состояния природных популяций растений и животных, в том числе человека, и экосистем в целом, в Республике Казахстан проводилось

недостаточно. Нами в течение последних 10 лет осуществляется мониторинг различных регионов Республики Казахстан на экологическом и генетическом уровнях.

Основные задачи:

-выявление репрезентативных, эталонных и антропогенно нарушенных участков;

-накопление и пути миграции экотоксикантов;

-выбор объектов наиболее пригодных для оценки состояния окружающей среды из числа растений и животных;

-изучение характера изменений в структуре популяций и морфологии слагающих их особей;

-определение частоты спонтанных мутаций (хромосомные и генные);

-создание прогностической модели, описывающей возможные пути развития экосистем с учетом давления антропогенного пресса.

Выявление путей приспособления животных к условиям существования и их адаптивных возможностей является одной из важнейших проблем современной биологии. На этой проблеме замыкаются интересы эволюционистов, экологов, специалистов в области генетики, популяций и охраны окружающей среды.

С одной стороны, каждый вид животных генетически морфо-физиологически уникален, но с другой стороны - между ними есть и много общего. Поэтому на давление факторов среды они зачастую реагируют однотипно. Адаптивный потенциал вида полнее реализуется в условиях близких к экспериментальным. Такие условия наблюдаются или на периферии ареала, или в антропогенно-нарушенных местах обитания. Виды-индикаторы,

в том числе и мышевидные грызуны, способны указывать на те или иные изменения, происходящие в среде. Эта особенность индикаторных видов и положена в основу биоэкологического мониторинга.

Материал и методы. В целях мониторинга факторов окружающей среды антропогенного происхождения, радиации, оказывающих негативное воздействие на популяции растений и животных, также среды их обитания, нами были разработаны методы определения круга видов, способных выступать в качестве индикаторов этих изменений, апробированы тест-объекты из числа растений: житняк гребенчатый, тысячелистник обыкновенный, овсяница валисская и др.; животных: стадная полевка, лесная мышь, полевка Стрельцова, красная полевка, тушканчики, а также из рептилий - ящерица прыткая. Для определения загрязнения водного бассейна - остромордая и озерная лягушка, жаба зеленая. Основными критериями в выборе тест-объектов послужили:, широкое распространение в регионе, высокое обилие, общедоступность и простота сбора материала. Наблюдения и слежка за модельными объектами проводятся в зонах подверженных высокой антропогенной нагрузке, эталонных и промежуточных участках.

Результаты и их обсуждение. Нами проведено изучение количественной зависимости и спектра структурных и числовых аббераций хромосом у 35 человек из районов Карагандинской области, прилегающих к Семипалатинскому ядерному полигону. Также были обследованы 201 детей, из них 81 с перинательным поражением нервной системы, 70 детей с врожденными пороками развития, 50 здоровых детей, которые составили контрольную группу.

Из 35 обследованных взрослых людей были 18 мужчин, 17 женщин. Из них 4 - больных гепато-церебральной дистрофией, 6 - больных миопатие, 14 - имели различные врожденные аномалии развития, 11 человек по данным анкетирования были практически здоровыми. Средний возраст - 26,2 лет. Контакта с профессиональными вредностями не имели, 2 человека переболели гепатитом, курящих – 7, эпизодически употребляющих алкогольные напитки 3 человека. Никто из обследованных не получал лучевую терапию, химиотерапию.

Для изучения аберрации хромосом проанализировано 3828 метафаза (таблица). Частота клеток с аберрациями хромосом составляет в среднем 2,4%,а частота аберраций на клетку составляет 0,0246. Выявлены как структурные (93,6%), так и числовые аберрации (6,4%) хромосом. Среди клеток нарушениями структуры хромосом преобладали аберрации

хромосомного типа (67,04%) над хроматидными (32,95%). Аберрации в основном были представлены парными и одиночными фрагментами, транслокациями дицентриками, кольцевыми хромосомами, межхромосомными обменами, анеуплоидными клетками.

Таблица

Число просмотренных метафаз	Всего клеток с цитогенетическими нарушениями		Структурные аберрации						Числовы аберраци	
			Всего		Хромосомные		Хромотидные			
	абс	%	абс	%	абс	%	абс	%	абс	%
3828	94	2,4	88	93,6	59	67,04	29	32,9	6	6,4

В результате кариологического исследования 201 детей были получены следующие результаты. У детей с перинатальной энцефалопатией было выявлено наличие большого числа ассоциаций акроцентрических хромосом -43 детей (53,1%), у 2 детей обнаружены хромосомные нарушения по типу мозаизма синдрома Шерешевского-Тернера (2,48%), у 1 ребенка - по тиг делеции плеча 21 хромосомы (1,24), у, 1 - с мозаичным набором голон хромосом (1,24%).

У детей с врожденными пороками развития (гипоплазия структу головного мозга, мокроцефаия, гидроцефалия, микрогири порэнцефалия, spina biilda, агенезия мозолистого тела гипоплазия головного мозга) кариотип, характерный для болезни Дауна, были "обнаружены у 27 новорожденных (38,57%), из них полную трисомию по 2 хромосоме имели 16 детей, у 10 оказался мозаичный набор, а у 1 ребенка транслокационный вариант этой болезни (46. XX, t(15-21)), у 36 новорожденных определялся высокий уровень ассоциированных хромосом (51,4%), у 1 – транслокация 16 хромосомы на 21 (1,43%), у3 (4,28%) – мозаичный вариант синдрома Шерешевского – Тернера (46, XX/45, X), у 3 (4,28%) 3 (4,28%) – трисомия по 13 хромосоме, у 1 (1,43%) – дупликация по 15 хромосоме. Почти у всех обследованных были обнаружены множественные ассоциации акроцентрических хромосом.

Из факторов, ведущих к аномалиям хромосом, особое значение придается, ионизирующей радиации, так как все виды облучении вызывают хромосомные аберрации в зародышевых и соматических клетках человека [Померанцева М,Д и др. 1993].

Японскими учеными были исследованы хромосомы в лейкоцитах крови людей, подвергшихся излучениям при атомных бомбардировках Хиросимы и Нагасаки, Awa и др., [1978] показали, что хромосомные перестройки свойственны лейкоцитам крови людей даже спустя, по меньшей мере три десятилетия после взрыва.

Цитогенетический анализ лейкоцитов людей, получивших облучение, нами проведен Sofuni [2001]. Оказалось, что все облученные люди имели лейкоцит, среди которых более 10% имели хромосомные перестройки.

Результаты эпидемиологических и экспериментальных исследовании указывают на индукцию нестабильности генома у потомства родителей, подвергшихся воздействию ионизирующей радиации. Это нестабильность генома, прежде всего, проявляется повышением темпов мутирования и увеличением риска возникновения опухолевых и других патологий у потомстаа [Худолей В.В., 1994].

Исследованиями многих ученых показано, что явления геномдай нестабильности, обнаруживаются в популяциях отдаленных потомков облученных. При этом отмечается появление разных видов хромосомных иберраций в клетках и повышение общего уровня нарушений хромосом. Антушевич А.Е. и др. [1993] выявили на эксперименте, что пролонгированное низкоинтенсивное облучение способно вызывать достоверное увеличение количества клеток с хромосомными аберрациями и реципрокным фанслокациями хромосом не только у облученных, но и у их потомков первого, а особенно - второго поколения.

К настоящему времени цигогенетикой изучены закономерности действии самых разнообразных генотоксических агентов и накоплен достаточно большей фактический материал по динамике выхода и разнообразия типов хромосомных аберраций, ведущей причиной образования которых считаются фуднорепарируемые двойные разрывы ДНК. К изучению новых молекулярных механизмов образования цитогенетических повреждений посвящены работы многих ученых [Тарасов В.А., 1978].

Ахматуллина Н.Б. и др. [1997] пишут, что малые дозы ионизирующего излучения продуцируют сигнал для запуска индивидуальной системе репарации, называемой адаптивным ответом. При этом предварительное облучение немутагенных клеток или организмов, малые дозы радиации защищает их от последующего воздействия повреждающих мутагенных доз.

Полученные нами данные совпадают с данными исследования проведенными у 26 жителей из районов, расположенных приблизительно в 70- 100 км от Семипалатинского ядерного полигона [Бигалиев А.Б., 1992]. В результате наших исследований выявлено значительное превышение частот клеток с различными видами аберраций общепринятый уровень общей аберраций. Частота дицентриков на клетку, которые являются испытанным индикатором мутационного воздействия радиации, превышают результат исследования интактных групп людей и спонтанный уровень дицентриков (0,61 ±0,3х10"^{3} на клетку, 3,13 - 14,63х1 О*^{4} на метафазу), что подтверждает мутагенное воздействие хронического облучения малыми дозами радиации на население районов, прилегающих к Семипалатинскому ядерному полигону.

Однако, по частоте хромосомных аномалий нельзя судить о частоте генных мутации. Для наследственных отклонений у новорожденных хромосомные мутаций составляют всего лишь 1/25 от общего числа таких новорожденных [Дыбан П.А., 1982].

Но в целом, как структурные, так и числовые мутации хромосом могу послужить мониторингом за темпом мутационного процесса в популяцию человека.

Полученные данные свидетельствуют о положительной корреляции между частотой хромосомных аберраций и сложившейся экологической радиационной обстановкой в обследуемых районах и подтвердили возможность проведения популяционной цитогенетической индикации пролонгированием радиационного воздействия малой интенсивности.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Вода для людей, вода для жизни.//Доклад о состоянии водных ресурсов мира. Обзор, 2002.

2. Briscoe, J. The Changing Face of Water Infrasructure Finansing in Developing Countries. Submitted for publication in the International Journal of Water Resources Development.2000.

3. UCN.2000. Vision for Water and Nature. A World Strategy for Conservation and Sustainable Management of Water Rsources in the 21 Century – Compilation of all Project Dokuments. Cambridge, 2002.Johannesburg.

4. Бигалиев А.Б. Генетика и окружающая среда. – Караганда, 1987. – С.120.

5. Панин М.С. Экология Казахстана. – Семипалатинск: Семипалатинский государственный педагогический институт, 2005. – 548 с.

6. Бигалиев А.Б. Загрязнения окружающей среды и сохранение генофонда человечества. – Алматы, 1978. - С. 27.

Рецензент: д.пед.н., проф. Плахотнік О.В.

УДК 504.064.2

к.б.н., доц. **Дауренбекова Ш.Ж.**
Бугаева А.А.
доц. **Аужанова Н.Б.**
(Жетысуский государственный университет им. И. Жансугурова, Казакстан)

МОНИТОРИНГ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ОБРАЗОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

У статті представлені дані моніторингу сучасного екологічного стану на території Республіки Казахстан. Показано, що одним із пріоритетних напрямків довгострокової стратегії держави є екологічна освіта.

Ключові слова: екологічна освіта, катастрофа, забруднення, токсичні відходи.

В статье представлены данные мониторинга современного экологического состояния на территории Республики Казахстан. Показано, что одним из приоритетных направлений долгосрочной стратегии государства является экологическое образование.

Ключевые слова: экологическое образование, катастрофа, загрязнение, токсичные отходы.

In the article the data of monitoring of a modern ecological condition in Republic Kazakhstan territory are presented. It is shown, that one of priority directions of long-term strategy of the state is ecological formation.

Keywords: ecological formation, accident, pollution, toxic waste.

Вступление и постановка задачи. На сегодняшний день человечество оказалось в условиях обострения экологического кризиса, в преодолении которого все большее значение приобретают экологическое образование и воспитание.

На территории суверенной Республики Казахстан имеются регионы официально признанные зонами экологического бедствия и провинции с опасным уровнем химического или радиационного загрязнения. Многие тысячи людей, потерявших и теряющих здоровье, безвременно уходящих из жизни. В Казахстане очень уязвимая природная среда. Территорию республики в основном составляют горы, степи, полупустыни и пустыни. Существуют уникальные внутриконтинентальные моря и озера, такие, как Каспий, Арал, Балхаш, Зайсан, Алаколь.

В результате антропогенных нагрузок практически на всей территории Казахстана нарушена естественная способность природной среды обеспечивать будущее экономическое и социальное развитие страны.

