



Державний вищий навчальний заклад  
„Національний гірничий університет“

# НАУКОВИЙ ВІСНИК

Національного  
гірничого  
університету

Науково-технічний журнал

№ 1 (145) • 2015

Виходить 6 разів на рік • Заснований у вересні 1998 р.

Геологія  
Розробка родовищ корисних копалин  
Фізика твердого тіла, збагачення корисних копалин  
Геотехнічна і гірничо-механіка, машинобудування  
Електротехнічні комплекси та системи  
Технології енергозабезпечення  
Екологічна безпека, охорона праці  
Інформаційні технології, системний аналіз та керування  
Економіка та управління

Дніпропетровськ

2015

Головний редактор	Г.Г. Півняк
Заступники головного редактора	О.С. Бешта, П.І. Пілов, О.М. Шашенко
Відповідальний секретар	Т.В. Барна
РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ: (Україна)	М.О. Алексеев, В.І. Бондаренко, В.І. Бузило, А.Ф. Булат, В.І. Голінько, С.С. Гребьонкін, Б.А. Грядущий, М.М. Довбніч, Р.О. Дичковський, А.О. Задоя, М.О. Ільяшов, Г.О. Козлакова, В.В. Лукінов, В.Ф. Приходченко, В.В. Проців, В.В. Радченко, Ю.Т. Разумний, Т.Б. Решетілова, Д.В. Рудаков, В.С. Савчук, І.О. Садовенко, О.В. Садовий, В.І. Самуся, О.О. Сдвижкова, К.Ф. Тяпкін, В.П. Франчук, Ю.М. Халімендик, Ю.Т. Хоменко, В.Я. Швець, Ф.П. Шкрабець
ЗАКОРДОННІ ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ:	М.Д. Венедиктов (Московський технічний університет зв'язку та інформатики, РФ); Р. Вюрзлін (Есслінгенський університет прикладних наук, ФРН); Г. Грулер (Ройтлінгенський університет, ФРН); А. Дичко (Інститут мінеральної сировини та енергетики Польської академії наук, Республіка Польща), К. Дребенштедт (Технічний університет „Фрайберзька гірничо академія“, ФРН); Ю. Дубінські (Головний інститут гірничої справи, Республіка Польща); А. Земба (Краківська гірничо-металургійна академія, Республіка Польща); В.В. Кармазин (Московський державний гірничий університет, РФ); Є. Кіцкі (Інститут мінеральної сировини та енергетики Польської академії наук, Гірничо-металургійна академія Станіслава Сташиця, Республіка Польща); Т. Майхерчик (Науково-технічний університет „Краківська гірничо-металургійна академія“, Республіка Польща); Н. Нойбергер (Есслінгенський університет прикладних наук, ФРН); С. Прусек (Головний інститут гірничої справи, Республіка Польща); Л.О. Пучков (Московський державний гірничий університет, РФ); Б. Ракішев (Казахський національний технічний університет, Республіка Казахстан); Р. Сінгхал (Університет Калгарі, Канада); О. Стівас (Норвезький університет природничих наук та технологій, Королівство Норвегія); С.Г. Страданченко (Південно-Російський державний технічний університет, РФ); Д. Стургул (Університет Аделаїди, Австралійський Союз); А. Тайдусь (Науково-технічний університет „Краківська гірничо-металургійна академія“, Республіка Польща); Я. Таліандер (Університет Заходу, Королівство Швеція); С. Форліч (Вроцлавська вища банківська школа, Республіка Польща); В. Чарнецкі (Есслінгенський університет прикладних наук, ФРН); М. Шмідт (Бранденбурзький технічний університет, ФРН); Г. Шмідт (Есслінгенський університет прикладних наук, ФРН)
	Журнал включено до міжнародної наукометричної бази Scopus, тематичної бази Compendex у складі Engineering Village та баз EBSCOhost і ProQuest, каталогів періодичних видань Ulrichsweb Global Serials Directory, Index Copernicus Journal Master List та ResearchBib, реферується у журналі ВІНІТІ РАН, РФ. Передплата здійснюється в поштових відділеннях України за „Каталогом періодичних видань“ (передплатний індекс: 89166) і в передплатних агентствах „Укрінформнаука“ (індекс: 10107) та „Ідея“ (індекс: 17736).
	Комп'ютерна верстка Т.О. Шаповал. Коректор М.Т. Сисун. Журнал підписано до друку за рекомендацією вченої ради Державного вищого навчального закладу „Національний гірничий університет“ (протокол №2 від 09.02.2015 року)
Журнал зареєстровано	у Міністерстві юстиції України. Реєстраційний номер КВ № 17742-6592ПР від 27.04.2011. Наклад 200 прим. Зам. №2. Підписано до друку 26.02.2015. Формат 60x90/8. Ум. друк. арк. 20. Папір офсетний.
Засновник та видавець	Державний вищий навчальний заклад „ Національний гірничий університет “, м. Дніпропетровськ. „Свідоцтво суб'єкта видавничої справи“ ДК №1842 від 11.06.2004
Адреса видавця та редакції:	49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19, корпус 3, к. 24а Тел.: (056) 373 08 47, e-mail: nv.ngu@ukr.net, www.nvngu.in.ua; nv.nmu.org.ua
Виготовлення:	ПП КФ „Герда“. 49000, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 60. „Свідоцтво суб'єкта видавничої справи“ ДК №397 від 03.04.2001



State Higher Educational Institution  
“National Mining University”

**SCIENTIFIC  
BULLETIN**  
of National  
Mining University

Scientific and technical journal

No **1** (145) • 2015

Bi-Monthly statement • Founded in September 1998

Geology  
Mining  
Solid-State Physics, Mineral Processing  
Geotechnical and Mining Mechanical Engineering,  
Machine Building  
Electrical Complexes and Systems  
Power Supply Technologies  
Environmental Safety, Labour Protection  
Information Technologies,  
Systems Analysis and Administration  
Economy and Management

