



ISSN 1681-7710

МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПОВІТРЯНИХ СИЛ
ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА

Системи обробки інформації

Випуск 10 (135)

Наукове
періодичне
видання

Присвячується
85-річчю Харківського університету
Повітряних Сил імені Івана Кожедуба
та 130-річчю
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»

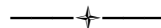
Інформаційні проблеми теорії акустичних,
радіоелектронних і телекомунікаційних систем



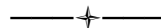
ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ



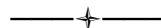
АКУСТИЧНІ ТА МУЛЬТИМЕДІЙНІ СИСТЕМИ



РАДІОЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ



ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ СИСТЕМИ



МАТЕМАТИЧНЕ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
СКЛАДНИХ СИСТЕМ

Харків
2015

Збірник наукових праць «Системи обробки інформації» заснований у 1996 році. У збірнику публікуються результати досліджень з розробки нових інформаційних технологій як для рішення традиційних задач збору, обробки та відображення даних, так і для побудови систем обробки інформації у різних проблемних галузях. Збірник призначений для наукових працівників, викладачів, докторантів, ад'юнктів, аспірантів, а також курсантів та студентів старших курсів відповідних спеціальностей.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

- Голова:** СТАСЄВ Юрій Володимирович (д-р техн. наук проф., ХУПС, Харків).
- Члени:** БАЙРАМОВ Азад Агахар Огли (д-р фіз.-мат. наук проф., Військова академія, Баку, Азербайджан);
БАРАННИК Володимир Вікторович (д-р техн. наук проф., ХУПС, Харків);
БІЛЬЧУК Віктор Михайлович (д-р техн. наук проф., ХУПС, Харків);
ВАРША Зігмунд Лех (PhD, Polish Metrological Society, Варшава, Польща);
ГОРОБЕЦЬ Микола Миколайович (д-р техн. наук проф., ХНУ, Харків);
ГОРОДНОВ В'ячеслав Петрович (д-р військ. наук проф., ХУПС, Харків);
ДРОБАХА Григорій Андрійович (д-р військ. наук проф., ХУПС, Харків);
ЄВДОКИМОВ Віктор Федорович (д-р техн. наук проф., член-кор. НАНУ, ІПМЕ НАНУ, Київ);
ЄРМОШИН Михайло Олександрович (д-р військ. наук проф., ХУПС, Харків);
ЗАХАРОВ Ігор Петрович (д-р техн. наук проф., ХНУРЕ, Харків);
ІВАНОВ Віктор Кузьмич (д-р фіз.-мат. наук с.н.с., ІРЕ НАНУ, Харків);
КОНОВАЛЕНКО Олександр Олександрович (д-р фіз.-мат. наук проф., академік НАНУ, РІ НАНУ, Харків);
КОНОНОВ Володимир Борисович (д-р техн. наук проф., ХУПС, Харків);
КРАСНОБАЄВ Віктор Анатолійович (д-р техн. наук проф., ПНТУ, Полтава);
КУПЧЕНКО Леонід Федорович (д-р техн. наук проф., ХУПС, Харків);
КУЧУК Георгій Анатолійович (д-р техн. наук проф., ХУПС, Харків);
ЛОСЄВ Юрій Іванович (д-р техн. наук проф., ХНУ, Харків);
ПАВЛЕНКО Максим Анатолійович (д-р техн. наук доц., ХУПС, Харків);
ПОРОШИН Сергій Михайлович (д-р техн. наук проф., НТУ «ХПІ», Харків);
РАДЄВ Христо Кирилов (д-р техн. наук проф., Технічний університет, Софія, Болгарія);
РУБАН Ігор Вікторович (д-р техн. наук проф., ХУПС, Харків);
СЕРЕНКОВ Павло Степанович (д-р техн. наук проф., БДУ, Мінськ, Білорусь);
СМЕЛЯКОВ Кирило Сергійович (д-р техн. наук проф., ХУПС, Харків);
СМЕЛЯКОВ Сергій В'ячеславович (д-р фіз.-мат. наук проф., ХУПС, Харків);
СМІРНОВ Євген Борисович (д-р військ. наук проф., ХУПС, Харків);
ТИМОЧКО Олександр Іванович (д-р техн. наук проф., ХУПС, Харків);
ХАКІМОВ Ортаголи Шарипович (д-р техн. наук проф., ДУ ЦНЕ, Ташкент, Узбекистан);
ХАРЧЕНКО В'ячеслав Сергійович (д-р техн. наук проф., НАКУ «ХАІ», Харків);
ШМАКОВ Олександр Миколайович (д-р військ. наук проф., ХУПС, Харків);
ЯРОШ Сергій Петрович (д-р військ. наук проф., ХУПС, Харків).