Экстенсивное развитие сельскохозяйственного производства оставило след в виде деградации земель и оскудения ландшафтов, более 60% территории страны подвержено жесточайшему опустыниванию, что приводит к уменьшению плодородия почв и, как следствие, к сокращению продуктивности животноводства и растениеводства. За 40 лет эксплуатации целинных и залежных земель в результате ветровой и водной эрозии утрачено 1,2 млрд. тонн гумуса**.** Интенсивное и нерациональное развитие орошаемого земледелия, а также зарегулирование стока в условиях аридного климата привело к дефициту воды в бассейнах малых и крупных рек южного региона, таких как Или, Сырдарья и др**.** На глазах одного поколения почти в два раза сократилась площадь Аральского моря**.** Аналогичная судьба ожидает озеро Балхаш. При потребности республики в воде в 100 км3 в год существующая обеспеченность составляет 34,6 км3. По водообеспеченности на душу населения Казахстан занимает последнее место среди стран СНГ.[1]

Ежегодно в поверхностные водоемы республики сбрасывается более 200 млн. м3 загрязненных сточных вод**.** Выявлено более 3 тыс. очагов загрязнения подземных вод, площади которых составляют от нескольких до сотен квадратных километров.

Большинство предприятий перерабатывающего и энергетического комплексов имеет несовершенную технологию, морально и физически изношенные основные производственные фонды, что способствует увеличению количества вредных выбросов. В атмосферу ежегодно поступает около 6 млн. т загрязнений (50%- теплоэнергетика, 20%- черная металлургия, 13% - цветная металлургия, 4% - химия и нефтехимия). Большинство зон высокого загрязнения атмосферного воздуха совпадает с местами концентрированного расселения людей. В Карагандинской и Павлодарской областях на каждого жителя приходится соответственно 10,5 и 7,7 т вредных выбросов. В результате деятельности предприятий горно-металлургического комплекса на территории Казахстана скопилось более 20 млрд.т промышленных отходов при ежегодном поступлении около 1 млрд. т, в том числе 230 миллионов тонн радиоактивных. 95% от общего объема добываемой руды попадает в отходы, зачастую чрезвычайно токсичные и размещенные в неприспособленных для хранения местах. Имеющаяся статистика отмечает рост токсичных отходов. За последние четыре года их ежегодное образование возросло с 92 до 150 миллионов тонн или возросло в 1,6 раза. Они сосредоточены преимущественно в Карагандинской - 29,4%, Восточно-Казахстанской - 25,7%, Костанайской - 17% и Павлодарской - 14,6% областях. Тяжелыми металлами и нефтепродуктами загрязнены также земли Кызылординской, Атырауской и Западно-Казахстанской областей. Здесь объемы брошенных и захороненных буровых шлаков, замазученных и низкорадиоактивных вод, площади нарушенных земель трудно поддаются оценке [2].

Экологическая катастрофа грозит Актау и Каспийскому морю. Заводы промышленного гиганта Прикаспийского горно-металлургического комбината (ПГМК) сбрасывали сточные воды в котловину расположенную всего в нескольких километрах от города Актау, где образовалось искусственное озеро Кошкар-Ата. Эти заводы в основном занимались обогащением урана. Со временем в водоеме Кошкар-Ата скопились практически все элементы таблицы Менделеева, в том числе радиоактивные и токсичные.

Озеро Кошкар-Ата и Каспийское море отделяет друг от друга узкая береговая полоса, длиной не более 8 км, поэтому возникла опасность загрязнения Каспия водами хвостохранилища Кошкар-Ата.

Кроме загрязнения Каспия появилась опасность загрязнения подземных вод месторождения технической воды Куюлус, откуда Мангышлакский атомный энергокомбинат /МАЭК/ берет часть воды для Актау.

Но помимо загрязнения токсичными и радиоактивными веществами грунтовых вод, имеется еще одна проблема, связанная с хвостохранилищем Кошкар-Ата. В данный момент озеро пересыхает, потому что заводы бывшего ПГМК простаивают и не сбрасывают воду. На высохших берегах озера образуется токсичная пыль, которую ветер разносит по округе. Перед экологами Мангистау стоит непростая проблема. Если поддерживать в озере прежний уровень воды, то может произойти сброс токсичных отходов в Каспий. Если дать озеру высохнуть, то пылью будут заражены все земли и пастбища вокруг Актау и поселка Акшукур.

Постоянно растущие объемы отходов промышленного производсива формируют новые техногенные ландшафты, с ростом высоты отвалы и терриконы становятся источниками интенсивного пылеобразования. Второе место по объемам отходов производства после горнодобывающей промышленности занимают металлургическая промышленность и энергетика. Более 1,5 миллиарда тонн отходов накоплено только в золоотвалах Экибастузской ГРЭС Павлодарской области. Под угрозой прорыва в реку Иртыш находится золохранилище Согринской ГРЭС. Свыше 350 полигонов хранения отходов создали крупнейшие корпорации ОАО "Испаткармет" и "Казахмыс" в Карагандинской области. Многолетние отходы Балхашского горно-металлургического комбината привели к загрязнению побережья и самих вод озера Балхаш. [3]

Печально известна своими донными отложениями металлической ртути река Нура. В течение 20 лет в нее сбрасываются сточные воды производственного объединения "Карбид"

и других заводов города Темиртау, а также зола Карагандинской ГРЭС-1. Зола абсорбировала из сточных вод ртуть и сегодня на протяжении 25 км в русле и пойме реки Нуры образовались иловые отложения, где содержится ртуть. В результате поставлена под угрозу вся система озер Коргалжинского государственного заповедника, единственным питающим водостоком которого она является.

Нефтяная и газовая промышленность занимает первое место среди отраслей промышленности по объемам инвестиций. Несмотря на это, в основных районах нефтегазодобычи и нефтепереработки - Атырауской и Мангистауской областях - работы проводятся с применением отсталых технологий, устаревшего оборудования, что приводит к авариям и утечкам нефти. В результате чего общая площадь нефтяного загрязнения в Западном Казахстане составляет 194 тыс. га, а объем разлитой нефти - более 5 млн. т**.** Практика сжигания попутного газа в факелах также наносит значительный экологический и экономический ущерб**.** Повышенный тепловой фон и подкисление компонентов окружающей среды вокруг месторождений при сгорании газа оказывают негативное влияние на почву, растительность, животный мир прилегающих к нефтяным комплексам районов, внося свой "вклад" в увеличение парникового эффекта. Безвозвратные потери газа составляют более 740 млн. м3 в год**.** Отмечена зависимость повышенной заболеваемости населения в зоне Тенгизского нефтегазового месторождения (более чем в 6 раз выше областных показателей) от загрязнения атмосферного воздуха диоксидами серы и азота.

Сегодня остро стоит вопрос с отходами производства на нефтепромыслах. С ростом добычи нефти появилась новая проблема - накопление болыших объемов серы. Например, только на месторождении Тенгиз ее накоплено уже более 7 миллионов тонн**.** Оценка воздействия этой серы на окружающую среду еще не проводилась, только сегодня начата работа по переработке серы в гранулы для последующей продажи за рубеж.[4]

В результате повышения уровня Каспия оказались затопленными более 200 скважин и месторождений нефти, в том числе крупнейших - Каламкас и Каражанбас, что является угрозой не только биологическому разнообразию (в Каспии сосредоточено 90% мировых запасов осетровых рыб, большое количество видов орнитофауны, эндемик - каспийский тюлень), но и всей экосистеме Каспийского моря. За последние 10 лет улов промысловых рыб сократился в 10 раз**.**

Огромные территории Казахстана пострадали от деятельности военных полигонов и запусков космической техники. За период между 1949 и 1991 годами на Семипалатинском испытательном ядерном полигоне было проведено 470 ядерных взрывов. Невозможно точно подсчитать число погибших; количество облученных достигло полумиллиона человек. На территории бывшего Семипалатинского ядерного полигона около 2 млн. га сельскохозяйственных угодий подвержено радиоактивному заражению**.** Аральский и Семипалатинский регионы объявлены зонами экологического бедствия, где произошли разрушение естественных экологических систем, деградация флоры и фауны и вследствие неблагополучной экологической обстановки нанесен существенный вред здоровью населения. Зоны экологического бедствия представляют собой реальную угрозу внутренней безопасности страны.

В настоящее время в районах, прилегающих к бывшему Семипалатинскому полигону (85 населенных пунктов с численностью населения 71,9 тыс. человек), отмечается высокий уровень онкологической заболеваемости и смертности населения, болезней системы кровообращения, пороков развития среди новорожденных и эффектов преждевременного старения. В зоне экологического бедствия Приаралья (178 населенных пунктов с населением 186,3 тыс. человек) наблюдается высокий уровень желудочно-кишечных заболеваний и анемии, особенно среди женщин и детей, детской смертности и врожденной патологии.

В настоящее время на территории Республики Казахстан функционируют четыре военно-испытательных полигона и комплекс "Байконур"**.** Реальную экологическую угрозу представляют упавшие и падающие на землю фрагменты ракет, разливы высокотоксичного топлива и другие факторы, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду и

проживающее в непосредственной близости население. Пуски ракет-носителей с космодрома "Байконур" обеспечены наличием районов падения отделяющихся частей общей площадью 12,24 млн. гектаров.[5]

В этих условиях оценка состояния окружающей среды занимает важное положение в решении проблемы предотвращения и ликвидации техногенного воздействия в местах производства, испытаний, хранения и эксплуатации космических средств, военной техники и военных объектов, а также в местах размещения промышленных организаций, дислокации воинских частей и соединений, осуществляющих ракетно-космическую деятельность.

В настоящее время проводятся научно-исследовательские работы по бюджетной программе "Мониторинг экологического состояния участков территории Республики Казахстан, подверженных ракетно-космической деятельности". Также в рамках Программы развития ресурсной базы минерально-сырьевого комплекса страны на 2003-2010 годы, утвержденной постановлением Правительства Республики Казахстан от 29 декабря 2002 года N 1449, начаты комплексные гидрогеологические и геоэкологические исследования территорий военно-испытательных полигонов. Поскольку в решении ряда задач космическим средствам нет альтернативы, то снижение воздействия ракетно-космической деятельности на окружающую среду и здоровье населения, обеспечение экологической безопасности ракетно-космических комплексов приобретают все большую актуальность.

Интенсивное загрязнение воздуха, воды и почв, деградация животного и растительного мира, истощение природных ресурсов привели к разрушению экосистем, опустыниванию и значительным потерям биологического и ландшафтного разнообразия, росту заболеваемости и смертности населения. Следствием подобных изменений является снижение качества жизни населения и неустойчивое развитие республики. В то же время остаются самыми низкими среди стран Евразии государственные расходы на охрану окружающей среды. Они составляют не более 0,5 долл. США в год на одного человека.[6]

Сейчас, в условиях возрастающей деградации природной среды, проблема экологического образования встает еще более остро. Многие годы государство игнорировало актуальность экологического воспитания и образования. В современных условиях реализация государственной экологической политики во многом зависит от ее восприятия и поддержки населением страны, что, в свою очередь, обусловлено уровнем экологической культуры, нравственным отношением к природе. В связи с этим экологическое образование официально признано как одно из приоритетных направлений совершенствования деятельности природоохранных и образовательных структур.

Экологическое образование рассматривается в качестве основы для развития разработки нового образа жизни, находящегося в гармонии с окружающей средой. Происходит формирование нового типа экологического мышления, основу которого составляют новые моральные идеологические критерии общественного развития, что обеспечивает гласность реализации экологического образования и воспитания.

Закон РК “Об охране окружающей природной среды” от 15.07.1997 года определил обязательные требования по экологическому воспитанию и образованию в области охраны окружающей среды: всеобщность и непрерывность; распространение экологических знаний среди населения; обязательность преподавания экологических дисциплин в учебных заведениях, независимо от их профиля и форм собственности; профессиональную экологическую подготовку руководителей и специалистов.

Экологическое образование является одним из приоритетных направлений Долгосрочной Стратегии Республики Казахстан до 2030 года «Экология и природные ресурсы», которая закрепляет всеобщность и целенаправленность экообразования.