---

Dnipropetrovsk  
2015

<i>Editor-in-chief</i>	G.G. Pivniak
<i>Deputy editors-in-chief</i>	O.S. Beshta, P.I. Pilov, O.M. Shashenko
<i>Executive secretary</i>	T.V. Barna
EDITORIAL BOARD: (Ukraine)	M.A. Alekseev, V.I. Bondarenko, V.I. Buzylko, A.F. Bulat, V.I. Golinko, S.S. Grebonkin, B.A. Griadushyi, M.M. Dovbnich, R.O. Dychkovskiy, A.O. Zadoia, M.O. Iliashov, G.O. Kozlakova, V.V. Lukinov, V.F. Prykhodchenko, V.V. Protsiv, V.V. Radchenko, Yu.T. Razumnyi, T.B. Reshetilova, D.V. Rudakov, V.S. Savchuk, I.O. Sadovenko, A.V. Sadovoy, V.I. Samusia, Ye.A. Sdvizhkova, K.F. Tiapkin, V.P. Franchuk, Yu.M. Khalimendyk, Yu.T. Khomenko, V.Ya. Shvets,, F.P. Shkrabets
FOREIGN MEMBERS OF EDITORIAL BOARD:	M.D. Venedyktov ( <i>Moscow Technical University of Communications and Informatics, Russian Federation</i> ); R. Würslin ( <i>The Esslingen University of Applied Sciences, Federal Republic of Germany</i> ); G. Gruhler ( <i>Reutlingen University, Federal Republic of Germany</i> ); A. Dyczko ( <i>The Mineral and Energy Economy Research Institute of the Polish Academy of Sciences, Republic of Poland</i> ), C. Drebenstedt ( <i>Freiberg University of Mining and Technology, Federal Republic of Germany</i> ); J. Dubinski ( <i>Central Mining Institute, Republic of Poland</i> ); A. Zemba ( <i>The Krakow Academy of Mining and Metallurgy, Republic of Poland</i> ); V.V. Karmazin ( <i>Moscow State Mining University, Russian Federation</i> ); J. Kicki ( <i>AGH University of Science and Technology, The Mineral and Energy Economy Research Institute of the Polish Academy of Sciences, Republic of Poland</i> ), T. Majcherczyk ( <i>AGH University of Science and Technology, Republic of Poland</i> ); N. Neuberger ( <i>The Esslingen University of Applied Sciences, Federal Republic of Germany</i> ); S. Prusek ( <i>Main Mining Institute, Republic of Poland</i> ); L.A. Puchkov ( <i>Moscow State Mining University, Russian Federation</i> ); B.R. Rakishhev ( <i>Kazakh National Technical University after K.I. Satpaev, Republic of Kazakhstan</i> ); R. Singhal ( <i>The University of Calgary, Canada</i> ); A. Stovas ( <i>The Norwegian University of Science and Technology, Kingdom of Norway</i> ); S.G. Stradanchenko ( <i>South Russian Federation State Technical University, Russian Federation</i> ); J. Sturgul ( <i>The University of Adelaide, Commonwealth of Australia</i> ); A. Tajduś ( <i>AGH University of Science and Technology, Republic of Poland</i> ); J. Theliander ( <i>University West, Kingdom of Sweden</i> ); S. Forlicz ( <i>Wroclaw Higher Bank School, Republic of Poland</i> ); W.T. Czarnetzki ( <i>The Esslingen University of Applied Sciences, Federal Republic of Germany</i> ); M. Schmidt ( <i>The Brandenburg Technical University, Federal Republic of Germany</i> ), G. Schmidt ( <i>The Esslingen University of Applied Sciences, Federal Republic of Germany</i> )
	The journal has been included in Scopus, Compendex, ProQuest, EBSCOhost, Ulrichsweb Global Serials Directory, Index Copernicus Journal Master List, ResearchBib, abstract journal VINITI RAS (Russia). Subscription for the journal can be done in post offices of the Ukraine (subscription index in Subscription Publication Catalogue is 89166) and in the subscription agencies Ukrinformnauka (index in Subscription Publication Catalogue is 10107) and Ideia (index is 17736)
	Makeup T.O. Shapoval. Proofreading M.T. Sysun. Passed for printing under recommendation of Academic Council of State Higher Educational Institution “National Mining University” (transaction No.2 dated February 9, 2015).
Journal was registered	by Ministry of Justice of Ukraine. Registration number KB No.17742-6592PR dated April 27, 2011. Passed for printing February 26, 2015. Sheet size 60x90/8. Presswork 20. Offset paper. Number of copies printed 200. Order No.2.
Founder and editor	State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnipropetrovsk Certificate of Publisher ДК No.1842 dated June 11, 2004
Address of editor and editorial office:	19, K. Marks Ave., building 3, room 24a, Dnipropetrovsk, 49005 Tel.: (056) 373 08 47, e-mail: nv.ngu@ukr.net, www.nvngu.in.ua; nv.nmu.org.ua
Production	PP KF “Gerda”. 60, K. Marks Ave., Dnipropetrovsk, 49000. Certificate of Publisher ДК No.397 dated April 3, 2001

# ЗМІСТ

Стор.

<b>Г.Г. Півняк, О.С. Бешта.</b> Об'єднання українських політехнічних університетів і промисловості для створення сучасної моделі інженера.....	5
<b>Геологія</b> .....	8
<b>М.М. Довбніч, М.Ю. Ананченко.</b> Геофізичні критерії сейсмічного розрідження техногенних ґрунтів хвостосховищ гірничо-збагачувальних комбінатів України.....	8
<b>О.В. Солодянкін, О.С. Ковров, Н.М. Рубан.</b> Дослідження фізико-механічних властивостей просадочних ґрунтів балки Євпаторійська м. Дніпропетровськ.....	15
<b>С.Б. Лобач-Жученко, Т.В. Кауліна, В.В. Сукач, А.В. Юрченко, Ш.К. Балтибаєв, В.В. Балаганський.</b> Найдревніші грануліти Українського щита, Побузький гранулітовий комплекс.....	21
<b>Г.А. Калашник.</b> Роль мантієвих процесів у формуванні промислових ендегенних родовищ урану на прикладі Українського щита.....	27
<b>І.І. Михальченко.</b> Статистичний зв'язок урану й торію в рудоносних альбітитах Новоолексіївського рудопрояву (Український щит).....	36
<b>О.І. Інгерров, І.О. Інгерров, А.Л. Лозовий, Я.В. Мендрій.</b> Диференційні криві індукційних електромагнітних зондувань з природними джерелами при рішенні структурних задач нафтогазової геології.....	42
<b>Розробка родовищ корисних копалин</b> .....	49
<b>Вей Цзяньгуан, Янь Чуаньян.</b> Прогнозування виносу піску у виснажених родовищах.....	49
<b>В.М. Тарасютін.</b> Геотехнологічні властивості високоякісних маргітових руд глибоких горизонтів шахт Кривбасу.....	54
<b>Геотехнічна і гірнича механіка, машинобудування</b> .....	61
<b>А.М. Росенко, С.А. Харін.</b> Дослідження впливу вибуху на інтенсивність будівництва глибоких горизонтів за допомогою об'єктно-орієнтованого програмування.....	61
<b>О.Г. Бутенко.</b> Гідродинаміка неізотермічного турбулентного повітряного потоку в каналі кільцевого перерізу.....	66
<b>Б.В. Виноградов.</b> Еквівалентне число циклів напружень при розрахунку на витривалість відкритих зубчастих передач барабанних млинів.....	72
<b>І.Є. Шиповський.</b> Розрахунок крихкого руйнування гірської породи з використанням бессеточного методу... ..	76
<b>В.О. Гутаревич.</b> Поздовжня динаміка шахтної підвісної монорейкової дороги.....	83
<b>Електротехнічні комплекси та системи</b> .....	89
<b>А.А. Маліновський, Є.Ю. Гущин.</b> Вплив аварійних режимів мережі на роботу трансформаторів напруги НОМ-10.....	89
<b>Інформаційні технології, системний аналіз та керування</b> .....	94
<b>О.П. Толстопят, В. І. Єлісєєв, Л.О. Флеєр, Т.О. Рузова.</b> Оцінка частоти коливань газорідинної взаємодії шляхом комп'ютерної обробки відеозображення.....	94