Відповідальний секретар: КОРОЛЮК Наталія Олександрівна (канд. техн. наук, ХУПС, Харків).

Адреса редакційної колегії: 61023, м. Харків, вул. Сумська, 77/79,
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба.
Телефон редакційної колегії: +38 (057) 704-96-53 (консультації, прийом статей).
E-mail редакційної колегії: info@hups.mil.gov.ua.

За достовірність викладених фактів, цитат та інших відомостей відповідальність несе автор.

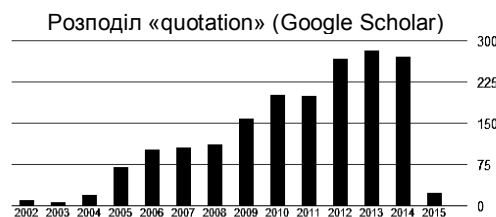
Затверджений до друку Вченою Радою Харківського університету Повітряних Сил
(протокол від 15 вересня 2015 року № 19).

Занесений до «Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук»,
(технічні та військові науки; затверджено наказом Міністерства освіти і науки України від 29.12.2014 № 1528;
попередні постанови президії ВАК України: від 14.10.2009 р. № 1-05/4; від 9.02.2000 р. № 2-02/2)

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 9500 від 13.01.2005 р.

Інформаційний сайт збірника: www.hups.mil.gov.ua.
Реферативна інформація зберігається у загальнодержавній реферативній базі даних «Україніка наукова» та публікується у відповідних тематичних серіях УРЖ «Джерело».

Видання індексується міжнародними бібліометричними та наукометричними базами даних: **Index Copernicus** (Польща, $ICV = 5,39$), **Google Scholar** (наукометричні показники – $quot. = 2012 / h = 12 / i10 = 26$).



З М І С Т

ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ

<i>Порошин С.М.</i> Кластерный подход – путь к повышению качества образования	7
---	---

АКУСТИЧНІ ТА МУЛЬТИМЕДІЙНІ СИСТЕМИ

<i>Безручко А.О., Дідковський В.С., Гладких Н.Д., Коржик О.В.</i> До питання про деформування різночастотного імпульсно-кодового акустичного сигналу в підводному звуковому каналі	12
<i>Беляев А.В., Карташов В.М.</i> Обнаружение объектов заданной формы и определение их координат на изображении в мультимедийном стрелковом тренажере	16
<i>Козерук С.О., Мазніченко Д.В., Митяй Ю.О.</i> Дослідження параметричної трансформації ультразвуку в звук	21
<i>Порошин С.М., Усик В.В., Беликов И.С.</i> Разработка математического описания автоматизированной системы коррекции местоположения кажущегося источника звука в пространстве	26
<i>Продеев А.Н., Дидковский В.С.</i> Оценивание априорного отношения сигнал-шум в алгоритмах шумоподавления	29

РАДІОЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ

<i>Замула А.А.</i> Ансамбли дискретных сигналов с минимальными значениями боковых лепестков функций корреляции ...	35
<i>Карпенко О.В., Онищенко В.В.</i> Цифрові адаптивні антенні системи на базі фазованих антенних решіток	40
<i>Кошелева О.Б., Зубрецкая И.С., Федин С.С.</i> Разработка методики сбора измерительной информации для градуировки полупроводниковых терморезистивных преобразователей температуры	44
<i>Кучер Д.Б., Шаров Р.А., Литвиненко Л.В., Корощенко Н.Н., Фык А.И.</i> Влияние параметров электровзрывающихся проводников на характер вторичного пробоя продуктов детонации	48
<i>Линник Н.Ф., Литвинов Ю.С., Хоменко Р.В., Балановский Е.П.</i> Повышение достоверности передачи информации в системах связи при использовании сложных сигналов	53
<i>Павлій В.О.</i> Удосконалений ітеративний метод Ландвебера обробки оптико-електронних зображень в умовах розфокусування та змазування	57
<i>Таршин В.А., Сотников А.М., Сидоренко Р.Г., Мезенцев А.В.</i> Методика оценки информативности исходных изображений для высокоточных корреляционно-экстремальных систем навигации	60
<i>Шостак Б.А.</i> Диагностирование электронных модулей информационных систем методом растущих пирамидальных сетей	64