В Казахстане принята Программа Правительства Республики Казахстан на 2002-2004 годы, утвержденная указом Президента от 28 марта 2002 года № 827. Пункт 2.5. этой программы посвящен охране окружающей среды и природопользованию. Документ нацеливает на вовлечение общества в процесс улучшения качества окружающей среды и сохранения природных ресурсов для нынешнего и будущих поколений. В Казахстане в

отдельных случаях, скорее являющихся исключением, чем правилом, ведется систематическая работа по экологическому образованию в рамках отдельных школ, гимназий, или лицеев, общая доля которых, в среднем по областям, не превышает 5% от общего числа этих заведений по стране. Практически в каждом высшем учебном заведении Казахстана осуществляется подготовка кадров по проблемам экологии, функционируют факультеты природоохранного профиля и кафедры по охране и рациональному использованию природных ресурсов.[7]

По мнению специалистов в области экообразования, у каждого выпускника высшего учебного заведения должно быть сформировано экологическое мышление – воспитанная в нем привычка оценивать свои действия с точки зрения последствий, которые могут произойти в природной среде. Он должен уметь не только охранять природу, разумно использовать ее естественные ресурсы, но и решать качественно новую задачу – прогнозировать изменения окружающей среды и управлять ею. Подготовка специалистов такого уровня требует разработки теоретико-методологических и практических основ экологического образования в ВУЗах на основе его главных принципов: глобальности, универсальности, комплексности, непрерывности, междисциплинарности, интегральности и профессиональной направленности

В настоящее время, по данным Министерства образования и науки, в Казахстане 15 вузов имеют факультеты, связанные с экологическими дисциплинами, на них обучается около 1300 студентов. Обучение ведется по специальностям: «Экология и мониторинг», «Промышленная экология», «Химия и экология», «Биология и экология», «География и экология» и др.

Во многих высших учебных заведениях Казахстана, в соответствии с номенклатурой специальностей, ведется подготовка кадров по проблемам экологии, функционируют факультеты природоохранного профиля и кафедры по охране и рациональному использованию природных ресурсов, на которых ведется подготовка специалистов всех профилей и специализаций, в том числе - экологическая подготовка педагогических и научных кадров. Так, в Казахском национальном Университете им. Аль-Фараби разработана и внедрена в учебный процесс комплексная программа экологического образования студентов всех факультетов на весь период обучения. В Евразийском Университете им. Л. Гумилева, Казахской государственной архитектурно-строительной академии, Казахском национальном техническом Университете им. К. Сатпаева, Казахском национальном Аграрном Университете и Алматинском институте энергетики и связи, а также во всех ВУЗах областей уже несколько лет осуществляется подготовка молодых специалистов-бакалавров и магистров, специализирующихся в области биоэкологии, химической экологии, охраны природы, инженерной защиты окружающей среды и мониторинга. Вопросами подготовки, переподготовки и повышения квалификации специалистов в области охраны окружающей среды, наряду с Институтом повышения квалификации учителей, занимаются также общественные университеты и академические учреждения, такие как Институт экологии и устойчивого развития (г. Алматы), Независимый университет экологии им. М.Шокая (г. Кзыл-Орда), Международный университет им. Х.А. Яссави (г.Кентау).

В Республике Казахстан деятельность НПО в направлении экологического образования приобретает большое значение. В стране существует несколько тысяч НПО, и более 300 из них – имеют экологическую направленность, работая по различным направлениям: охрана окружающей среды, экологическое образование, радиационная безопасность, охрана животного мира, прикладные исследования в области ООС, заповедное дело и ООПТ, экологическое просвещение, поддержка гражданских и экологических инициатив, экологическое страхование, законодательство и право, экология Приаралья, Прибалхашья, Прикаспия, опустынивание.

Опыт неправительственных организаций Казахстана давно уже вышел за рамки одной, отдельно взятой, организации. НПО проводят семинары и тренинги по обмену опытом. Одним из таких проектов стал совместный англо-казахстанский проект "Экологическое

образование и устойчивое развитие", в рамках которого была создана команда тренеров по образованию для устойчивого развития из числа сотрудников НПО и творческих учителей, практикующих экообразование, выпущено методическое пособие по образованию для устойчивого развития "Выбирая будущее", создан сайт в Интернете с целью распространения полученного опыта.

Действующие на территории Центральной Азии международные организации, частные и государственные донорские агентства, такие как ООН, ОБСЕ, Американское агентство по Международному развитию (USAID), Канадский фонд местных инициатив, ISAR (США), фонд Евразия, фонд охраны дикой природы WWF, IUCN -Международный союз охраны природы, ГЭФ, Международный банк реконструкции и развития и ряд других, оказали большое содействие в развитии экообразования в регионе. Активная деятельность НПО привлекает в страны дополнительные ресурсы международных организаций и благотворительных фондов. Наряду с грантами развивается горизонтальное международное сотрудничество с родственными зарубежными НПО.[8]

Согласно заключенному договору о сотрудничестве между Министерством охраны окружающей среды и Корпусом Мира США, в данное время *в* Казахстане работают около 40 волонтеров Корпуса Мира США по Программе экологического образования. Они оказывают помощь НПО и учебным заведениям республики, проводя учебные занятия, акции, экологические лагеря, и помогая найти доступ к международным фондам для финансирования проектов на местном уровне.

Корпус Мира США в качестве одного из направления своей деятельности имеет программу предоставления волонтеров-экологов для работы в неправительственных организациях и школах Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА:

1 .Абишев Д. Материальное обеспечение: Экологически чистая вода- главный фактор здоровья. Поиск, 2000.

2. Гирусов Э.В., Бобылев С.В., Новоселов. Экология и экономика природопользования. М: Закон и право,2005.

3 Питьевая вода становится все опаснее: Экология и мы. Экономика и право Казахстана. – 2000.

4. Шилов И.А. Экология. Учебник. М: Высшая школа, 2008.

5. Мангараев С. Критические значения безразличных критериев экологических ресурсов. Транзитная экономика, 2007.

6. Тюлеубеков С. Правовые проблемы доступа к экологической информации. - Фемида. 2007.

7. Экологический кодекс Республики Казахстан - http://www.akorda.kz

8. Шокаманов Ю., Макажанова А. и др. Человеческое развитие в Казахстане. UNDP Kazakhstan. Хрестоматия. Алматы: S-Print. 2006 .

Рецензент: д.пед.н., проф. Плахотнік О.В.

УДК 628. 162 к.т.н. **Идрисова А.Е.**
(Жетысуский государственный университет им. И.Жансугурова, Казакстан)

ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ АЛТЫНЕМЕЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА И АНАЛИЗ МЕТОДОВ УДАЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА ИЗ ПРИРОДНЫХ ВОД

У статті проведено аналіз стану і рівня забрудненості природної води на трьох експериментальних майданчиках Алтинемельского державного національного природного парку, розроблені рекомендації щодо покращення якості води.
Ключові слова: природна вода, рівень забрудненості.

В статье проведен анализ состояния и уровня загрязненности природной воды на трех экспериментальных площадках Алтынемельского государственного национального природного парка, разработаны рекомендации по улучшению качества воды.
Ключевые слова: природная вода, уровень загрязненности.

In the article the analysis of condition and the level of pollution of natural water on the three experimental area in the Altynemel state national natural park, development recommendation on the improvement of the quality water are considered.
Keywords: natural water, the level of pollution.

Вступление и постановка задачи. В соответствии с Государственной программой по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на 2010-2014 годы 26 апреля 2011 года между Жетысуским государственым университетом имени И.Жансугурова и Алтынемельским государственным национальным природным парком (далее ГНПП) был заключен договор о научном сотрудничестве.

Алтынемельский ГНПП организован в 1996 г. Цель создания парка - сохранение уникальных экосистем Илийской межгорной котловины, охрана геоморфологических и палеонтологических объектов, памятников истории и культуры с соблюдением норм рекреационной нагрузки [1].

Целью исследований являлось определение состава, уровня загрязнения природной воды на 3 экспериментальных площадках Алтынемельского ГНПП и разработка соответствующих рекомендаций по улучшению качества воды.

В ходе исследований решались следующие задачи:

- определение состава и уровня загрязнения проб природных вод, взятых на 3 экспериментальных площадках Алтынемельского ГНПП;
- разработка рекомендаций по улучшению качества выявленной загрязненной воды на 3 экспериментальных площадках Алтынемельского ГНПП.

Алтынемельский национальный природный парк имеет статус природоохранного и научного учреждения, находится в ведении Комитета лесного и охотничьего хозяйства Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан. В административном отношении Алтынемельский природный парк расположен в Кербулакском и Панфиловском районах Алматинской области. Центральная усадьба парка находится в поселке Басши, в 90 км от районного центра г.Сарыозек и в 190 км от областного центра Алматинской области - г.Талдыкоргана.

Территория Алтынемельского ГНПП входит в состав Илийской полупустынной области Или-Балхаш-Алакольской пустынной впадины. Согласно гидрогеологическому районированию в изучаемом регионе выделяются бассейны подземных вод хребтов Алтын-Эмель, Кояндытау на севере и гор Катутау, Атыжек, Коктас на востоке и юге, между которыми расположен малый межгорный Басший-Конуроленский бассейн подземных вод, открытый на юг в сторону Копа-Илийского артезианского бассейна первого порядка. Юго-

восточная часть территории к югу от гор Катутау представляет собой северный борт Жаркентского артезианского бассейна второго порядка.

Подземные воды безнапорные, местами субнапорные. Наибольшая глубина залегания уровня подземных вод (65-100 м) характерна для зоны питания в предгорьях. В центральной части бассейна уровень воды приближается к поверхности, происходит разгрузка подземных вод водного комплекса в виде родников. Водообильность комплексов высокая. Дебиты скважин изменяются от 30 до 107,1 л/с, при понижениях 0,6-1,5 м соответственно. В среднем дебиты скважин 60 л/с. Удельные дебиты на Конуроленском блоке 1,23-5,14 л/с·м, в среднем – 4,0-5,0 л/с·м. В переходной между блоками зоне удельные дебиты снижаются до 0,2-1,0 л/с·м. В Басшийском блоке удельные дебиты скважин 0,1-7,14 л/с·м.

Речная сеть парка относится к бассейну реки Иле. Все водотоки берут начало в южных отрогах Джунгарского Алатау, образуя густую сеть у подножия гор и предгорий в виде родников, небольших речек и ручьев, большинство из которых являются лишь временными водотоками. Густота гидрографической сети составляет 0,2-0,4 км/км^2. Из-за маленьких площадей водосборов продолжительность половодья обычно невелика - 15-20 дней. Объем стоков за половодье составляет 80-100 % от годового стока. Исключение составляют ручьи, подпитывающиеся подземными водами.

Все реки (Тюль-Кули, Узынбулак, Талдысай, Куруматай, Итмурын, Жамансай, Алтын-Эмель, Доланалы, Кайынды) короткие и маловодные. Питание их осуществляется за счет весеннего снеготаяния, дождей и грунтовых вод. Летом реки в большей части пересыхают. Долины рек чаще извилистые со значительным уклоном (700-900 м) и слабо выраженными надпойменными террасами и поймами.

С южного склона хребта Шолак стекает множество временных водотоков, самые крупные из которых Мопшесай (25 км), Шолакжиде (23 км), Тайгак (25 км), для которых характерны крутое падение от истока до устья (700-900 м), хорошо выработанные русла в пределах гор, ярко выраженный весенний паводок, отсутствие стока большую часть года. Подпитываются водотоки родниковыми водами.

Южные склоны гор Дегерес прорезаны четырьмя глубокими ущельями: Сарыбастау, Талдысай, Кылбыр, Тузасу, по дну которых протекают ручьи с максимальными расходами в период весеннего снеготаяния, подпитывающиеся подземными водами. При выходе из гор ручьи, попадая на наклонную аллювиальную равнину, дренируют в рыхлых породах.

С южных склонов гор Матай стекает множество временных ручьев и речек, самой крупной из которых является р.Талдысай (длина 19 км), теряющаяся в 10 км после выхода из гор. Ручьи Шырын, Каврай, Куриматай и Итмурун теряются после выхода из гор.

С восточного склона гор Матай стекает ручей Жамансай (15 км), впадающий в пересыхающую речку Алтын-Эмель, которая теряется в песках западнее поселка Басши.

В урочище Мынбулак («тысяча родников»), расположенном в центральной части парка, на абсолютных высотах 650-730 м на протяжении 8-10 км выклиниваются многочисленные родники с дебитами, позволяющими дать начало многочисленным ручьям, некоторые из которых в паводковый период достигают реки Иле. Самый крупный ручей Мынбулак имеет протяженность 10 км.

Территория парка богата рекреационными ресурсами. К ним относятся благоприятные для отдыха места с живописной природой и, особенно, наличием водоемов с удобными подходами и пляжами. Ценным рекреационным ресурсом являются все горные ущелья с малыми реками, ручьями и родниками, которые обеспечивают благоприятный микроклимат в жарких условиях окружающих пустынь. Оазисы урочища Мынбулак приурочены к выходам родников в центральной части парка. Особый микроклимат, древесно-кустарниковая растительность, красочные луга и большое разнообразие видов флоры и фауны не только хороши для отдыха, но и для познавательных экскурсий. Часть оазисов находится в заповедной зоне. Оазисы в районе кордонов Косбастау и Мынбулак доступны для отдыха. Одним из них является достопримечательный родник Чокана Валиханова в каньонообразном глубоком понижении с древесно-кустарниковой растительностью.