<b>В.В. Овсяников.</b> Інформаційне забезпечення системи управління якістю палива для теплових електростанцій.....	100
<b>М.І. Козленко.</b> Завадостійкість передачі даних у системах опрацювання телеметричної інформації автономних мобільних роботів.....	107
<b>І.М. Пістунов.</b> Визначення рівня безпеки електронної комерції.....	114
<b>О.С. Меньяйленко, О.І. Захожай.</b> Основи синтезу класифікаторів технічних систем розпізнавання образів з використанням моделей емоційних процесів людини.....	120
<b>Економіка та управління</b> .....	127
<b>І.В. Гонгарева.</b> Структура навчальних програм при формуванні складних компетентностей.....	127
<b>О.А. Шевчук.</b> Формування інноваційної корпоративної культури підприємства для досягнення стратегічних цілей розвитку.....	132
<b>І.М. Вахович, І.М. Камінська, І.В. Ропотан.</b> Концептуальні засади та об'єктивна необхідність фінансової конвергенції сталого розвитку регіонів країни.....	138

# СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

<b>Г.Г. Пивняк, А.С. Бешта.</b> Объединение украинских политехнических университетов и промышленности для создания современной модели инженера .....	5
<b>Геология</b> .....	8
<b>М.М. Довбнич, М.Ю. Ананченко.</b> Геофизические критерии сейсмического разжижения техногенных грунтов хвостохранилищ горно-обогатительных комбинатов Украины .....	8
<b>А.В. Солодянкин, А.С. Ковров, Н.Н. Рубан.</b> Изучение физико-механических свойств просадочных грунтов балки Евпаторийская г. Днепропетровск .....	15
<b>С.Б. Лобач-Жученко, Т.В. Каулина, В.В. Сукач, А.В. Юрченко, Ш.К. Балтыбаев, В.В. Балаганский.</b> Древнейшие гранулиты Украинского щита, Побужский гранулитовый комплекс .....	21
<b>А.А. Калашник.</b> Роль мантийных процессов в формировании промышленных эндогенных месторождений урана на примере Украинского щита .....	27
<b>И.И. Михальченко.</b> Статистическая связь урана и тория в рудоносных альбититах Новоалексеевского рудопоявления (Украинский щит) .....	36
<b>А.И. Ингеров, И.А. Ингеров, А.Л. Лозовой, Я.В. Мендрий.</b> Дифференциальные кривые индукционных электромагнитных зондирований с естественными источниками при решении структурных задач нефтегазовой геологии .....	42
<b>Разработка месторождений полезных ископаемых</b> .....	49
<b>Вэй Цзяньгуан, Янь Чуаньян.</b> Прогнозирование выноса песка в истощенных месторождениях .....	49
<b>В.М. Тарасютин.</b> Геотехнологические свойства высококачественных мармитовых руд глубоких горизонтов шахт Кривбасса .....	54
<b>Геотехническая и горная механика, машиностроение</b> .....	61
<b>А.Н. Роечко, С.А. Харин.</b> Исследование влияния взрыва на интенсивность строительства глубоких горизонтов с помощью объектно-ориентированного программирования. ....	61
<b>А.Г. Бутенко.</b> Гидродинамика неизотермического турбулентного воздушного потока в канале кольцевого сечения .....	66
<b>Б.В. Виноградов.</b> Эквивалентное число циклов напряжений при расчете на выносливость открытых зубчатых передач барабанных мельниц .....	72
<b>И.Е. Шиповский.</b> Расчет хрупкого разрушения горной породы с использованием бессеточного метода .....	76
<b>В.О. Гутаревич.</b> Продольная динамика шахтной подвесной монорельсовой дороги .....	83
<b>Электротехнические комплексы и системы</b> .....	89
<b>А. А. Малиновский, Е. Ю. Гущин.</b> Влияние аварийных режимов сети на работу трансформаторов напряжения НОМ-10 .....	89

<b>Информационные технологии, системный анализ и управление</b> .....	94
<b>А.П. Толстопят, В.И. Елисеев, Л.А. Флеер, Т.А. Рузова.</b> Оценка частоты колебаний газожидкостного взаимодействия путем компьютерной обработки видеоизображений .....	94
<b>В.В. Овсяников.</b> Информационное обеспечение системы управления качеством топлива для тепловых электростанций .....	100
<b>Н.И. Козленко.</b> Помехоустойчивость передачи данных в системах обработки телеметрической информации автономных мобильных роботов .....	107
<b>И.Н. Пистунов.</b> Определение уровня безопасности электронной коммерции .....	114
<b>А.С. Меньяйленко, О.И. Захожай.</b> Основы синтеза классификаторов технических систем распознавания образов с применением моделей эмоциональных процессов человека.....	120
<b>Экономика и управление</b> .....	127
<b>И.В. Гонтарева.</b> Структура учебных программ при формировании сложных компетентностей .....	127
<b>Е.А. Шевчук.</b> Формирование инновационной корпоративной культуры предприятия для достижения стратегических целей развития.....	132
<b>И.М. Вахович, И.Н. Каминская, И.В. Ропотан.</b> Концептуальные основы и объективная необходимость финансовой конвергенции устойчивого развития регионов страны .....	138



# CONTENTS

	Page
<b>G.G. Pivnyak, A.S. Beshta.</b> Integration of ukrainian polytechnic universities and industry for creation of a modern engineer model .....	5
<b>Geology</b> .....	8
<b>M.M. Dovbnich, M.Yu. Ananchenko.</b> Geophysical criteria for seismic liquefaction of tailings anthropogenic soils of ore-dressing and processing enterprises of Ukraine.....	8
<b>O.V. Solodiankin, O.S. Kovrov, N.N. Ruban.</b> Investigation of physical and mechanical properties of subsiding soils at the Yevpatoriyskaya ravine located in the city of Dnepropetrovsk.....	15
<b>S.B. Lobach-Zhuchenko, T.V. Kaulina, V.V. Sukach, A.V. Yurchenko, S.K. Baltybaev, V.V. Balagansky.</b> The oldest granulites of the Ukrainian shield, the Bug granulitic complex.....	21
<b>A.A. Kalashnik.</b> The role of mantle processes in the formation of commercial endogenous uranium deposits on the example of the Ukrainian shield .....	27
<b>I.I. Mikhalchenko.</b> Statistical relation between uranium and thorium in ore-bearing albitites from Novoalekseevka ore deposit (the Ukrainian shield) .....	36
<b>A.I. Ingerov, I.A. Ingerov, A.L. Lozovoy, Ya.V. Mendriy.</b> Differential curves of induction electromagnetic soundings with natural sources for structural mapping in oil and gas geology.....	42
<b>Mining</b> .....	49
<b>Wei Jianguang, Yan Chuanliang.</b> Sand production prediction in pressure depleted reservoirs .....	49
<b>V.M. Tarasyutin.</b> Geotechnology features of high quality martite ore from deep mines of Kryvyi Rih basin .....	54
<b>Geotechnical and mining mechanical engineering, machine building</b> .....	61
<b>A.N. Royenko, S.A. Kharin.</b> Study of influence of explosion on deep layers construction intensity by means of object-oriented programming.....	61
<b>A.G. Butenko.</b> Hydrodynamics of non-isothermal turbulent airflows in ducts of annular section .....	66
<b>B.V. Vinogradov.</b> The equivalent number of stress cycles in view of fatigue calculation of tumbling mill gear .....	72
<b>I.Ye. Shipovskii.</b> Simulation for fracture by smooth particle hydrodynamics code .....	76
<b>V.O. Gutarevich.</b> Longitudinal dynamics of mine suspended monorail .....	83
<b>Electrical complexes and systems</b> .....	89
<b>A.A. Malinovskiy, Ye.Yu. Hushchyn.</b> Network faults impact on operation of NOM-10 voltage transformers.....	89
<b>Information technologies, systems analysis and administration</b> .....	94
<b>A.P. Tolstopyat, V.I. Yeliseyev, L.A. Fler, T.A. Ruzova.</b> Evaluation of oscillations frequency of gas-liquid interaction by image processing .....	94
<b>V.V. Ovsyanikov.</b> The mathematical model of asynchronous traction motor taking into account the saturation of magnetic circuit information provision of power-plant fuel quality control system .....	100
<b>M.I. Kozlenko.</b> The interference immunity of the telemetric information data exchange with autonomous mobile robots .....	107