C O N T E N T

GENERAL QUESTIONS

<i>Poroshin S.M.</i> Cluster approach is the door to increase of high education quality	7
---	---

ACOUSTIC AND MULTIMEDIA SYSTEMS

<i>Bezruchko A.O., Didkovskiy V.S., Hladkikh N.D., Korzik O.V.</i> About deforming multifrequency pulse-coded acoustic signals in the underwater sound channel	12
<i>Belyaev O.V., Kartashov V.M.</i> Detection of objects with given shape on the image in a multimedia shooting simulator and determining their coordinates	16
<i>Kozeruk S.O., Maznichenko D.V., Mytaii Y.O.</i> Research of the parametric transformation of the ultrasound into the sound	21
<i>Poroshin S.M., Usik V.V., Bielikov I.S.</i> Mathematical model of automated system for correction of apparent sound source position in space	26
<i>Prodeus A.N., Didkovskiy V.S.</i> Assessment of a priori signal-to-noise ratio in noise reduction algorithms	29

RADIOELECTRONIC SYSTEMS

<i>Zamula A.A.</i> Ensembles of discrete signals with minimal values of side lobes of correlation function	35
<i>Karpenko O.V., Onyshchenko V.V.</i> Digital adaptive antenna systems on the base of phased arrays	40
<i>Koshelieva O.B., Zubretskaya I.S., Fedin S.S.</i> Development of the method of collecting measurement data for the calibration of temperature transmitters semiconductor thermoresistive	44
<i>Kucher D.B., Sharov R.A., Litvinenko L.V., Koroschenko N.N., Fyik A.I.</i> The influence of electrical explosion conductors parameters on character of secondary breakdown detonation products	48
<i>Linnik N.F., Litvinov Yu.S., Khomenko R.V. Balanovsky E.P.</i> Increasing the reliability of information transmission in communication systems using complex signals	53
<i>Pavliy V.A.</i> Landweber's advanced iterative method of processing for defocused and blurred optoelectronic images	57
<i>Tarshyn V.A., Sotnikov A.M., Sydorenko R.G., Mezenctev A.V.</i> Information capability estimation technique of initial images for high-fidelity cross-correlation-extreme systems of navigation	60
<i>Shostak B.A.</i> Diagnosticating of electronic modules of informative systems by the method of growing pyramidal networks	64

ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ СИСТЕМИ	TELECOMMUNICATION SYSTEMS
<i>Артамонов В.В., Тертышный В.А.</i> Разработка модели информационного поиска с использованием связанных данных 69	<i>Artamonov V.V., Tertyshnyi V.O.</i> Development of information search model with the use of linked data 69
<i>Ахмадов Р.Х., Яцук Н.И.</i> Отыскание гамильтонова пути на неполнодоступном стохастическом графе 76	<i>Akhmadov P.X., Yacuk N.I.</i> Determination of Hamiltonian path on the incomplete stochastic column 76
<i>Білова Т.Г., Ярута В.О.</i> Проблеми шифрування даних в хмарних обчисленнях . 79	<i>Belova T.G., Yaruta V.O.</i> Problems of data encryption for cloud computing 79
<i>Гребенник И.В., Иванов В.Г., Иванов Д.В., Урняева И.А.</i> Математическая модель задачи планирования передачи файла от нескольких источников потребителю 82	<i>Grebennik I.V., Ivanov V.G., Ivanov D.V., Urniaeva I.A.</i> A mathematical model of the problem of planning a file transfer from multiple sources to the consumer 82
<i>Гріненко Т.О., Нарезжній О.П.</i> Квантові генератори випадкових чисел в криптографії . 86	<i>Grinenko T.A., Narezshny O.P.</i> Quantum random number generators in cryptography 86
<i>Дуравкін С.В., Демченко Л.В., Соболева С.А.</i> Система управління доступністю в мультисервісних мережах (engl.) 90	<i>Duravkin Ie.V., Demchenko L.V., Soboleva S.A.</i> Network management system of multiservice network 90
<i>Коваленко А.А., Кучук Г.А., Можжаев А.А.</i> Выбор комбинаторного алгоритма оптимизации при управлении трафиком мультисервисной сети 97	<i>Kovalenko A.A., Kuchuk G.A., Mozhaev A.A.</i> Selection of combinatorial algorithm for optimization in multiservice network traffic control 97
<i>Корытчинко Т.И.</i> Анализ современного состояния диагностирования технических средств распределенных телекоммуникационных систем 102	<i>Korytchinko T.I.</i> Analysis of the current status of technical diagnosis of distributed telecommunications systems 102
<i>Кривцов А.Ю.</i> Застосування статичного аналізу вихідного коду для підвищення енергоефективності програмного забезпечення 105	<i>Kryvtsov A.Yu.</i> The use of static analysis for source code to improve energy efficiency of software 105
<i>Куланов В.А.</i> Многоверсионные цифровые автоматы и элементы их синтеза 114	<i>Kulanov V.A.</i> Multi-version digital automata's and the elements of their synthesis 114
<i>Побіженко І.О.</i> Преваги впровадження хмарних обчислень в навчальний процес вищих навчальних закладів 119	<i>Pobezhenko I.A.</i> Advantage of introduction of cloudy calculations in education process of high establishments education 119
<i>Подорожняк А.О., Любченко Н.Ю., Лагода О.Д.</i> Метод інтелектуальної обробки мультиспектральних зображень 123	<i>Podorozhniak A.O., Lubchenko N.Yu., Lagoda O.D.</i> The method of intellectual multispectral image processing 123
<i>Семенов С.Г., Гавриленко С.Ю., Глоба С.М., Бабенко О.С.</i> Розробка системи виявлення комп'ютерних вірусів на основі нейронної мережі АРТ-1 126	<i>Semenov S.G., Gavrilenko S.Yu., Globa S.M., Babenko O.S.</i> Development of computer viruses detection system based on ART-1 neural network 126
<i>Смеляков К.С., Дроб Є.М.</i> Адаптивна модель підвищення різкості цифрового зображення (engl.) 130	<i>Smelyakov K.S., Drob E.M.</i> Adaptive model for enhancement of digital image sharpness 130
<i>Снегуров А.В., Чакрян В.Х.</i> Усовершенствование алгоритма маршрутизации с балансировкой нагрузки по путям неравнозначной стоимости для протокола EIGRP 133	<i>Snigurov A.V., Chakrian V.K.</i> Unequal cost load balancing algorithm improvement for EIGRP protocol 133
<i>Ткачова О.Б., Мохаммед Джамал Салім, Раед Яхя Абдулхафур</i> Інтеграція SDN контролерів у OpenStack. Аналіз продуктивності та надійності (engl.) 140	<i>Tkachova O.B., Mohammed Jamal Salim, Abdulghafoor Raed Yahya</i> Integration SDN controllers into OpenStack. Evaluation of performance and reliability 140
<i>Чалая Л.Э., Харитоновна Ю.Ю.</i> Метод векторно-графовой кластеризации документов в системах обработки текстовой информации 145	<i>Chala L.E., Kharytonova Yu.Yu.</i> The vector-graph's clustering method of documents in text processing systems 145
<i>Шабанова-Кушнарченко Л.В.</i> Метод табулирования метрики прецедентов с функциональной зависимостью весов от атрибутов прецедентов 152	<i>Shabanova-Kushnarenko L.V.</i> the precedent metrics tabulation method with functional weight dependence on the precedent attributes 152