Капшагайское водохранилище и река Иле обеспечивают увлажнение воздуха на всей территории парка, особенно на побережье. Это лучшие места для отдыха, совмещающего рыбалку, водные виды спорта и т.п.

Ценным бальнеологическим ресурсом являются имеющиеся на территории ГНПП источники минеральных и радоновых вод. Их пригодность в качестве лечебных подтверждена специальными исследованиями, каждая скважина имеет соответствующий паспорт. В связи с этим на территории ГНПП планируется строительство водолечебницы на базе термальной радоновой скважины.

Согласно договора научно-исследовательских работ от 29 марта 2012 года по бюджетной программе 055 «Научная и (или) научно-техническая деятельность, подпрограмма 101» по теме «Сравнительный анализ и мониторинг загрязнения атмосферного воздуха, почв, вод в антропогеннонарушенной буферной зоне в условиях заповедного режима Жонгар-Алатауского, Алтынемельского Национальных природных парков» в Алтынемельском ГНПП были проведены исследования по определению качества и состава воды на 3 экспериментальных площадках в июле и августе 2012 года, были взяты пробы природной воды в селе Басши, на кордоне Балтабай и на перевале «Алтынемель».

Пробы воды анализировались по органолептическим и физико-химическим показателям. Контроль качества природной воды осуществлялся базовой лабораторией испытательного центра Талдыкорганского филиала акционерного общества «Национальный центр экспертизы и сертификации». Лаборатория аттестована Госстандартом Республики Казахстан на право проведения анализов воды источников и питьевой воды по всем показателям согласно государственных стандартов [2-12].

Для лабораторных исследований были взяты пробы воды в селе Басши, с кордона Балтабай и на перевале Алтынемель. В селе Басши расположен офис Алтынемельского ГНПП. Кордон Балтабай находится в 12 км от села Басши в северо-восточном направлении. Перевал Алтынемель расположен в 65 км от районного центра – поселка Сарыозек и в 25 км от села Басши в северо-западном направлении.

В ходе исследований получены следующие результаты (таблица).

Таблица. Результаты опытов по определению состава природной воды

№	Наименование	Нормативный показатель	с. Басши	Кордон Балтабай	Перевал Алтынемель
	Органолептические показатели:				
1	запах при 20˚С и при нагревании до 60˚С, баллы	2	0	0	0
2	вкус и привкус при 20˚С	2	1	1	1
3	цветность, градусы	20 (35)	0	0	0
	Физико-химические показатели:				
4	жесткость, ммоль/дм^3	7 (10)	2,1	1,3	4,6
5	щелочность, ммоль/дм^3	0,5-6,5	3,4	4,1	6,0
6	кальций, мг/дм^3	25-130	17,5	11	35,5
7	магний, мг/дм^3	5-65	2,1	1,2	6,3
8	водородный показатель, единицы, pH	6-9	7,37	7,41	7,28
9	общая минерализация (сухой остаток), мг/дм^3	1000	200	240	400
10	окисляемость перманганатная, мг/дм^3	5	0,9	0,9	1,48
11	железо общее, мг/дм^3	0,3	1,0	0,7	0,25

12	сульфаты, мг/дм^3	500	37,3	41,8	87,9
13	хлориды, мг/дм^3	350	38,5	35	35
14	карбонаты, мг/дм^3		201	246	276
15	гидрокарбонаты, мг/дм^3	30-400	204,4	250,1	280,6

Выводы. Анализируя данные таблицы, можно сделать следующие выводы:

1) По основным показателям качества природная вода соответствует нормативным требованиям.

3) По содержанию общего железа природная вода в селе Басши превышает норматив в 3,33 раза, равна 1,0 мг/дм^3 при нормативе 0,3 мг/дм^3.

4) На кордоне Балтабай содержание общего железа в природных водах равно 0,7 мг/дм^3, превышение составляет 0,3 мг/дм^3.

Согласно результатам опытно-экспериментальных исследований по определению качества природной воды Алтынемельского ГНПП рекомендуется метод дефферризации воды.

Оптимальная дефферризация базируется на знании качества природных вод с точки зрения их агрессивности к железу, процесса дефферризации воды, влияния физико-химических свойств подземных вод на процесс дефферризации. Также процесс обезжелезивания природной воды зависит от ее температуры, pH, окисляемости. Изучение явления генезиса железистых вод показывает, что железо присутствует в воде в результате разложения пород под воздействием физических и химических факторов. Эти факторы определяют выбор технологической схемы и сооружений дефферризации воды. В настоящее время разработаны и внедрены в практику различные методы очистки воды от железа.

Известные в технологии улучшения качества воды методы ее дефферризации классифицируются на безреагентные и реагентные (окислительные, сорбционные, ионообменные и биохимические) [13]. Обезжелезивание поверхностных вод осуществляется реагентными методами, а удаление железа из подземных вод в основном осуществляется безреагентными методами.

Удаление железа из воды методом глубокой аэрации с последующим фильтрованием происходит в следующей последовательности: первоначально извлекается в вакуумно-эжекционном аппарате из воды диоксид углерода (pH повышается до 8-8,5), затем вода насыщается кислородом воздуха в его эжекционной части, диспергируется до капельного состояния и фильтруется через зернистую загрузку.

Производственные эксперименты, выполненные кафедрой МИСИ им. В.В.Куйбышева, на пяти артезианских водоисточниках, показатели качества которых характеризовались pH=7, общей жесткостью до 7 мг-экв/дм^3, щелочностью 4-5 мг-экв/дм^3, окисляемостью до 8,1 мг O_2/дм^3, сухим остатком 0,5-0,76 г/л, содержанием свободной углекислоты до 65 мг/л, содержанием общего железа до 6,3 мг/дм^3, а двухвалентного марганца до 0,76 мг/дм^3, подтвердили целесообразность рассмотренного метода для получения питьевой воды.

Удаление железа из подземных вод может быть достигнуто по методу «Виредокс» при условии достаточно высокого значения pH. При введении в подземный поток воды, содержащей растворенный кислород, достигается окисление железа (II) и марганца (II), их соосаждение и задержание в порах водовмещающих пород. На процесс дефферризации воды по этому методу существенное влияние оказывают железобактерии. Метод экономичный, относительно простой, однако не всегда обеспечивающий надлежащую глубину дефферризации воды.

В практике водоподготовки в США в качестве катализатора окисления железа кислородом воздуха или хлором получили распространение соли меди и медноникелевые сплавы. При очистке воды от железа сильными окислителями скорость окисления ионов железа (II) хлором, диоксидом хлора зависит от величины pH воды.

Исследования МИСИ им. В.В.Куйбышева показали, что слабый окислитель (кислород) в присутствии более сильного (хлора) активизируется. Это позволило разработать

технологию деферризации воды, сущность которой сводится к глубокой аэрации воды, что влечет за собой повышение pH, обогащение воды кислородом воздуха, окисление железа (II) с образованием гидроксида. Затем в «водяную подушку» фильтра вводится хлор, воздействующий как окислитель.

Двуоксид хлора ClO_2 также является сильным окислителем. Однако использование этого реагента затруднено из-за необходимости применения сложных в строительстве и эксплуатации установок, что особенно невыгодно на станциях очистки подземных вод небольшой производительности, которые составляют большинство.

Удаление железа (II) из воды методом ионного обмена осуществляется ее фильтрованием через катионитовую загрузку в ходе умягчения воды. Это происходит как при натрий-, так и при водород-катионировании. Метод целесообразен при одновременно глубоком умягчении воды и освобождении ее от железа (II) и марганца (II).

Исследованиями установлено, что при наличии в подземных водах одновременно железа и марганца решение вопроса удаления избыточного содержания железа сопровождается решением задачи очистки воды и от повышенного содержания марганца. При окислении железо переходит в гидроксид и осаждается в виде твердых частиц. Это свойство используется для удаления растворенного в воде железа. Вся операция происходит в специальном фильтре-колонке, где фильтрующая подушка состоит из окисляющей крошки, которая отдает кислород железу и удерживает образующиеся частицы гидроксида железа. Очистка воды от железа и марганца может дополняться продувкой сжатым воздухом.

Биохимический метод удаления железа заключается в высеивании на зернах загрузки фильтра железопотребляющих бактерий и последующим фильтрованием обрабатываемой воды. Эти бактерии поглощают железо из воды в процессе жизнедеятельности. Исследования биохимических методов очистки воды от железа продолжаются. Так, при испытании артезианской воды с содержанием железа 3,75-9,00 мг/дм^3 и марганца 0,2 мг/дм^3 для очистки воды от железа и марганца используются двухступенчатые биофильтры. Первая ступень предназначена для удаления железа и состоит из двух слоев кварцевого песка: нижнего высотой 0,8 м и крупностью песка 1-2 мм и верхнего высотой 1,05 м и крупностью песка 1,5-2,5 мм; вторая ступень – для удаления марганца; ее загрузка состоит из песка крупностью 1,5-2,5 мм и высотой слоя 1,4 м [14].

При скорости фильтрования 16-28 м/ч достигалось достаточное снижение содержания железа до 0,1-0,2 мг/дм^3, марганца до 0,02-0,05 мг/дм^3. Продолжительность фильтроцикла (до сопротивления 0,08…0,1 МПа) составляла 40-100 часов в зависимости от скорости фильтрования. Для интенсификации процессов очистки на биофильтры подавался кислород.

Выводы и рекомендации. На основании лабораторных данных опытно-экспериментальных исследований были сделаны следующие выводы:

1) Содержание ионов кадмия, свинца, цинка, меди, ртути, мышьяка, нитратов в исследуемых природных водах не обнаружено.

2) По основным показателям качества природная вода соответствует нормативным требованиям.

3) По содержанию общего железа природная вода в селе Басши превышает норматив в 3,33 раза, равна 1,0 мг/дм^3 при нормативе 0,3 мг/дм^3. На кордоне Балтабай содержание общего железа в природных водах равно 0,7 мг/дм^3, превышение норматива составляет 0,4 мг/дм^3.

5) Согласно результатам опытно-экспериментальных исследований по определению качества природной воды Алтынемельского ГНПП рекомендуется метод деферризации природной воды.

Многочисленные методы деферризации не равноценны между собой в надежности, технологичности, экономической целесообразности, простоте, области применения, поэтому необходимо провести технико-экономическое сравнение проектных решений вариантов обезжелезивания природной воды.

Таким образом, в Алтынемельском государственном национальном природном парке были проведены исследования по определению состава и качества природных вод на 3 экспериментальных площадках, опытными исследованиями подтверждена загрязненность природной воды по показателю содержания общего железа в селе Басши и на кордоне Балтабай.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Огарь Н.П. Водные экосистемы. // Ландшафтное и биологическое разнообразие Республики Казахстан. ПРООН. - Казахстан, Алматы: 2006.
2. ГОСТ 3351-74 Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности.
3. ГОСТ 4151-72 Вода питьевая. Метод определения общей жесткости.
4. ГОСТ 26449.1-85 Установки дистилляционные опреснительные стационарные. Методы химического анализа соленых вод.
5. ГОСТ 18164-72 Вода питьевая. Метод определения содержания сухого остатка.
6. ГОСТ 4011-72 Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа.
7. ГОСТ 4389-72 Вода питьевая. Методы определения содержания сульфатов.
8. ГОСТ 4245-72 Вода питьевая. Методы определения содержания хлоридов.
9. СТ РК ГОСТ Р 51301-2005 Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольт-амперметрические методы определения содержания токсичных элементов (кадмия, свинца, меди, цинка).
10. ГОСТ 26927-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути.
11. СТ РК ГОСТ Р 51962-2005 Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения массовой концентрации мышьяка.
12. ГОСТ 18826-73 Вода питьевая. Методы определения содержания нитратов.
13. Николадзе Г.И., Минц Д.М., Кастальский А.А. Подготовка воды для питьевого и промышленного водоснабжения. – М.: Высшая школа, 1984. – 368 с.: ил.
14. Николадзе Г.И. Улучшение качества подземных вод. – М.: Стройиздат, 1987. – 470 с.

Рецензент: д.пед.н., проф. Плахотнік О.В.