## CONTENTS

---

<b>I.M. Pistunov.</b> Determination of the e-commerce security level .....	114
<b>A.S. Meniailenko, O.I. Zakhzhay.</b> Synthesis fundamentals of classifiers for technical systems of patterns recognition with the use of human's models of emotional processes.....	120
<b>Economy and management</b> .....	127
<b>I.V. Gontareva.</b> Syllabus structure in the formation of complex competences .....	127
<b>O.A. Shevchuk.</b> Formation of innovative corporate culture of enterprises to achieve strategic development objectives	132
<b>I.M. Vakhovych, I.M. Kaminska, I.V. Ropotan.</b> Conceptual foundations and reasonable necessity of financial convergence of sustainable development of regions in the country .....	138

considered as a risk insurance type, allowed us to determine the value of the net rate for e-commerce risk insurance through statistical market research.

**Originality.** Calculation of the critical number of queries to the site to determine the beginning of cyber-attacks is original and has scientific novelty. The proposed method of determination of the net rate for e-commerce risk insurance is original.

УДК 004.93'1

**О.С. Меньяйленко<sup>1</sup>, д-р техн. наук, проф.,  
О.І. Захожай<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доц.**

**Practical value.** All provisions presented in the article are ready for immediate implementation by structures dealing with security of e-commerce.

**Keywords:** *security, e-commerce, cyber attacks, insurance*

*Рекомендовано до публікації докт. екон. наук  
М.С. Пашкевич. Дата надходження рукопису 06.02.14.*

1 – Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка, м.Луганськ, Україна, e-mail: menyaylenko2@gmail.com  
2 – Донбаський державний технічний університет, м.Алчевськ, Україна, e-mail: zoi@bk.ru

## ОСНОВИ СИНТЕЗУ КЛАСИФІКАТОРІВ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МОДЕЛЕЙ ЕМОЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ЛЮДИНИ

**A.S. Meniailenko<sup>1</sup>, Dr. Sci. (Tech.), Prof.,  
O.I. Zakhzhay<sup>2</sup>, Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof.**

1 – Luhansk Taras Shevchenko National University, Luhansk, Ukraine, e-mail: menyaylenko2@gmail.com  
2 – Donbass State Technical University, Alchevsk, Ukraine, e-mail: zoi@bk.ru

## SYNTHESIS FUNDAMENTALS OF CLASSIFIERS FOR TECHNICAL SYSTEMS OF PATTERNS RECOGNITION WITH THE USE OF HUMAN'S MODELS OF EMOTIONAL PROCESSES

**Мета.** Розвиток методики використання емоційних процесів, на кшталт людини, у технічних системах розпізнавання образів з метою підвищення достовірності та зниження часової складності класифікації.

**Методика.** Проведений аналіз доцільності використання різноманітних емоційних процесів при побудові класифікаторів технічних систем розпізнавання образів. Запропонована інформаційна модель пам'яті людини, яка узагальнена для технічних інтелектуальних систем розпізнавання образів і є розвитком концепції Аткінсона-Шифріна щодо ранжирування інформації за часом зберігання. Розглянута концепція використання емоційних складових в алгоритмах класифікації комбінованих систем розпізнавання образів. Визначені напрями подальших досліджень щодо вдосконалення методики побудови класифікаторів з використанням емоційних процесів.

**Результати.** Порівняльний аналіз штучних інтелектуальних систем з інтелектуальним апаратом людини вказав на невідповідність результатів класифікації, пов'язану з додатковими емоційними аспектами, що не враховуються. Запропонована інформаційна модель пам'яті людини, яка є узагальненням моделі Аткінсона-Шифріна стосовно технічних систем розпізнавання. Для систем розпізнавання, за аналогією з когнітивним апаратом людини, запропоноване вдосконалення моделі пам'яті через введення характеристик опису емоційних процесів. Це дозволяє здійснити ранжирування ознак об'єктів розпізнавання для їх розміщення в короткочасній пам'яті. Кількісні оцінки емоційних характеристик пропонується визначати як диференціал цільової функції за кожним окремим інформаційним каналом. Встановлено, що у випадку використання комбінованих систем розпізнавання образів доцільне співставлення характеристик емоційних процесів за різними інформаційними каналами.

**Наукова новизна.** Запропонована інформаційна модель пам'яті людини, яка є узагальненням моделі Аткінсона-Шифріна стосовно технічних систем розпізнавання, до яких вводяться характеристики опису емоційних процесів. Запропонована методика кількісного визначення рівня емоційних процесів у технічних системах розпізнавання образів. Визначена концепція використання емоційних процесів у комбінованих системах розпізнавання образів.

**Практична значимість.** Використання запропонованих рішень дозволяє ввести до технічних систем розпізнавання образів раціональний набір емоційних складових, що у визначених умовах дозволяє підвищити достовірність класифікації та знизити часову складність цього процесу.

**Ключові слова:** *модель пам'яті, емоційні процеси в технічних системах, системи розпізнавання образів*

**Вступ.** Системи розпізнавання образів широко використовуються в різноманітних сферах людської

діяльності. Це пов'язане, насамперед, з тим, що відсутність необхідності повного аналітичного представлення всіх закономірностей поведінки об'єктів створює сприятливі умови для прийняття рішень в

умовах повної або часткової невизначеності. Крім цього, інтелектуальні алгоритми розпізнавання дозволяють використовувати різноманітні евристичні, на кшталт людської поведінки, що також сприяє спрощенню інформаційних процесів обробки даних і прийняття рішень. Фактично, починаючи з робіт Уоррена Мак-Каллока та Уолтера Піттса зі штучними нейронними мережами, що розвинуті в роботах Ф. Розенблатта по перцептрону, спостерігалася тенденція до використання моделей розумової діяльності людини. Значний внесок до цього також був зроблений Р. Пенроузом у спірній теорії квантової свідомості. Таким чином, сучасні інтелектуальні методи й алгоритми розпізнавання образів та прийняття рішень використовують у тій чи іншій мірі моделі розумової активності людини [1]. При цьому, такий підхід може бути використаний у широкому колі різноманітних задач. Нижче наведена тільки мала кількість традиційних застосувань апарату розпізнавання образів:

- розпізнавання зорових образів, побудова систем технічного зору [2];
- розпізнавання звукових образів [1,3];
- розпізнавання стану технічних об'єктів і системи технічної діагностики [4];
- аналіз екологічної обстановки, прогнозування сейсмічної активності, рівня річок, рельєфу земної поверхні тощо [5];
- аналіз геомеханічних процесів і прогнозування динаміки газовиділення при веденні очисних робіт у вугільних шахтах [6];
- аналіз стану технічних систем і формування управлінських рішень в автоматизованих системах управління складними багатокомпонентними комплексами та системами [4].