<i>Шабанов-Кушнарєнко С.Ю., Коваленко А.И., Булаєнко Д.С.</i> Построение онтологии семантического поиска документов 156	<i>Shabanov-Kushnarenko S.Yu., Kovalenko A.I., Bulaenko D.S.</i> Building of ontology for documents semantic search 156
МАТЕМАТИЧНЕ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ	MATHEMATICAL AND COMPUTER MODELING OF COMPLEX SYSTEMS
<i>Адаменко М.І., Березуцький В.В., Кучук Н.Г., Палант О.Ю.</i> Загальносистемний ризик відмови системи після модернізації 159	<i>Adamenko M.I., Berezutskiy V.V., Kuchuk N.G., Palant O.Yu.</i> Risk disclaimer of system wide after modernization 159
<i>Бессонов А.А.</i> Обобщенный алгоритм обучения эволюционирующей радиально-базисной сети 163	<i>Bezsonov O.O.</i> A generalized training algorithm of the evolutionary radial-basis network 163
<i>Богом'я В.І.</i> Організація системи відновлення агрегатів транспортних засобів 167	<i>Bogomia V.I.</i> The organization of the recovery vehicle units 167
<i>Бондаренко О.Ю.</i> Оптимізація піроелектричного детектора (engl.) 170	<i>Bondarenko O.Yu.</i> Optimization of a pyroelectric detector 170
<i>Брыксин В.А., Порошин С.М.</i> Постановка задачи синтеза системы управления движением поездов 174	<i>Bryksin V.A., Poroshin S.M.</i> Raising of synthesis task of control the system by motion of trains 174
<i>Дегтярьов О.В., Дубровіна В.В., Козлов В.С., Козлов Ю.В.</i> Загальна теорія вимірювань як основа експертного оцінювання 178	<i>Degtyaryov O.V., Dubrovina V.V., Kozlov V.Ye., Kozlov Yu.V.</i> General theory of measuring as basis of expert evaluation 178
<i>Дівізінюк М.М., Попов О.О., Ковач В.О., Бляшенко О.В., Сметанін К.В.</i> Інформаційно-технічні методи моніторингу навколишнього природного середовища в умовах надзвичайної ситуації техногенного характеру (engl.) 182	<i>Diviziniuk M.M., Popov O.O., Kovach V.O., Bliashenko O.V., Smetanin K.V.</i> Informational and technical methods of environmental monitoring in condition of technogenic emergency situation 182
<i>Доронін В.В.</i> Системна технологія розв'язку оперативних задач навігації для синтезу законів експлуатації водного транспорту 186	<i>Doronin V.V.</i> System technology of navigation operative tasks decision is for the synthesis of water-carriage exploitation laws 186
<i>Дудикевич В.В., Микитин Г.В., Пащук О.В.</i> Комп'ютерна система моніторингу вітрових потоків для визначення вітропотенціалу та встановлення вітроенергетичних станцій 192	<i>Dudykevych V.B., Mykytyn G.V., Pashuk O.V.</i> The computer system of wind flows monitoring for a wind potential power determination and wind power stations establishment 192
<i>Єльчанінов Д.Б., Косіло М.С., Белова Н.В.</i> Інтервальний аналіз механічних структур на основі генетичних алгоритмів 196	<i>Yelchaninov D.B., Kosilo N.S., Belova N.V.</i> Interval analysis of mechanical structures based on genetic algorithms 196
<i>Єрціян Б.Х., Любарський Б.Г., Якунін Д.І.</i> Математична модель пневматичної частини комбінованого пневматичного та електромеханічного приводу нахилу кузова транспортного засобу 200	<i>Yeritsyan B.Kh., Liubarskiy B.G., Yakunin D.I.</i> The mathematical model of the pneumatic and electro-pneumatic combined driving tilt of the vehicle body 200
<i>Карлов В.Д., Котов О.Б., Пічугін І.М., Карлов Д.В.</i> Алгоритм вимірювання дальності в автоматизованих системах наведення винищувальної авіації на маловисотну ціль над морем 205	<i>Karlov V.D., Kotov O.B., Pichugin I.M., Karlov D.V.</i> Algorithm of measuring of distance in cass aiming fighter aircraft on littlepitch aim above sea 205
<i>Карпенко В.В.</i> Управление запасами в условиях комбинированной неопределенности 208	<i>Karpenko V.V.</i> Inventory management under combined uncertainty 208
<i>Ковтонюк І.Б., Котов О.Б., Таврін В.А.</i> Модифікована модель візуальної помітності дистанційно пілотованих літальних апаратів 212	<i>Kovtonyuk I.B., Kotov O.B., Tavrin V.A.</i> The model of visual noticeableness of the remotely piloted-controlled aircrafts is modified 212
<i>Коритченко К.В., Сақун О.В., Хілько Ю.В., Цебрюк І.В., Белоусов І.О.</i> Параметри пострілу газодетонаційної системи метання 215	<i>Koritchenko K.V., Sakun O.V., Hilko Yu.V., Tsebryuk I.V., Belousov I.O.</i> Parameters shot throwing gas detonation system 215