УДК 681.5.01

Литвиненко О.І. (ВІКНУ)
д.т.н., проф. **Сбітнєв А.І.** (ВІКНУ)

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧ ТЕОРІЇ ГРАФІВ З НЕЧІТКИМИ ВІДПОВІДНОСТЯМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ОПИСУ ЧЕРЕЗ ОКОЛИ Й МЕЖІ

Сучасні підходи до визначення маршрутів руху зводяться до знаходження найкоротшого шляху, при цьому критерій прохідності місцевості в залежності від погодних умов не враховується. Дана стаття присвячена математичній формалізації задачі визначення прохідності маршрутів шляхом подання графів через нечіткі околи й межі вершин.

Ключові слова: граф, нечіткі околи і межі вершин графа, функція належності.

Современные подходы к определению маршрутов движения сводятся к нахождению кратчайшего пути, при этом критерий проходимости местности в зависимости от погодных условий не учитывается. Данная статья посвящена математической формализации задачи определения проходимости маршрутов путем представления графов через нечеткие окрестности и границы вершин.

Ключевые слова: граф, нечеткие окрестности и границы вершин графа, функция принадлежности.

Modern approaches to the determination of routes can be reduced to finding the shortest path, and the criterion of cross-country terrain, depending on the weather conditions are not taken into account. This article focuses on the mathematical formalization of the problem of determining cross-country route by the presentation of graphs through the fuzzy environs and limits of vertices.

Keywords: graph, fuzzy environs and limits of graph's tops, function of belonging.

Вступ. В даній статті продовжено опис графових моделей для вирішення задач вибору маршрутів з використанням околів і меж [1÷3]. Надалі будуть вводитись так звані „нечіткі відповідності", що описують ступінь наших знань про досліджувані об'єкти (у даному випадку – графи).

Постановка завдання. Використаємо певні відомості з теорії нечітких множин [4÷10].

Визначення нечіткої множини. Нехай $X = \{x\}$ – універсальна множина, тобто повна множина, що охоплює всю проблемну область.

Нечітка множина $A \subseteq X$ являє собою набір пар $\{(x, \mu_A(x))\}$, де $x \in X$ і $\mu_A : X \to [0,1]$ – функції належності, які являють собою певну суб'єктивну міру відповідності елемента нечіткій множині A. $\mu_A(x)$ може приймати значення від нуля, що визначає абсолютну неналежність, до одиниці, що, навпаки, свідчить про абсолютну належність елемента x нечіткій множині A.

Якщо нечітка множина A визначена на кінцевій універсальній множині $X = \{x_1, x_2, ..., x_n\}$, то її зручно позначати наступним чином:

$$A = \mu_A(x_1)/x_1 + \mu_A(x_2)/x_2 + ... + \mu_A(x_n)/x_n,$$

де $\mu_A(x_i)/x_i$ – пара „функція належності / елемент", називається синглтоном, а знак „+" означає сукупність пар.

Операції над нечіткими множинами. Доповненням нечіткої множини A називається нечітка множина $\neg A$, функція належності якої

$$\mu_{\neg A}(x) = 1 - \mu_A(x), \ \forall x \in X.$$

Перетином двох нечітких множин A і $B \subseteq X$ називається нечітка множина $A \cap B$, функція належності якої

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)), \forall x \in X.$$

Об'єднанням двох нечітких множин A і $B \subseteq X$ називається нечітка множина $A \cup B$, функція належності якої

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)), \forall x \in X .$$

Введемо нову операцію $\bigcup_b$ під'єднання множини B до множини A через елемент $b \in A$:

$$C = A \bigcup_{b \in A} B .$$

Множина C містить всі елементи множини A з їх ступенями належності та всі елементи множини B, початкові ступені належності яких множаться на ступінь належності вершини b у множині A, ступінь однакових елементів обирається за правилом диз'юнкції $(\mu_A(x) \vee \mu_B(y) = \max(\mu_A(x), \mu_B(y)))$, тобто для всіх $x_i \in C$:

$$\mu_c(x_i) = \mu_A(x_i), \text{ якщо } x_i \in A;$$

$$\mu_c(x_i) = \mu_A(b)\mu_B(x_i), \text{ якщо } x_i \in B .$$

Результати дослідження. Орієнтованим нечітким графом (НГ) називається і через $L = (X, F)$ позначається пара нечітких множин, в якій $X = \{< \mu_X(x_i)/x_i >\}$, $i \in I = \{1,2,...,n\}$ – нечітка множина вершин графа; $F = \{< \mu_F < x_i, x_j > / < x_i, x_j >>\}$, $< x_i, x_j > \in X^2$ – нечітка множина дуг, причому x_i – початок, а x_j – кінець дуги; $\mu_X(x_i)$, $\mu_F < x_i, x_j >$ – функції належності для вершин і дуг графа відповідно.

Таке подання НГ називається теоретично-множинним. Інші способи подання НГ (за допомогою матриці суміжності і графічний) розглянемо на прикладі.

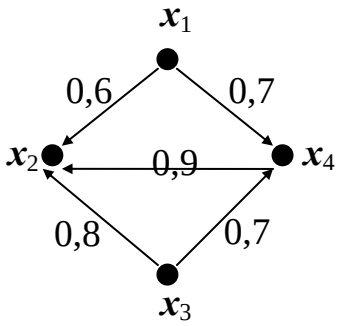
Приклад 1. Нехай є НГ $\varphi = (\boldsymbol{X_1}, \boldsymbol{F_1})$, у якого:

$$\boldsymbol{X_1} = \{< 0{,}4/x_1 >, < 0{,}6/x_2 >, < 0{,}7/x_3 >, < 0{,}9/x_4 \};$$

$$\boldsymbol{F_1} = \{< 0{,}6/ < x_1, x_2 >>, < 0{,}7/ < x_1, x_4 >>, < 0{,}7/ < x_3, x_4 >>,$$

$$< 0{,}8/ < x_3, x_2 >>, < 0{,}9/ < x_4, x_2 >> \} .$$

На рис. 1 показаний даний граф і його матриця суміжності M_φ.



$$\boldsymbol{M}_\varphi = \begin{array}{c|cccc} & \boldsymbol{x}_1 & \boldsymbol{x}_2 & \boldsymbol{x}_3 & \boldsymbol{x}_4 \\ \boldsymbol{x}_1 & 0 & 0{,}6 & 0 & 0{,}7 \\ \boldsymbol{x}_2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \boldsymbol{x}_3 & 0 & 0{,}8 & 0 & 0{,}7 \\ \boldsymbol{x}_4 & 0 & 0{,}9 & 0 & 0 \end{array}$$

Рис. 1. Ілюстрація до прикладу 1

Введемо поняття трансформації нечітких графів.

Визначення 1. Під трансформацією нечітких графів (позначається символом *trng*, від англ. transformation of graphs) розуміється процедура, що дозволяє приводити графи проміжної нечіткої і чіткої структури до повністю нечітких графів [10].

Зміст даної процедури полягає в приписі елементам чіткої множини вершин графа ступенів належності, рівних одиниці.

За допомогою операції трансформації граф вигляду $L_1 = (X, F_1)$ може бути трансформований до графа вигляду $L = (X, F)$ таким чином [9] (тут і далі напівжирним шрифтом будемо виділяти нечіткі елементи):

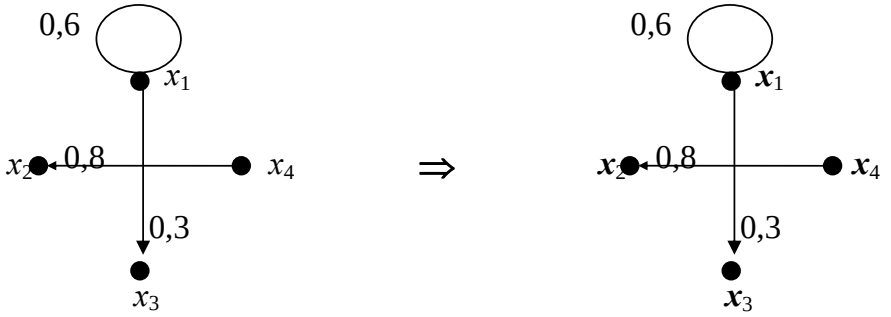
$$\boldsymbol{L} = trng\boldsymbol{L_1}; \mu_X(x_i) = 1;\ x_i \in X; \boldsymbol{F_1} \subseteq \boldsymbol{F} .$$

Надалі до перетвореного таким чином графа можна застосовувати необхідні операції як до нечіткого.

Приклад 2. Нехай є граф нечіткої проміжної структури $\psi_1 = (X_2, F_2)$, в якому $X_2 = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$, $F_2 = \{<0{,}6/<x_1, x_2>>, <0{,}3/<x_1, x_3>>, <0{,}8/<x_4, x_2>>\}$. За допомогою операції трансформації його структура приводиться до структури повністю нечіткого графа:

$$\psi = trng\psi_1; \mu_X(x_i) = 1; x_i \in X_2; F_2 \subseteq F.$$

У підсумку одержуємо НГ, в якого $X_2 = \{<1/x_1>, <1/x_2>, <1/x_3>, <1/x_4>\}$, множина дуг залишається незмінною. Вихідний, трансформований графи та їх матриці суміжності показані на рис. 2.



$\psi_1 \Rightarrow \psi = \mathbf{trng}\,\psi_1 \Rightarrow \psi$

$\mu_X(x_i) = 1$
$x_i \in X_2$
$F_2 \subseteq F$

$$M_{\psi 1} = \begin{array}{c} \\ x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \end{array} \\ \left\| \begin{array}{cccc} 0{,}6 & 0 & 0{,}3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0{,}8 & 0 & 0 \end{array} \right\| \end{array} \Rightarrow M_\psi = \begin{array}{c} \\ x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \end{array} \\ \left\| \begin{array}{cccc} 0{,}6 & 0 & 0{,}3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0{,}8 & 0 & 0 \end{array} \right\| \end{array}$$

Рис. 2. Ілюстрація до прикладу 2

Розглянемо основні теоретично-множинні операції над нечіткими графами.

Нехай $\varphi = (X_1, F_1)$ і $\psi = (X_2, F_2)$ – довільні нечіткі графи, які визначені на одних і тих самих множинах вершин і дуг, $X_1 \subseteq X, X_2 \subseteq X, F_1 \subseteq F, F_2 \subseteq F$, а $M_\varphi = \|a_{ij}\|$, $M_\psi = \|b_{ij}\|$ – відповідно їх матриці суміжності.

Об'єднанням графів φ і ψ називають граф $\Phi = \varphi \cup \psi$, такий, що

$$M_X(x_i) = M_{X_1}(x_i) \vee M_{X_2}(x_i) \text{ і}$$
$$\mu_F <x_i, x_j> = M_{F_1} <x_i, x_j> \vee M_{F_2} <x_i, x_j>.$$

Матриця нечіткої суміжності $M_\Phi = \|m_{ij}\|$ графа Φ має вигляд $M_\Phi = M_\varphi \cup M_\psi$, причому $m_{ij} = a_{ij} \vee b_{ij}$.

Перетином графів φ і ψ називають граф $\eta = \varphi \cap \psi$, такий, що

$$M_X(x_i) = M_{X_1}(x_i) \& M_{X_2}(x_i) \text{ і}$$
$$\mu_F <x_i, x_j> = M_{F_1} <x_i, x_j> \& M_{F_2} <x_i, x_j>.$$

Матриця нечіткої суміжності $M_\eta = \| m_{ij} \|$ графа η має вигляд $M_\eta = M_\varphi \cap M_\psi$, причому $m_{ij} = a_{ij} \& b_{ij}$.

Доповненням графа φ називається граф $\neg\varphi = (X_1, \neg F_1)$, такий, що

$$\mu_{\neg F} < x_i, x_j >= 1 - \mu_F < x_i, x_j >.$$

У матриці суміжності $M_{\neg\varphi} = \| m_{ij} \|$ графа $\neg\varphi$ елементи визначаються як $m_{ij} = 1 - a_{ij}$.

Інверсією графа φ називається граф $\varphi^{-1} = (X_1, F_1^{-1})$, такий, що F_1^{-1} є інверсією множини дуг та:

$$\mu_{F_{-1}} < x_i, x_j >= \mu_{F_1} < x_i, x_j >,$$

тобто орієнтація дуг змінюється на протилежну, зберігаючи при цьому значення ступенів належності; матриця інверсного графа дорівнює транспонованій матриці початкового графа. На рис. 3 показані графи, що одержані в результаті застосування наведених операцій до графів φ і ψ з прикладів 1 і 2.

Подання нечітких графів у вигляді нечітких околів і меж вершин.