Тенденція до розширення сфери застосування апарату розпізнавання вимагає також удосконалення теоретичних та реалізаційних основ синтезу універсальних та гнучких систем аналізу інформативних ознак і класифікації образів.

**Аналіз питання та постановка задачі.** У міру ускладнення задач, що вирішуються системами розпізнавання, також підвищуються вимоги щодо їх функціонування. Існує прагнення до створення універсальних систем розпізнавання, що, на кшталт людини, могли б вирішувати широке коло задач. У цьому випадку значно підвищується уніфікація систем, що, у свою чергу, спрощує їх обслуговування та експлуатацію. Іншим напрямом удосконалення сучасних методів і алгоритмів розпізнавання є зниження часової складності процесів аналізу інформативних ознак і прийняття рішення щодо класифікації. Цей аспект особливо важливий, приймаючи до уваги той факт, що вдосконалення алгоритмічної бази, як правило, призводить до ускладнення алгоритмів і збільшенню часової складності. Крім цього, також спостерігається ускладнення сучасних об'єктів інформатизації і, відповідно, образів, що надаються для розпізнавання.

Таким чином, можна зробити висновок, що однією з основних задач із вдосконалення апарату розпі-

знавання є можливість отримання достовірного результату класифікації за найменший час. Цей факт особливо важливий у випадку використання розпізнавання у складі автоматизованих систем управління [4], де управлінські рішення повинні прийматися в режимі реального часу.

Аналіз сучасного рівня вирішення цієї проблеми вказує на те, що практично відсутня загальна теорія та методологія побудови швидкодіючих систем розпізнавання [1–4, 6, 7]. Рішення оптимізаційних задач носить, як правило, локальний характер, вибір методики зниження часової складності процесів аналізу інформативних ознак здійснюється окремо для кожного випадку та кожного застосування апарату розпізнавання. Цей факт призводить до значної залежності швидкодії систем розпізнавання від експертної оцінки та суб'єктивних факторів, що мають місце на етапі синтезу інформаційних систем аналізу ознак і класифікації образів.

Усе це призводить до необхідності розробки загальної методики підвищення швидкодії інформаційних процесів аналізу ознак і прийняття рішень щодо класифікації. З погляду на те, що механізми розпізнавання образів притаманні, насамперед, біологічним організмам, рішення поставленої задачі може бути знайдене в руслі системи аналогій з когнітивним біологічним апаратом. До того ж, слід зазначити, що час рішення ідентичних задач аналізу інформативних ознак і класифікації біологічними організмами не є постійним.

В якості основних факторів, що впливають на час прийняття рішення щодо класифікації, можна виокремити:

- ступінь структурованості інформаційного простору ознак образів, що надаються для розпізнавання;
- сукупність інформаційних ознак образів, що надаються для розпізнавання;
- сукупність інформативних ознак образів, що надаються до розпізнавання;
- система критеріїв визначення сукупності інформативних ознак;
- алгоритми аналізу інформативних ознак і прийняття рішення щодо класифікації;
- система критеріїв визначення достовірності результату класифікації.

Відомо, що біологічним організмам притаманна можливість вирішення різноманітного кола задач розпізнавання в достатньо широкому спектрі змін умов спостереження за ознаками об'єктів розпізнавання. Так, наприклад, людина успішно впорається із задачами класифікації зорових, звукових, тактильних ознак, однак створення подібної технічної системи пов'язане зі значними складнощами як технічними, так й алгоритмічними. Тому аналіз сучасних підходів реалізації апарату розпізнавання вказує на можливість ефективного вирішення приватних задач вузькоспеціалізованими системами [1, 4, 7]. Так широко використовуються комбінації алгоритмів, бустінг, попередня обробка даних та інші засоби. Однак, створення уніфікованих, гнучких систем розпізна-

вання з широким спектром задач, що вирішуються, пов'язана, насамперед, з необхідністю обробки великих масивів інформації у короткі проміжки часу. При цьому будь-яке ускладнення алгоритмічної бази негативно впливає на складність апаратної реалізації, часову складність аналізу інформативних ознак і прийняття рішення щодо класифікації.

Дослідження когнітивних здібностей біологічних організмів, зокрема людини, при достатньо високій універсальності та різноманітні вирішуваних задач розпізнавання, вказує на різний час прийняття рішень навіть за умови постійності вказаних вище факторів, чого не спостерігається в технічних системах. Так, наприклад, будь-який водій автотранспорту, за умови значної досвідченості, що дозволяє вважати його експертом, в аналогічних ситуаціях може приймати управлінські рішення різної достовірності. При цьому, не завжди відома система критеріїв, за якими здійснювалося прийняття рішення. Цей факт вказує на наявність додаткових умов здійснення інформаційного процесу аналізу ознак та класифікації образів, визначення яких можливе за допомогою аналізу моделі пам'яті біологічних організмів.

Таким чином, існує достатньо актуальна задача – визначення додаткових факторів, що впливають на достовірність та часову складність когнітивних процесів біологічних організмів, та, на основі аналогій, визначення шляхів їх використання в технічних системах для підвищення достовірності та зниження часової складності процесів розпізнавання образів.

**Виклад основного матеріалу.** Аналіз існуючих на сьогодні моделей пам'яті вказує на достатньо високу достовірність моделі Р. Аткинсона, так як вона добре пояснює експериментальні результати рішення людиною завдань обробки інформації. Згідно з цією моделлю, існують три види пам'яті: сенсорна, короткочасна та довготривала. Види пам'яті розрізняються часом збереження та об'ємом, а також способом кодування й рівнем організації інформації, що зберігається. Інформація з навколишнього середовища поступає до сенсорних реєстрів, де зберігається біля третини секунди. Далі вона поступає до короткочасної пам'яті, де піддається кодуванню та може зберігатися до 30 секунд (а при повтореннях – істотно більше). Без повторень інформація або витісняється іншою інформацією, або згасає. Через короткочасну пам'ять інформація може надходити до довготривалої пам'яті. Останню можна уявити собі як невизначене за об'ємом сховище, в якому інформація може зберігатися скільки завгодно довго. Використання цієї моделі раціональне ще з приводу того, що виникла вона на основі, так званої, комп'ютерної метафори, що проводить паралель між процесами обробки інформації в комп'ютерних системах (введення інформації, обробка та зберігання в пам'яті, яка поділяється на оперативну та постійну) та людської системи обробки інформації.

У процесі прийняття рішень, насамперед, здійснюється обробка даних, що містяться в короткочасній пам'яті. Тобто, сам процес прийняття рішень від-

бувається в короткочасній пам'яті, куди може надходити як апостеріорна вхідна інформація з сенсорної пам'яті, так і апіорна інформація, що міститься в довготривалій пам'яті.