<i>Левицкая Т.А.</i> Разработка программного комплекса для обработки цифрового изображения лежащей капли в исследованиях поверхностных свойств расплавов	219	<i>Levitskaya T.O.</i> Development of program complex digital imaging sessile drop in the investigation of surface properties of the melt	219
<i>Лисенко О.І., Козелкова К.С., Новіков В.І., Прищепя Т.О., Романюк А.В.</i> Функциональна модель системи управління безпроводовою сенсорною мережею із самоорганізацією для моніторингу параметрів навколишнього середовища	222	<i>Lysenko A.I., Kozelkova E.S., Novikov V.I., Prischepa T.A., Romanyuk A.V.</i> Functional model of wireless sensor network control system with self-organization for monitoring enviromental parameters	222
<i>Паиков Д.П.</i> Методика вибору ширини оптимальних спектральних каналів у космічних системах оптико-електронного спостереження	226	<i>Pashkov D.P.</i> A method of optimum spectral channels width choice is in the space systems of optical-electronic supervision	226
<i>Раскин Л.Г., Серая О.В.</i> Информационные проблемы канонического регрессионного анализа	230	<i>Raskin L.G., Seraja O.W.</i> Information problems of canonical regression analysis	230
<i>Рева А.Н., Стрелец В.М.</i> Упрощенное определение согласованности экспертов, оценивающих время выполнения операций боевого развертывания пожарно-технического вооружения	235	<i>Reva O.M., Strelec V.M.</i> A simplified definition of consistency of experts evaluating the execution of combat operations, deployment of fire and technical equipment	235
<i>Рикун В.Г., Уваров В.М., Пахолко М.О.</i> Методи синтезу дискретних пристроїв	238	<i>Rikun V.G., Uvarov V.M., Pakholko M.O.</i> Methods of discrete devices synthesis	238
<i>Токарев М.Н.</i> Особенности современных тахеометров	242	<i>Tokarev M.N.</i> Features of modern tachymeter	242
<i>Триснюк В.М., Мокрий В.І., Триснюк Т.В.</i> Інформаційно-аналітичні технології дослідження штучно створених водойм	245	<i>Trysnyuk V.M., Mokriy V.I., Trysnyuk T.V.</i> Information-analytical technology research artificial bodies	245
<i>Удовенко С.Г., Сорокін А.Р.</i> Гибридный метод фильтрации в задачах локализации мобильных роботов	248	<i>Udoenko S.G., Sorokin A.R.</i> Hybrid method of filtration in the tasks of localization of mobile robots	248
<i>Феклистов А.О.</i> Метод автоматического утворення гіпотез із квантором багатовимірної асоціації для систем підтримки прийняття рішень (engl.)	255	<i>Feklistov A.O.</i> The method of automatic generation of hypotheses with a multidimensional association's quantifier for decision support system	255
<i>Хавина И.П., Лимаренко В.В.</i> Оптимизация технологических процессов механообработки с применением нейронных сетей	258	<i>Havina I.P., Limarenko V.V.</i> Process optimization machining with the application of neural networks	258
<i>Чернюк А.М.</i> Розробка спрощеної схеми регулювання пуско-зупинюючих пристроїв малих та мікро ГЕС	261	<i>Chernyuk A.M.</i> Development of the simplified chart of adjusting of start-stoppings devices small and micro HPS	261
<i>Яцевич С.Е., Яцевич Е.І., Кузьменко В.Е., Нааем Хазим</i> Радиофизическая аппаратура для исследования параметров поверхности Земли и создания гибридной сети передачи данных	266	<i>Yacevich S.E., Yacevich E.I., Kuz'menko V.E., Naaem Khazim</i> Radio physica apparatus for research of ground surface parameters of terrene and creation of telecommunications hybrid network	266
<i>Гурник А.В., Ємець В.І., Хижняк В.В.</i> Подолання параметричної апріорної невизначеності в задачах планування спостережень засобів полігонного вимірювального комплексу при проведенні льотно-конструкторських випробувань	273	<i>Gurnik A.V., Emec V.I., Khizhnyak V.V.</i> Overcoming of a priori self-reactance vagueness in tasks of supervisions planning of ground measuring complex facilities during leadthrough of flying-designer tests	266
<i>Заєць В.П.</i> Зменшення шуму залізничного транспорту за допомогою шумозахисних екранів	279	<i>Zaec V.P.</i> Diminishing of noise of railway transport by noise rejector of screens	279
Наші автори	284	Authors	284
Алфавітний покажчик	288	Alphabetical index	288