Розвинемо підхід до подання графів у вигляді околів і меж вершин, запропонований стосовно чітких графів [2]. Попередній розгляд нечітких моделей і введення теоретично-множинних операцій над ними дозволяє розвинути означений підхід у нечіткому ставленні. Введемо поняття нечітких околів і меж вершин для нечітких графів вигляду $L = (X, F)$.

Визначення 2. Першим нечітким околом S_i^1 нечіткої вершини x_i називається нечітка множина кінцевих вершин для дуг, нечітко інцидентних x_i, і сама вершина x_i.

Для такої множини істинним є вираз:

$$\forall x_j \in X \left\{ x_j \in S_i^1 \leftrightarrow \exists < x_i, x_j > \left[(< x_i, x_j > \in F < x_i, x_j >) \vee (x_i = x_j) \right] \right\},$$

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

Тоді як і у [1], n-й нечіткий окіл нечіткої вершини x_i за індукцією визначається:

$$S_i^n = \bigcup_{x_j \in S_i^{n-1}} S_j^1.$$

Це означає, що n-й нечіткий окіл нечіткої вершини x_i може бути отриманий шляхом додавання до $n-1$-го околу множини сусідства, тобто кінцевих вершин дуг, інцидентних з S_i^{n-1}. При цьому

$$S_i^1 \subseteq S_i^2 \subseteq ... \subseteq S_i^n.$$

Визначення 3. Нечіткою межею n-го нечіткого околу або n-ою нечіткою межею i-ї вершини називається нечітка множина

$$B_i^n = S_i^n \setminus S_i^{n-1} = S_i^n \cap \neg S_i^{n-1},$$

де $\neg S$ – доповнення до множини S.

Як і у [2], справедливим є вираз

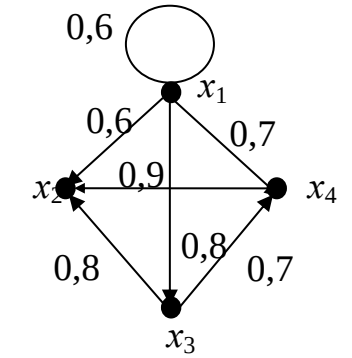
$$B_i^k \cap B_i^l = \varnothing, \text{ при } k \neq l,$$

що означає: нечіткі межі різних порядків однієї і тієї самої вершини не збігаються.

Так само для нечітких графів справедливо

$$B_i^n = \bigcup_{x_i \in B_i^{n-1}} S_i^1 \setminus \left(B_i^{n-1} \cup B_i^{n-2} \right).$$

Використання цього виразу дозволяє рекурентно обчислювати нечіткі межі вершин нечітких графів, не обчислюючи околів порядку вище першого.

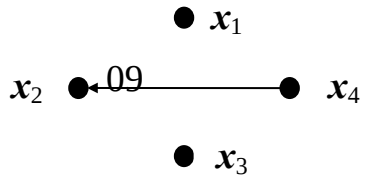


а

$$\boldsymbol{M}_{\varphi}=\begin{array}{c|cccc} & \boldsymbol{x}_1 & \boldsymbol{x}_2 & \boldsymbol{x}_3 & \boldsymbol{x}_4 \\ \boldsymbol{x}_1 & 0{,}6 & 0{,}6 & 0{,}3 & 0{,}7 \\ \boldsymbol{x}_2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \boldsymbol{x}_3 & 0 & 0{,}8 & 0 & 0{,}7 \\ \boldsymbol{x}_4 & 0 & 0{,}9 & 0 & 0 \end{array}$$

$\phi = \varphi \cup \psi;$

$\boldsymbol{M}\phi = \boldsymbol{M}\varphi$

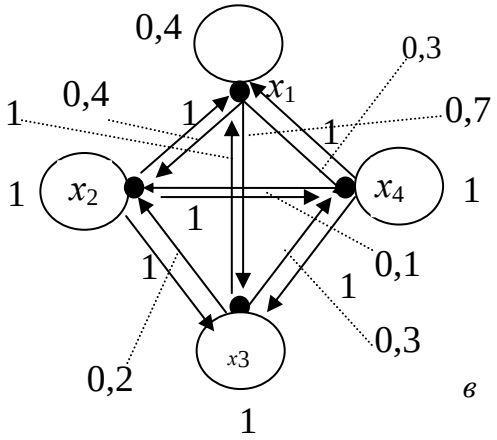


б

$$\boldsymbol{M}_{\psi}=\begin{array}{c|cccc} & \boldsymbol{x}_1 & \boldsymbol{x}_2 & \boldsymbol{x}_3 & \boldsymbol{x}_4 \\ \boldsymbol{x}_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \boldsymbol{x}_2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \boldsymbol{x}_3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \boldsymbol{x}_4 & 0 & 0{,}9 & 0 & 0 \end{array}$$

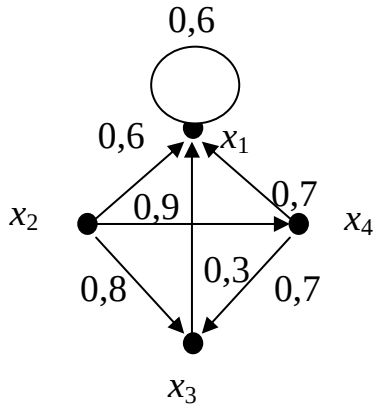
$\eta = \varphi \cap \psi$

$\boldsymbol{M}_{\eta} = \boldsymbol{M}_{\psi}$



в

$$\boldsymbol{M}_{\neg\varphi}=\begin{array}{c|cccc} & \boldsymbol{x}_1 & \boldsymbol{x}_2 & \boldsymbol{x}_3 & \boldsymbol{x}_4 \\ \boldsymbol{x}_1 & 0{,}4 & 0{,}4 & 0{,}7 & 0{,}3 \\ \boldsymbol{x}_2 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ \boldsymbol{x}_3 & 1 & 0{,}2 & 1 & 0{,}3 \\ \boldsymbol{x}_4 & 1 & 0{,}1 & 1 & 1 \end{array}$$



г

$$\boldsymbol{M}_{\gamma}=\begin{array}{c|cccc} & \boldsymbol{x}_1 & \boldsymbol{x}_2 & \boldsymbol{x}_3 & \boldsymbol{x}_4 \\ \boldsymbol{x}_1 & 0{,}6 & 0 & 0 & 0 \\ \boldsymbol{x}_2 & 0{,}6 & 0 & 0{,}8 & 0{,}9 \\ \boldsymbol{x}_3 & 0{,}3 & 0 & 0 & 0 \\ \boldsymbol{x}_4 & 0{,}7 & 0 & 0{,}7 & 0 \end{array}$$

$\boldsymbol{M}_{\gamma} = \boldsymbol{M}^{\mathrm{T}}_{\varphi}$

Рис. 3. Ілюстрація до основних теоретично-множинних операцій над нечіткими графами:

а −граф φ; *б* − граф ψ; *в* − граф ¬φ; *г* − граф $\gamma = \varphi^{-1}$

Аналітичне подання нечітких графів у вигляді нечітких околів і меж вершин.

Подання графа, як і у [2], зробимо через перерахування перших околів його вершин:

$$L=(X,F)=\left\{S_i^1 \mid x_i \in X\right\},$$

$$\boldsymbol{S}_i^1=\left\{<\mu_X<x_i,x_j>/x_j>,x_i\right\}, i\in I=\left\{1,2,...,n\right\}, j\in J=\left\{1,2,...,m\right\}.$$

Нехай графи φ і ψ подаються у вигляді:

$$S_1^1(\varphi)=\{<1/x_1>,<0{,}6/x_2>,<0{,}7/x_4>\},$$
$$S_2^1(\varphi)=\{<1/x_2>\},$$
$$S_3^1(\varphi)=\{<1/x_3>,<0{,}8/x_2>,<0{,}7/x_4>\},$$
$$S_4^1(\varphi)=\{<1/x_4>,<0{,}9/x_2>\},$$
$$S_1^1(\psi)=\{<0{,}6/x_1>,<0{,}3/x_3>\},$$
$$S_2^1(\psi)=\{<1/x_2>\},$$
$$S_3^1(\psi)=\{<1/x_3>\},$$
$$S_4^1(\psi)=\{<1/x_4>,<0{,}8/x_2>\}.$$

Тут позначення $S_1^1(\varphi)$ означає не функціональну залежність, а те, що перерахування околів здійснюється стосовно графа φ.

Подання об'єднання графів φ і ψ робиться згідно із залежностями:

$$S_i^1(\Phi)=S_i^1(\varphi)\cup S_i^1(\psi),$$
$$\mu_\Phi<x_i,x_j>=\mu_\varphi<x_i,x_j>\vee\mu_\psi<x_i,x_j>.$$

В результаті одержуємо:

$$S_1^1(\Phi)=\{<1/x_1>,<0{,}6/x_2>,<0{,}7/x_4>\}\cup\{<0{,}6/x_1>,<0{,}3/x_3>\}=$$
$$=\{<1/x_1>,<0{,}6/x_2>,<0{,}3/x_3>,<0{,}7/x_4>\},$$
$$S_2^1(\Phi)=\{<1/x_2>\},$$
$$S_3^1(\Phi)=\{<1/x_3>,<0{,}8/x_2>,<0{,}7/x_4>\},$$
$$S_4^1(\Phi)=\{<1/x_4>,<0{,}9/x_2>\}.$$

Для подання перетину графів φ і ψ використовуються залежності:

$$S_i^1(\Phi)=S_i^1(\varphi)\cap S_i^1(\psi),$$
$$\mu_\Phi<x_i,x_j>=\mu_\varphi<x_i,x_j>\&\mu_\psi<x_i,x_j>.$$

Маємо:

$$S_1^1(\Phi)=\{<1/x_1>,<0{,}6/x_2>,<0{,}7/x_4>\}\cap\{<0{,}6/x_1>,<0{,}3/x_3>\}=\{<1/x_1>\},$$
$$S_2^1(\Phi)=\{<1/x_2>\},$$
$$S_3^1(\Phi)=\{<1/x_3>\},$$
$$S_4^1(\Phi)=\{<1/x_4>,<0{,}8/x_2>\}.$$

Доповнення $\neg\varphi$ до графа φ подається за допомогою співвідношень:

$$S_1^1(\neg\varphi)=\{\mu_{\neg\varphi}<x_i,x_j>/<x_i,x_j>\},$$
$$\mu_{\neg\varphi}<x_i,x_j>=1-\mu_\varphi<x_i,x_j>.$$

Для графа, показаного на рис. 3*в*, одержимо:

$$S_1^1(\neg\varphi)=\{<1/x_1>,<0{,}4/x_2>,<1/x_3>,<0{,}3/x_4>\},$$
$$S_2^1(\neg\varphi)=\{<1/x_2>,<1/x_1>,<1/x_3>,<1/x_4>\},$$
$$S_3^1(\neg\varphi)=\{<1/x_3>,<0{,}2/x_2>,<0{,}3/x_4>,<1/x_1>\},$$
$$S_4^1(\neg\varphi)=\{<1/x_4>,<0{,}1/x_2>,<1/x_1>,<1/x_3>\}.$$

При завданні околу конкретної вершини ступеню належності її фіктивної петлі приписується одиниця, якщо ж така існує, то їй приписується реальне значення ступеня належності.

Для визначення меж вершин графа необхідно задати їх околи порядку вище першого. Розглянемо нечіткий граф, показаний на рис. 4.