Процес зберігання інформації пов'язаний із прагненням до глобалізації, тобто до укрупнення класів інформації, що зберігається. При цьому відомо, що система пов'язаних між собою даних зберігається мозком ефективніше ніж окремі дані. Цей факт також пов'язаний з кінцевою пропускну здатністю мозку, яка була визначена ще Дж. Мілером. Було встановлено, що людський мозок здатний запам'ятовувати комбінації даних у кількості  $7 \pm 2$ . Тобто людина не здатна запам'ятовувати довгі послідовності непов'язаних даних. Пов'язані дані групуються в одну смисловою категорію, що прийнято називати чанком [8]. Тоді максимальний обсяг інформації, що може бути одночасно сприйнята, дорівнює  $7 \pm 2$  чанки. Узагальнення когнітивного апарату людини та принципу ранжування даних за тривалістю зберігання дозволило отримати інформаційну модель технічних систем розпізнавання.

На рис. 1 наведена інформаційна модель пам'яті людини, яка узагальнена для технічних інтелектуальних систем класифікації образів. У відповідності до запропонованої моделі, вхідний інформаційний потік  $F$  сприймається сенсорною пам'яттю, у результаті чого формується сукупність інформаційних ознак  $\{x\}$ . Надалі ці ознаки піддаються селекції, де визначається сукупність більш значущих, репрезентативних ознак  $\{x'\}$ . Ця сукупність передається до короткочасної пам'яті, де, для підвищення інформативності та ефективності запам'ятовування, піддається комбінаторному аналізу та визначенню чанків. Для технічних систем розпізнавання аналогом чанків є образи. Слід зазначити, що для створення найбільш повного опису об'єкту розпізнавання доцільне використання багатопоточності, коли формування образів здійснюється на основі декількох інформаційних потоків різної природи походження (наприклад, формування образу деякого об'єкту на основі сенсорної, зорової та звукової інформації). Однак, навіть за умови багатопоточності, ефективність сприйняття не є максимальною, так як інформація краще сприймається та обробляється як сукупність образних, смислових категорій. У результаті комбінаторного аналізу формуються укрупнені смислові категорії (образи)  $\{P\}$ , що піддаються класифікації та зберігаються в довготривалій пам'яті. Слід зазначити, що представлена модель пам'яті пояснює процес самонавчання, коли класифікація здійснюється на основі апостеріорних відомостей, що надходять від сенсорної пам'яті, а також репрезентативних образів, що вже є в довготривалій пам'яті на момент здійснення класифікації (апіорні відомості).

Представлена модель ілюструє процес обробки даних і прийняття рішень щодо класифікації, однак не пояснює раніше розглянуту ситуацію різної ефективності прийняття рішень одним експертом. Рішення цієї невідповідності можна знайти в тому, що тех-

нічні системи, фактично повністю відтворюючи когнітивні процеси біологічних організмів, не враховують емоційні процеси, такі як афект, емоція, почуття та настрої. При цьому відомо, що в біологічних організмах ці процеси істотно впливають на достовірність та швидкість прийняття рішень. Так під впливом емоційних процесів може як підвищуватися достовірність та швидкість розпізнавання, так і зменшуватися. Наприклад, емоційний стан водія істотно впливає на ефективність обробки вхідного потоку інформації, розпізнавання поточного стану транспорту та навколишнього середовища, прийняття рішень щодо керування.

На основі вищезгаданого можна зробити висновок, що відтворення відповідних емоційних процесів у технічних системах розпізнавання образів може забезпечити збільшення достовірності класифікації та зниження часової складності прийняття рішення.

Для зручності використання в технічних системах, емоційні процеси пропонується ранжирувати за інтенсивністю. Таким чином:

1) афект – емоційний процес, що характеризується короткочасністю й високою інтенсивністю, супроводжується різко вираженою зміною проявів станів системи;

2) емоція – емоційний процес середньої тривалості, що відбиває суб'єктивне оціночне відношення до існуючих або можливих ситуацій та станів системи;

3) настрої – досить тривалий емоційний процес невисокої інтенсивності, що утворює емоційний фон для процесів, що мають місце в системі та навколишньому середовищі.

Окрім емоційних процесів, що ранжируються за інтенсивністю, слід визначити почуття як емоційний

процес людини, що відбиває суб'єктивне оціночне відношення до реальних або абстрактних об'єктів.

Таким чином, ефективність сприйняття інформації, так як і ефективність її відтворення, багато в чому залежать від наявності та рівня емоційної складової.

Слід зазначити, що вказані вище емоційні процеси повинні мати різні механізми застосування в технічних системах розпізнавання образів. Так механізм афекту, як найбільш інтенсивний та короткочасний процес-реакція на вхідні параметри, може бути застосований у сенсорній пам'яті. Однак при цьому слід зазначити, що швидкоплинність може стати додатковим джерелом помилок. Тобто афект, як додатковий інструмент при розпізнаванні, потребує обов'язкової перевірки позитивності його впливу на достовірність класифікації через співставлення з іншими емоційними складовими. Наприклад, співставлення афекту з відповідною емоцією.

Емоція, як емоційний процес середньої тривалості, є основною складовою для побудови „емоційних“ класифікаторів, так як ці складові безпосередньо пов'язані з короткочасною пам'яттю, в якій, згідно з моделлю, представленою на рис. 1, безпосередньо здійснюється прийняття рішення.

Настрої, як тривалий емоційний процес, пов'язаний з довготривалою пам'яттю та повинен відображати характерні стани системи, що характеризуються одним або групою класів. При цьому, для всіх класів складова настрою повинна бути однаковою.

Відчуття, як характеристика суб'єктивної оцінки відношення до реальних або абстрактних об'єктів (образів), як і афект, може бути джерелом додаткових помилок. Цей механізм може бути використаний сукупно з евристичними та вводиться до системи як додаткові вагові характеристики відповідних ознак образів.

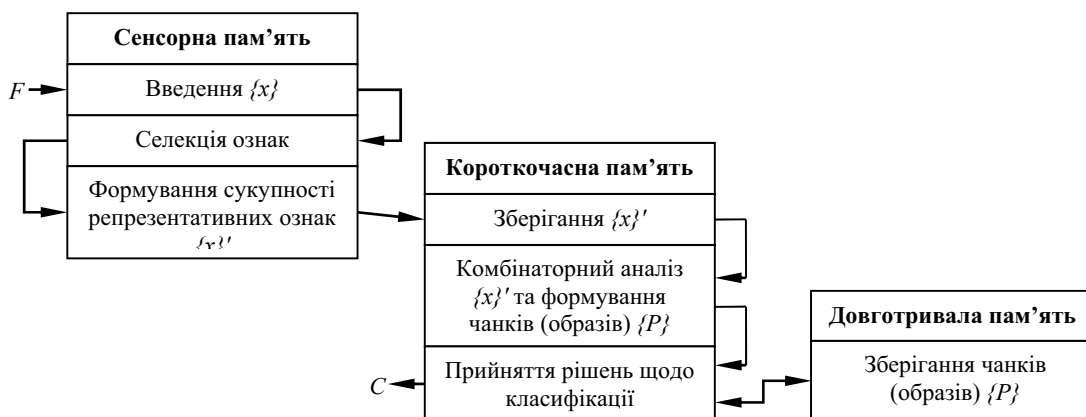


Рис. 1. Інформаційна модель пам'яті людини, узагальнена для технічних інтелектуальних систем

У технічних системах представлення емоційної складової можна здійснити у вигляді деякої функції від вхідних факторів, що характеризують стан системи або навколишнього середовища. Тоді про рівень „емоційності“ можна судити виходячи зі ступеня зміни цієї функції. Тобто, для кількісної оцінки емоційної поведінки пропонується використання диференціальних характеристик. Причому, чим більше факто-

рів визначають ступінь емоційних процесів, тим достовірніший вплив емоції на формування остаточного результату класифікації. У цьому випадку, доцільне використання комбінованих систем розпізнавання образів [9, 10].