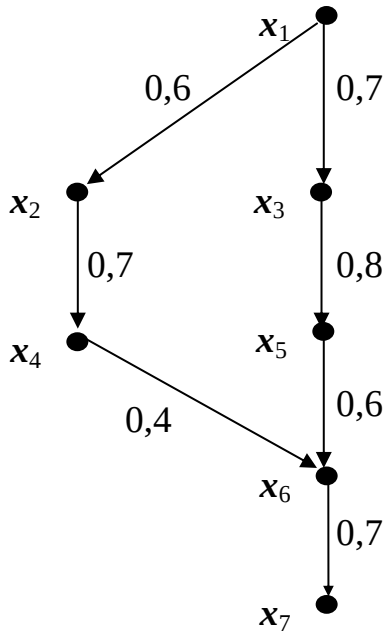


Рис. 4. Нечіткий граф (до прикладу визначення меж вершин нечіткого графа)

Для цього графа одержимо:

$$S_1^1 = \{<1/x_1>,<0{,}6/x_2>,<0{,}7/x_3>\},$$
$$S_2^1 = \{<1/x_2>,<0{,}7/x_4>\},$$
$$S_3^1 = \{<1/x_3>,<0{,}8/x_5>\},$$
$$S_4^1 = \{<1/x_4>,<0{,}4/x_6>\},$$
$$S_5^1 = \{<1/x_5>,<0{,}6/x_6>\},$$
$$S_6^1 = \{<1/x_6>,<0{,}7/x_7>\},$$
$$S_7^1 = \{<1/x_7>\}.$$

Для вершини x_3 згідно з вище викладеним, маємо:

$$S_3^2 = S_3^1 \bigcup_5 S_5^1 = \{<1/x_3>,<0{,}8/x_5>,<0{,}48/x_6>\},$$
$$S_3^3 = S_3^2 \cup S_6^1 = S_3^2 \cup S_6^1 = \{<1/x_3>,<0{,}8/x_5>,<0{,}48/x_6>,<0{,}37/x_7>\}.$$

Третя межа третьої вершини визначається як:

$$B_3^3 = S_3^3 \setminus S_3^2 = \{<1/x_3>,<0{,}8/x_5>,<0{,}48/x_6>,<0{,}37/x_7>\} \setminus$$
$$\setminus \{<1/x_3>,<0{,}8/x_5>,<0{,}48/x_6>\} = \{<0{,}2/x_5>,<0{,}48/x_6>\}.$$

При цьому враховувалося, що для нечітких множин A і B має місце:

$$\mu_{A|B}(x_i) = \mu_A(x_i) \& \neg \mu_B(x_i) = \mu_A(x_i) \& [1 - \mu_B(x_i)].$$

Подання нечітких графів через багатокомпонентні кортежі.

Так само, як і в [2] пропонується подання нечітких графів через багатокомпонентні кортежі.

Так, кортеж вершини x_i має вигляд:

$$\alpha_i = <<\mu_X(x_i)/x_i>, |B_i^1|, B_i^1>. \quad (1)$$

Відомо [11], що проекцією кортежу на l-ту вісь називається l-та компонента кортежу:

$$np_1\alpha_i = <\mu_X(x_i)/x_i>, np_2\alpha_i = |B_i^1|, np_3\alpha_i = B_i^1.$$

Тобто першою проекцією кортежу (1) є однокомпонентна нечітка множина, яка складається з вершини, для якої побудований кортеж, та її ступеня належності.

Друга проекція являє собою потужність (кількість елементів) межі.

Третя проекція являє собою нечітку межу першого порядку даної вершини.

Алгебра кортежів в цьому випадку будується так само, як і в [2].

При розгляді нечітких моделей малося на увазі, що значення функцій належності відомі і нічого не говорилося про способи їх визначення. Дане питання являє самостійний інтерес, оскільки у рамках теорії нечітких моделей ці функції не можуть бути визначені і для їх визначення вимагається використання інших методів.

У даній роботі ступінь належності (значення функції належності) $\mu_A(x)$ елемента x нечіткій множині A інтерпретується як суб'єктивна міра того, наскільки елемент $x \in X$ відповідає поняттю, зміст якого формалізується нечіткою множиною A. Під суб'єктивною мірою розуміється отримана через опитування експертів ступінь відповідності елемента x поняттю, формалізованому нечіткою множиною A. При цьому ступінь відповідності – можливість інтерпретації x поняттям, яке формалізується A.

В подальших роботах буде показано, як ступінь належності для задач вибору маршруту на місцевості при використанні графових моделей пов'язати з даними, отриманими методами геоінформаційних систем (ГІС).

Висновки

1. Як апарат формалізованого опису процесу вирішення задачі вибору маршруту пропонується використовувати нечіткі і чіткі графові моделі. Основними передумовами їх використання є:

необхідність формального опису нечітких ситуацій з грунтами при виборі маршрутів;

можливість адекватного відображення властивостей грунтів при різних погодних умовах і отримання широкого спектра різноманітних їх характеристик для наступного аналізу;

необхідність досягнення концептуальної єдності формального опису процесу проектування маршруту;

відносна простота і доступність.

2. Специфікою побудови алгоритму вибору маршруту, що розглядається, є використання для опису повних ситуацій певних якісних станів грунту, які висловлені вербально. Наслідком цього є нечіткість ситуаційної моделі вибору маршруту.

3. Реалізація запропонованих моделей вимагає використання інструментальних програмних засобів, які дозволяють автоматизувати процес проектування. Це, у свою чергу, вимагає розроблення відповідних способів аналітичного подання нечітких графів.

Розвинутий у статті підхід до подання нечітких графів через нечіткі околи і межі вершин дозволив вирішити цю задачу, уникнувши при цьому надмірності, притаманній традиційним способам подання.

Для спрощення фізичної реалізації одержаних рішень запропоновано подання околів вершин графів через багатокомпонентні кортежі. Це дозволило інтерпретувати подання нечітких графів у пам'яті ЕОМ у вигляді лінійних структур даних і в наслідок цього суттєво скоротити необхідний обсяг пам'яті у порівнянні з традиційними способами подання.

Аналіз алгоритмів теорії графів дозволив визначити основні типові і конструктивні операції над кортежами і множинами кортежів.

4. Алгебра кортежів, яка наведена у статті, дозволяє реалізувати пошарову схему розроблення програмних інструментальних засобів, яка складається з таких шарів:

алгоритми аналізу і синтезу ППЗ, які виражені через поняття теорії графів;

алгоритми теорії графів, які виражені у вигляді околів і меж вершин;

операції над кортежами і конструктивні операції над множинами кортежів;

теоретично-множинні операції;

структурні оператори.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Литвиненко О.І., Литвиненко Н.І., Пашков С.О. Алгоритми вирішення задачі про найкоротший маршрут на основі застосування теорії графів. Зб. наук. пр. ВІ КНУ. – 2011. – № 33. – С. 335-343.

2. Литвиненко О.І., Сбітнєв А.І. Аналітичне подання графів для проведення розрахунків на ЕОМ. Вісник ХНУ. – 2011. – № 5 (182). – С. 182-189.

3. Литвиненко О.І., Сбітнєв А.І. Визначення найкоротшого маршруту на графі, що поданий через околи і межі. Зб. наук. пр. ВІ КНУ. – 2012. – № 35. – С. 309-315.

4. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. – М,: Мир. – 1976. – 167 с.

5. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. – М.: Радио и связь. – 1982. – 432 с.

6. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под редакцией Д.А.Поспелова. – М.: Наука. – 1986. – 312 с.

7. Нечеткие множества и теория возможностей: последние достижения / Под редакцией Р.Ягера. – М.: Сов. Радио. – 1986. – 408 с.

8. Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети. – Винница: УНИВЕРСУМ. – 1999. – 320 с.

9. Герасимов Б.М., Грабовский Г.Г., Рюмшин Н.А. Нечеткие множества в задачах проектирования , управления и обработки информации. – К.: Техніка.2002. – 140 с.

10. Толубко В.Б., Сбітнєв А.І., Пермяков О.Ю. Методологічні основи проектування прикладного програмного забезпечення для АСУ воєнного призначення: Монографія. – К.: НАОУ, 2004. – 249 с.

11. Шиханович Ю. А. Введение в современную математику.–М.: Наука, 1965. – 376 с.

Без рецензії.

УДК 528.94 **Хірх-Ялан В.І. (**ВІКНУ)

ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОСТОРОВО-ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ РОЗМІЩЕННЯ ПІДРОЗДІЛІВ НА МІСЦЕВОСТІ

В статті розглянута можливість прийняття рішення для розміщення військових підрозділів на місцевості з використанням геоінформаційних технологій та математичних методів. Одним з можливих шляхів вирішення зазначеної задачі пропонується використовувати методичний апарат теорії нечітких множин.

Ключові слова: геоінформаційне забезпечення, аналіз стану місцевості, геопросторова модель місцевості

В статье рассматривается возможность принятия решения для размещения войсковых подразделений на местности с использованием геоинформационных технологий и математических методов. Одним из возможных путей решения указанной задачи предлагается использовать методический аппарат теории нечетких множеств.

Ключевые слова: геоинформационное обеспечение, аналіз состояния местности, геопространственная модель местности

The possibility of making a decision to place military units in the field with the use of GIS and mathematical methods. One possible way to solve this problem it is proposed to use the methodological apparatus of the theory of fuzzy sets.

Keywords: GIS support, analiz state area, geospatial terrain model

Вступ та постановка задачі. Неоднозначність в прийнятті просторово-планувальних рішень (ППР) при проведенні аналізу стану місцевості щодо оптимізації розміщення підрозділів в районі відповідальності змушує вести постійний пошук нових математичних методів проведення аналізу стану місцевості та залучати до цього геоінформаційні технології.

Прийняття ППР на розміщення підрозділу в зоні відповідальності пов'язане із значними труднощами, зумовленими трудомісткістю процесу визначення факторів впливу тактичних властивостей місцевості.

До недавнього часу аналіз стану місцевості під час планування та організації бойових дій підрозділами сухопутних військ проводився здебільшого спираючись на досвід та інтуїцію командира, при цьому не проводилось точних обчислень фізико-географічних характеристик, що визначають тактичні властивості місцевості (районів з критичною крутизною схилів земної поверхні, зон видимості з усіх командних висот району відповідальності, щільності дорожньої мережі шляхів різних класів тощо), оскільки їх визначення вручну за паперовою топографічною картою потребує значних часових витрат, яких у командира, як правило, немає. Як результат – приблизне визначення меж ділянок з відповідними властивостями на місцевості і похибка, яка може привести до невиконання поставленого бойового завдання. Існуючі методики аналізу місцевості докладно наведені в літературі [1-3].

Сучасний рівень розвитку інформаційних технологій дозволяє суттєво збільшити точність аналізу фізико-географічних характеристик місцевості за рахунок можливостей швидкої обробки великої кількості геопросторових даних високопродуктивними обчислювальними засобами.

Для прийняття ППР щодо розміщення підрозділу необхідно мати повну інформацію про особливості тактичних властивостей місцевості району, що не завжди можливо. Один зі шляхів вирішення цього завдання - застосування аналітичних систем, заснованих на нечіткій логіці.

Мета статті. Розглянути можливість застосування методологічного апарату нечіткої логіки для побудови геоінформаційної моделі місцевості для створення оцінної карти місцевості оптимального розміщення військових підрозділів геоінформаційними методами.

Виклад основного матеріалу. Нечіткі системи ґрунтуються на використанні лінгвістичних змінних. Вони дозволяють формалізувати нечітко поставлені задачі.

У процесі прийняття рішень щодо організації розміщення підрозділу на місцевості нечіткість виникає у разі, коли необхідно кількісно охарактеризувати якісні відношення між об'єктами місцевості, які мають вплив на особливості розміщення підрозділу.

У таких випадках експерти часто не можуть оперувати чіткими поняттями, тому доцільно використовувати нечіткі змінні, які підсвідомо зрозумілі, але проблематичні для вираження цифрами.

У нечіткій логіці точні значення змінних перетворюються в значення лінгвістичних змінних за допомогою застосування теорії нечітких множин. Значення будь-якої величини передаються не числами, а словами природної мови - термами [4-6].

Належність кожного точного значення до одного з термів лінгвістичної змінної визначається функцією належності.

Застосування поняття нечіткої множини відкриває широкі можливості для аналізу і рішення просторових задач, зокрема задач прийняття ППР.

Реалізація моделей для вирішення задач ППР пов'язана, як правило, зі створенням складних багатофакторних структур, які враховують вагу або значимість кожного фактора;

Одним з варіантів для прийняття ППР є моделювання ситуації засобами просторового ГІС-аналізу, тобто коли виконуються прості операції геометричного накладання даних різних тематичних шарів.

При цьому об'єкти різних шарів можуть розглядатися як фактори, що виключають один одного.

Проводиться чітка класифікація наборів даних, використовується весь арсенал логічних і математичних операторів, вагові коефіцієнти, що показують ступінь придатності кожного з обраних факторів.

Доцільність застосування класифікацій з використанням методів теорії нечітких множин для прийняття ППР допускає можливість відносити територіальні об'єкти не просто до одного з класів (як у стандартних алгоритмах багатовимірних класифікацій), а й одночасно до певних класів з різними функціями належності. Така класифікація зручна, адже насправді межі між класами мають нечіткий, перехідний характер. І це слід враховувати при математичному моделюванні й відповідним чином будувати тематичні шари ГІС.

Розглянемо постановку задачі ППР щодо оптимізації розташування підрозділів СВ в районі відповідальності.

За результатами експертних оцінок визначено, що найбільш суттєвими показниками, що характеризують *оптимальність* розміщення підрозділів сухопутних військ в межах зони відповідальності, є - тип місцевості в залежності від стану рельєфу, щільність та стан дорожньої мережі, стан рослинного покриву (для лісових насаджень).