Представимо деяку комбіновану систему розпізнавання образів (рис. 2), що реалізує розглянуту вище модель пам'яті та містить  $n$  вхідних інформацій-

них потоків  $F_1-F_n$ . Причому, до кожного блоку пам'яті можуть бути введені відповідні емоційні процеси (сенсорна пам'ять – афекти, короткочасна пам'ять – емоції, довготривала пам'ять – настрої). Вхідні інформаційні потоки мають різну природу прояву.

Визначена сукупність ознак кожного з потоків створює систему функціональних залежностей, що

визначають відповідність об'єкта розпізнавання до одного з передвизначених класів

$$P \sim \begin{cases} F_1(x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1k}) \\ F_2(x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2l}) \\ \dots \\ F_n(x_{n1}, x_{n2}, \dots, x_{nm}) \end{cases} \quad (1)$$



Рис. 2. Комбінована система розпізнавання образів, що реалізує представлену модель пам'яті

Виходячи з концепції комбінованих систем [9], кожна функціональна залежність (1) з різною вірогідністю дозволяє віднести об'єкт до одного й того ж класу  $P$ . Тоді емоційні характеристики, як ступень зміни стану, будуть визначатися в диференціальному вигляді як

$$\begin{aligned} E_1 &= F'_1(x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1k}); \\ E_2 &= F'_2(x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2l}); \\ &\dots \\ E_n &= F'_n(x_{n1}, x_{n2}, \dots, x_{nm}). \end{aligned} \quad (2)$$

Із залежності (2) витікає, що більша ступінь „емоційності“ буде відповідати такому процесу, в якому спостерігається більший ступінь зміни цільової функції.

На практиці сукупність характеристик  $\{E\}$  може бути використана для визначення стратегії обробки даних, причому, за аналогією з біологічними системами, пріоритет в аналізі ознак і пошуку рішення щодо класифікації буде у характеристик, що мають найвищу характеристику „емоційності“. Відповідно до цього, пріоритет розміщення даних у короткочасній пам'яті також повинен бути у характеристик з більшою „емоційною реакцією“. Ця концепція повністю відповідає законам поведінки когнітивного апарату людини, коли в короткостроковій пам'яті розташовуються факти, що мають найбільший емоційний прояв.

З метою ефективного здійснення задач розпізнавання вхідний потік ознак піддається селекції за рівнем інформативності [10]. Для визначення пріоритету зберігання інформації в короткочасній пам'яті вони підлягають ранжируванню за характеристикою емоційності. Вибірка даних для аналізу й прийняття рішень здійснюється в тій самій послідовності зменшення характеристик „емоційності“.

У життєвому циклі системи розпізнавання здійснюється циклічне корегування пріоритетної послідо-

вності ознак, причому, у будь-якому випадку, діє закон поглинання меншої емоції більшою.

Таким чином, використання „емоційних“ характеристик дозволяє провести ранжирування та селекцію ознак об'єктів розпізнавання, що фактично зменшує інформаційне поле аналізу, виключаючи із загальної сукупності ознак менш значущі, та знижує часову складність процесу класифікації.

У випадку роздільного аналізу окремих інформаційних потоків [9] і проведення паралельного аналізу ознак слід проводити співставлення окремих емоційних характеристик. Так як кожна сукупність ознак різних інформаційних потоків априорі пов'язана з віднесенням образу до одного й того ж класу, то співпадіння високого рівня „емоційних“ характеристик дозволяє провести додаткову селекцію даних і прискорити отримання рішення щодо класифікації.

Запропоновані технічні рішення були використані для побудови системи аналізу просторового розподілу температури коксових печей. У результаті чого статистична достовірність комбінованої системи розпізнавання збільшилася на 0,14 (досягла значення 0,96) при зниженні часової складності аналізу на 12%. Експериментальні дослідження вказали на те, що ці показники мають тенденцію до покращення у випадку розширення априорних відомостей, які можуть бути узагальненням даних за різноманітними коксохімічними виробництвами та коксовими батареями. У цьому випадку гнучкість системи може бути значно збільшена.

Розглянуті технічні рішення можуть бути використані для будь-яких систем розпізнавання, зокрема комбінованих, де існує необхідність багатопоточної обробки великої кількості ознак та мінімізації часу прийняття рішення щодо класифікації.

**Висновки.** На основі вищесказаного можна зробити наступні висновки:

1) запропонована інформаційна модель пам'яті людини, яка є узагальненням моделі Аткінсона-Шифріна стосовно технічних систем розпізнавання;

2) порівняльний аналіз штучних інтелектуальних систем з інтелектуальним апаратом людини вказав на невідповідність результатів класифікації, пов'язану з додатковими аспектами, що не враховуються;

3) для вдосконалення систем розпізнавання, за аналогією з когнітивним апаратом людини, пропонується вдосконалення моделі пам'яті через введення характеристик опису емоційних процесів;

4) введення характеристик емоційних процесів дозволяє здійснити ранжирування ознак об'єктів розпізнавання для їх розміщення в короточасній пам'яті;

5) кількісні оцінки емоційних характеристик, як ступень зміни стану, пропонується визначати як диференціал цільової функції за кожним окремим інформаційним каналом;

6) встановлено, що у випадку використання комбінованих систем розпізнавання образів доцільне співставлення характеристик емоційних процесів за різними каналами;

7) в якості напрямів подальших досліджень слід зазначити:

- необхідність розробки методики співставлення характеристик емоційних процесів при роздільному аналізі ознак у комбінованих системах розпізнавання;

- розробку критеріїв урахування різних емоційних процесів для отримання достовірного результату класифікації та зниження часової складності аналізу даних;

- розробку методики корекції характеристик емоційних процесів у життєвому циклі системи.