Першим критерієм для оптимального місця розміщення підрозділів є тип місцевості в залежності від ступеня її пересіченості, середніх показників крутизни схилів $\hat{E}_{\text{òä}}$, а також найбільшої площі зони видимості. За запропонованою методикою розраховані зони видимості з відповідних точок спостереження. Даний показник буде виведений у відносних одиницях виміру. Коефіцієнтом видимості є відношення площі видимих зон до загальної площі району відповідальності. Оцінка пересіченості місцевості району наведена в таблиці 1.

Другим критерієм для проведення оцінки стану місцевості – показник щільності дорожньої мережі $K_{ä}$ з урахуванням того, що при проведенні аналізу стану дорожньої мережі та складанні карти її щільності до уваги беруться тільки дороги з твердим покриттям та урахуванням ширини дорожнього покриття. Оцінка місцевості району за щільністю дорожньої мережі наведена в таблиці 2.

Третім критерієм для проведення оцінки стану місцевості – показник площі залісеності $K_{ë}$ району відповідальності, даний показник наведений у відносних одиницях виміру. Оцінка місцевості району за ступенем залісеності наведена в таблиці 3.

Так - маємо відносні показники стану місцевості, які мають відповідний ступінь впливу на розміщення підрозділу на місцевості.

Для отримання цілісної уяви про стан місцевості доцільним буде складання оцінної карти стану місцевості враховуючи дані проведеного аналізу, та запропоновані методи обчислення ваги явищ та розподіл цього показника по території.

Таблиця 1. Оцінка пересіченості місцевості .

Значення показника $K_{тд}$	Якісна оцінка
$0.8 \le K_{тд} < 1$	дуже пересічена місцевість
$0.6 \le K_{тд} < 0.8$	пересічена місцевість
$0.3 \le K_{тд} < 0.6$	слабо пересічена місцевість
$0.0 \le K_{тд} < 0.3$	не пересічена місцевість

Таблиця 2.Оцінка місцевості району за щільністю дорожньої мережі

Щільність дорожньої мережі ($K_д$),	Якісна оцінка дорожньої мережі
$0.7 \le K_д < 1$	Забезпечуються висування військ до ділянки прориву у бригадних колонах; висування до рубежів розгортання для наступу з ходу (контратаки, контрудару, здійснення маршу) в ротних колонах.
$0.4 \le K_д < 0.7$	Забезпечуються висування до рубежів розгортання для наступу з ходу (контратаки, контрудару, здійснення маршу) в батальйонних колонах.
$0.3 \le K_д < 0.4$	Забезпечується здійснення маневру з використання існуючої мережі шляхів у якості опорної з її удосконаленням в інженерному відношенні.
$0.0 \le K_д < 0.3$	Недостатня кількість шляхів для забезпечення будь-яких дій військ.

Таблиця 3. Оцінка місцевості району за ступенем залісеності

Числове значення показника ($m_л$)	Якісна оцінка місцевості
$0.7 \le K_л < 1$	Відкрита.
$0.3 \le K_л < 0.7$	Напівзакрита.
$0.0 \le K_л < 0.3$	Закрита.

Для складання єдиної оцінної карти місцевості визначена, за допомогою експертів, вага кожного з показників:

– стан рельєфу місцевості – 0.9 – оцінюються 3 складові;

– стан дорожньої мережі – 0.7 – оцінюються 2 складові;

– стан залісеності району – 0.4 – оцінюється 1 складова.

Вважаємо, що сума всіх вагових коефіцієнтів врахованих показників дорівнює одиниці. Введемо нормування вагових коефіцієнтів за формулою:

$$M_i = \frac{n_i}{\sum_{i-1}^{3} n_i}, \qquad (1)$$

n - кількість складових, що оцінюються.

На підставі вищезазначеного, розрахунок показника стану місцевості K для складання документу проводиться за формулою:

$$K = \sum_{i-1}^{3} M_i K_i \qquad (2)$$

Для розв'язання задачі щодо оптимізації розташування підрозділів СВ в районі відповідальності розроблена база даних у середовищі геоінформаційної системи ArcGIS 9.3, яка містить тематичні шари картографічної інформації на район відповідальності.

Так, результатом проведених розрахунків мають бути набори векторних карт , із ступенем придатності території, відносно показника явища. Розрахунковий коефіцієнт придатності може бути поданий межами для функції належності.

Методичний апарат нечіткої логіки цілком задовольняє рішення поставленого завдання. У даному випадку множина значень розширюється припущенням, що функція належності елементів класу може приймати будь-які значення в межах [0...1], а не тільки 0 або 1.

Висновок. Для розглянутої в статті задачі просторового моделювання доцільним буде використання методів нечіткої логіки для вирішення задач оптимізації розміщення підрозділів на місцевості. Застосування методології нечіткої логіки, дозволить визначити знання експертів, в яких присутні невизначені характеристики, як числову просторову модель для аналізу оптимальності розміщення .

ЛІТЕРАТУРА:

1. Иваньков П.А. Местность и ее влияние на боевые действия войск / П.А. Иваньков, Г.В. Захаров // - М.: Воениздат, 1969. – 207 с.

2. Повшедний В.А. Методика вивчення й оцінки місцевості по топографічних картах: навч. посіб./ В.А. Повшедний, Ю.Є. Варлан. – К.: НАОУ, 2000. – 13с.

3. Барышкин В.М. Особенности подготовки и ведения специфических операций 40А (по опыту боевых действий в Афганистане)/ В.М. Барышкин // –М.: Русское воздухоплавательное общество, 1999. – 141 с.

4. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / А.Н. Борисов, А.В. Алексеев, Г.В. Меркурьев и др. – М.: Радио и связь, 1989. – 394 с.

5. Бронштейн И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев. – М.: Наука, 1986. – 544 с.

6. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л.А. Заде. – М: Мир, 1976. – 165 с.

7. Круглов В.В. Интеллектуальные информационные системы: компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода / В.В. Круглов, М.И. Дли. – М.: Физматлит, 2002. – 256 с.

8. Мелихов А.Н. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой / А.Н. Мелихов, Л.С. Бернштейн, СЯ. Коровин. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. – 272 с.

Рецензент: к.військ.н., доц. Пашков С.О.

ПОРЯДОК ПОДАННЯ І ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ ДО "ЗБІРНИКА НАУКОВИХ ПРАЦЬ ВІЙСЬКОВОГО ІНСТИТУТУ КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

"**Збірник наукових праць** Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка " запланований до випуску чотири рази на рік. Його основне призначення висвітлення проблем розвитку технічних, педагогічних, географічних та інших наук, результатів наукових досліджень, обмін передовим досвідом у науковій діяльності та підготовці наукових, науково-педагогічних і офіцерських кадрів.

Редакційна колегія просить звернути увагу авторів статей на Постанову ВАК України "Про підвищення вимог до фахових видань, внесених до переліків ВАК України" за №7-05/1 від 15 січня 2003 р. Зокрема, на пункти 3" і 4 цієї Постанови:

п.3. «Редакційним колегіям організувати належне рецензування та ретельний відбір статей до друку. Зобов'язати їх приймати до друку у виданнях, що виходитимуть у 2006 році та у подальші роки, лише наукові статті, які мають такі необхідні елементи: **постановка проблеми** у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями; **аналіз останніх досліджень** і публікацій, в яких започатковано **розв'язання даної проблеми** і на які спирається автор, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття, формулювання цілей статті (**постановка завдання**), виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих **наукових результатів**; **висновки** з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку, **ключові слова.»;**

п.4. «Спеціалізованим вченим радам при прийомі до захисту дисертаційних робіт зараховувати статті, подані до друку, як фахові лише за умови дотримання вимог до них, викладених у п. 3 даної постанови».

Загальні вимоги до технічного оформлення статей

Для забезпечення високої якості матеріалів у збірнику наукових праць редколегія просить авторів при оформленні статей дотримуватись наведених далі рекомендацій.

Формат аркуша - **А4 (210 х 297 мм)**. Розмір полів: верхнє, нижнє, праве - **2 см**, ліве - **2 см.**

При написанні основного тексту статей українською, російською, англійською мовами необхідно використовувати шрифт – **Times New Roman №12 через 1,0 мм** інтервал**.** Абзац має становити **10 мм.**

Обсяг статті - не більше, як правило, **4-8 стор**., анотації - не більше, як правило, **6-9 рядків**. Анотацію друкують курсивом, шрифт **Times New Roman, №11** Матеріали публікації обов'язково повинні займати повні сторінки (включаючи ілюстрації, список літератури та три анотації). Номер сторінки не проставляється У лівому верхньому куті аркуша проставляють індекс **УДК**, у правому верхньому куті на цьому ж рівні розміщують такі дані: науковий ступінь (наприклад, к.т.н., д.т.н., к.військ.н.), вчене звання (наприклад: проф., доц., с.н.с.), прізвище та ініціали авторів (один під другим). Після ініціалів кожного з авторів друкується в дужках скорочена назва установи, організації, де працює автор.

Назву статті друкують **прописними** літерами (стиль - **normal**, шрифт – **Times New Roman № 12,** без нахилу, жирний, без підкреслювань) по центру аркуша без переносів і відокремлюють від тексту одним порожнім рядком зверху та одним порожнім рядком знизу.

Таблиці і рисунки друкують після посилань. Якщо у статті кілька таблиць чи рисунків - їх нумерують. Заголовки таблиць і рисунків необхідно розміщувати по центру, а нумерацію таблиць праворуч від таблиці (стиль **normal**, шрифт – **Times New Roman № 12**) Рисунки повинні бути виконані за допомогою редактора **Word,** згруповані і являти собою один графічний об'єкт. Формули та позначення по тексту обов'язково набирати за допомогою **Equation Editor** - редактора формул **Word**, а не у текстовому режимі. У редакторі формул мають бути встановлені такі параметри - розміри: загальний – **12 pt**. великі індекси – **10 pt** , малі індекси – **7 pt**, великі символи – **14 pt**. малі символи – **12 pt**: стиль: текст, функції, змінні, матриці-вектори, числа – шрифт **Times New Roman Cyr**, для решти стилів – шрифт **Symbol**, при цьому: **строк. грецькі – прямі**. Великі за розміром вирази та рівняння необхідно записувати у кілька рядків.

Після закінчення тексту через один інтервал подають список літератури з дотриманням вимог ВАК України. Цей список повинен починатися із заголовка ліворуч - ЛІТЕРАТУРА (шрифт – **Times New Roman № 11**). Далі, через один інтервал, вказується рецензент в наступному порядку: науковий ступінь (наприклад, к.т.н., д.т.н., к.військ.н.). вчене звання (наприклад: проф., доц, с.н.с), прізвище та ініціали рецензента.

На адресу редколегії (03689, м. Київ, вул. Ломоносова,81. тел.: +38 (044) 521 - 33 - 82) мають бути надіслані наступні матеріали:

Копія статті, оформлена згідно із наведеними вимогами; електронний варіант статті у вигляді файлу формату **rtf** для **MS Word - 97** (або пізніша версія) на **CD (CD–RW)**; рецензія доктора наук, відомого в даній галузі (з організації, де працює один із авторів); експертний висновок, завірений печаткою, про можливість відкритого публікування; дані про авторів - прізвище, ім'я, по батькові, місце роботи, адреса, контактний телефон, e-mail.

СТАТТІ, ЯКІ НЕ ЗАДОВОЛЬНЯЮТЬ БУДЬ-ЯКІЙ З ПЕРЕЛІЧЕНИХ ВИМОГ, ДО ВИДАННЯ НЕ ПРИЙМАЮТЬСЯ!

УВАГА!

Редакційна колегія доводить до відома авторів, що згідно вимог ВАК «Збірник наукових праць ВІКНУ» з 2009 р. буде розміщуватись в Інтернеті у повному обсязі на сайті: ел. адреса: www.mil.univ.kiev.ua, та на сайті бібліотеки ім. Вернадського.

Редакційна колегія: e-mail: lenkov_s@ukr.net

Наукове видання

Збірник наукових праць
Військового інституту

Київського національного університету
імені Тараса Шевченка

2012 р.

Випуск № 38

(Усі матеріали надруковані в авторській редакції)

Підписано до друку 26.10.12 р.
Авт. друк. арк. 17,8. Формат 60х90/16
Безкоштовно. Замовлення №

Надруковано у навчально-картографічному комплексі ВІКНУ
03689, Київ, вул. Ломоносова, 81
Телефон: 521-32-99, 521-32-89