### Список літератури / References

1. Zhongzhe Xiao, Emmanuel Dellandrea, Weibei Dou and Liming Chen, (2011), "Classification of emotional speech based on an automatically elaborated hierarchical classifier", *International Scholarly Research Network ISRN Signal Processing*, Article ID 753819, DOI: 10.5402/2011/753819.
2. Рузова Т.А. Построение скелетов изображений агрегированных объектов дисперсий / Т.А. Рузова // Научный вестник Национального горного университета. – 2012. – № 1. – С. 107–112.  
Ruzova, T.A. (2012), "Dispersion aggregated objects images skeletonization", *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, no. 1, pp. 107–112.
3. Мазуренко И.Л. Компьютерные системы распознавания речи / Мазуренко И.Л. – М.: Фазис, 1998. – Т. 3. – Вып. 1–2. – 483 с.  
Mazurenko, I.L. (1998), *Kompiuternye sistemy raspoznavaniya rechi* [Computer Systems of Speech Recognition], vol. 3, issue 1–2, Phasis, Moscow, Russia.
4. Симанков В.С. Адаптивное управление сложными системами на основе теории распознавания образов: монография / В.С. Симанков, Е.В. Луценко – Краснодар: Техн. ун-т Кубан. гос. технол. ун-та, 1999. – 318 с.  
Simankov, V.S. (1999), *Adaptivnoye upravleniye slozhnyimi sistemami na osnove teorii raspoznavaniya obrazov* [Adaptive Management of Complex Systems Based on the Theory of Patterns Recognition], Mono-

graph, Technical University of Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia.

5. Ahlem Othmani, Lew F.C., Lew Yan Voon, Christophe Stolz and Alexandre Piboule, (2013), "Single tree species classification from Terrestrial Laser Scanning data for forest inventory", *Pattern Recognition Letters*, Vol. 34, pp. 2144–2150.

6. Антощенко Н.И. Геомеханические процессы и прогноз динамики газовыделения при ведении очистных работ в угольных шахтах: монография / Антощенко Н.И., Окалелов В.Н., Павлов В.И. – Алчевск: Дон ГТУ, 2010. – 451 с.  
Antoshchenko, N.I., Okalelov, V.N. and Pavlov, V.I. (2010), *Geomekhanicheskiye protsessy i prognoz dinamiki gazovydeniyya pri vedenii ochistnykh rabot v ugolnykh shakhtakh* [Geomechanical Processes and Prediction of Gassing Dynamics When Brushing in Coal Mines] Monograph, DonSTU, Alchevsk, Ukraine.

7. Norman Poh, Arun Ross, Weifeng Lee, Josef Kittler, (2013), "A user-specific and selective multimodal biometric fusion strategy by ranking subjects", *Pattern Recognition Journal*, Vol. 46, Issue 12, pp. 3341–3357.

8. Cohen, A. and Glicksohn, A. (2011), "The role of Gestalt grouping principles in visual statistical learning", *Attention, Perception & Psychophysics*, vol. 73, pp. 708–713.

9. Рябенкий В.М. Комбинированные системы распознавания образов / В.М. Рябенкий, О.И. Захожай // Проблемы информационных технологий. – 2011. – № 01 (009). – С. 156–160.

Ryabenky, V.M. and Zakhzhay, O.I. (2012), "Combined systems of patterns recognition", *Problemy Informatsiynykh Tekhnologiy*, vol. 01(009), pp. 156–160.

10. Захожай О.И. Селекция рациональной сукупности информативных образов у комбинированных системах распознавания / О.И. Захожай // Електротехнічні та комп'ютерні системи. – 2013. – № 09(85). – С. 186–192.

Zakhzhay, O.I. (2013), "The rational aggregate selection of informative patterns in the combined recognition systems", *Elektrotekhnichni ta Kompiuterni Systemy*, vol. 09(85), pp. 186–192.

**Цель.** Развитие методики использования эмоциональных процессов, по аналогии с человеческими, в технических системах распознавания образов с целью повышения достоверности и снижения временной сложности классификации.

**Методика.** Проведен анализ целесообразности использования разнообразных эмоциональных процессов при построении классификаторов технических систем распознавания образов. Предложенная информационная модель памяти человека обобщена для технических интеллектуальных систем распознавания образов и является развитием концепции Аткинсона-Шифрина относительно ранжирования информации по времени хранения. Рассмотрена концепция использования эмоциональных составляющих в алгоритмах классификации комбинированных систем распознавания образов. Определены направ-



ления дальнейших исследований относительно совершенствования методики построения классификаторов с использованием эмоциональных процессов.

**Результаты.** Сравнительный анализ искусственных интеллектуальных систем с интеллектуальным аппаратом человека указал на несоответствие результатов классификации, связанное с дополнительными эмоциональными аспектами, которые не учитываются. Предложена информационная модель памяти человека, которая является обобщением модели Аткинсона-Шифрина относительно технических систем распознавания. Для систем распознавания, по аналогии с когнитивным аппаратом человека, предложено совершенствование модели памяти через введение характеристик описания эмоциональных процессов. Это позволяет осуществить ранжирование признаков объектов распознавания для их размещения в кратковременной памяти. Количественные оценки эмоциональных характеристик предлагается определять как дифференциал целевой функции по каждому отдельному информационному каналу. Установлено, что в случае использования комбинированных систем распознавания образов целесообразно сопоставление характеристик эмоциональных процессов по различным информационным каналам.

**Научная новизна.** Предложена информационная модель памяти человека, которая является обобщением модели Аткинсона-Шифрина относительно технических систем распознавания, в которые вводятся характеристики описания эмоциональных процессов. Предложена методика количественного определения уровня эмоциональных процессов в технических системах распознавания образов. Определена концепция использования эмоциональных процессов в комбинированных системах распознавания образов.

**Практическая значимость.** Использование предложенных решений позволяет ввести в технические системы распознавания образов рациональный набор эмоциональных составляющих, что в определенных условиях позволяет повысить достоверность классификации и снизить временную сложность этого процесса.

**Ключевые слова:** модель памяти, эмоциональные процессы в технических системах, системы распознавания образов

**Purpose.** Development of the emotional processes application method, by analogy with human, in technical systems of patterns recognition. It gives possibility to en-

hance the reliability and reduce the time spent on the classification.

**Methodology.** We have analyzed the appropriateness of use of different emotional processes in design of classifiers of technical systems of patterns recognition. The proposed information model of human memory has been generalized for the technical intelligent systems; it was based on the Atkinson-Shifrin concept. We suggest using of emotional components in the classification algorithms for the combined systems of patterns recognition. We have determined the ways of further investigations concerning the improvement of the classifiers design methods with the use of emotional processes.

**Findings.** Comparative analysis of human-made intelligent systems with human intelligence showed the classification results discrepancy connected with the additional emotional aspects which are not considered. The proposed information model is a generalization of the Atkinson-Shifrin model for the technical recognition systems. To make the recognition systems similar to the cognitive human apparatus, we have proposed improvement of memory model through the introduction of characteristics describing the emotional processes. This allows ranking signs for their placement in short-term memory. We have proposed to determine quantitative estimates of emotional stats as a differential of the objective function for each individual information channel. We have found out that the use of combined systems of patterns recognition requires comparison of emotional processes on various information channels.

**Originality.** We have proposed the information model of human memory that is a generalization of the Atkinson-Shifrin model for the technical recognition systems with characteristics describing the emotional processes, and the method for quantitative estimation of the level of emotional processes in technical systems of patterns recognition. We have defined the concept of emotional processes use in combined systems of patterns recognition.

**Practical value.** The use of proposed solutions allows implementing rational aggregate of emotional components in the technical systems of patterns recognition. For defined conditions it allows us to increase the classification accuracy and reduce the time complexity of this process.

**Keywords:** memory model, emotional processes in technical systems, systems of patterns recognition

*Рекомендовано до публікації докт. техн. наук  
П.І. Бідюком. Дата надходження рукопису 19.02.14.*