УДК 331.101

А.Н. Рева¹, В.М. Стрелец²

¹ *Национальный авиационный университет, Киев*

² *Национальный университет гражданской защиты Украины, Харьков*

УПРОЩЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОГЛАСОВАННОСТИ ЭКСПЕРТОВ, ОЦЕНИВАЮЩИХ ВРЕМЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ БОЕВОГО РАЗВЕРТЫВАНИЯ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ВООРУЖЕНИЯ

Показано, что для обеспечения неслучайной согласованности экспертов, оценивающих параметры β -распределения времени выполнения отдельных операций боевого развертывания пожарных автомобилей, допускается одна оценка без уточнения места нахождения наиболее вероятного времени выполнения операции при количестве экспертов не менее пяти. При семи и более экспертах допускается одна такая оценка, а при восьми – она может быть дополнена одной оценкой без уточнения места нахождения наиболее вероятного времени выполнения операции.

Ключевые слова: экспертная оценка, согласованность экспертов, коэффициент конкордации.

Введение

Постановка проблемы. В [1] отмечено, что для оценки основных параметров, характеризующих β -распределение времени выполнения операции боевого развертывания пожарно-технического вооружения, можно использовать информацию только о граничных значениях времени ее выполнения, а также уровне подготовленности личного состава боевых расчетов пожарных автомобилей. Показателем, который характеризует подготовленность спасателей, является скошенность распределения.

Однако анализ результатов экспертной оценки времени выполнения отдельных операций, составляющих технологические процессы, которые связаны с использованием насосно-рукавной станции [2], показал, что имеют место случаи, когда оценки наиболее вероятного времени выполнения операции \tilde{t}_j у отдельных экспертов резко отличаются от таких же оценок других специалистов.

Анализ последних достижений и публикаций показал, что в этом случае необходимо предварительно оценить согласованность экспертов в привлеченной группе [3].

Для этого вычисляется коэффициент конкордации W , то есть общий коэффициент ранговой корреляции для группы, состоящей из l экспертов [4], который сравнивается с допустимым значением коэффициента конкордации $W_{\text{доп}}$. Последний определяется в соответствии с числом степеней свободы ν и выбранным уровнем значимости α , используя критерий χ^2 [5], т.е. для каждой рассматриваемой операции боевого развертывания,

прежде чем сделать вывод о скошенности, необходимо провести достаточно громоздкие предварительные вычисления.

Постановка задачи. Исходя из этого, была сформулирована задача упрощенного определения уровня согласованности экспертов применительно к оценке времени выполнения отдельных операций боевого развертывания пожарных автомобилей.

Основная часть

Для этого, приняв в соответствии с результатами [1] количество рангов $n = 3$, экспертные оценки в кодированных переменных наиболее вероятного времени выполнения операции \tilde{x}_j после кодировки были проранжированы следующим образом.

Если $\tilde{x}_j < 0,5$, то результаты, имеющие меньшее время, имеют ранг $v_1 = 1$, результаты вблизи середины диапазона – $v_2 = 2$, а результаты во второй половине диапазона – $v_3 = 3$.

В противном случае

$$(\tilde{x}_j > 0,5): v_1 = 3; v_2 = 2; v_3 = 1.$$

Когда же эксперт затрудняется в определении \tilde{t}_j и устанавливает ее в середине диапазона ($\tilde{x}_j \approx 0,5$), принимается $v_1 = v_2 = v_3 = 2$.

Таким образом, условие ранжировки может быть записано как

$$\{v_1, v_2, v_3\} = \begin{cases} \{1, 2, 3\}, & \text{если } \bar{x}_j < 0.5; \\ \{3, 2, 1\}, & \text{если } \bar{x}_j > 0.5; \\ \{2, 2, 2\}, & \text{если } \bar{x}_j \approx 0.5. \end{cases} \quad (1)$$

Кроме того, принимаются следующие обозначения:

q – количество противоречивых оценок, то есть тех, в которых отличается место наиболее вероятного времени выполнения операции по сравнению с местом, которое указывает основная группа экспертов;

p – количество оценок, в которых эксперты затруднились указать место наиболее вероятного времени выполнения операции (в случае, когда все эксперты в качестве наиболее вероятного результата указывают середину диапазона, считается q = p = 0).

Для расчета значения коэффициента конкордации сначала рассчитывается [4] сумма квадратов разностей (отклонений) S по следующей формуле:

$$S = \sum_{i=1}^n \left\{ \sum_{j=1}^l v_{ij} - \frac{1}{2} \cdot l \cdot (n+1) \right\}^2 \quad (2)$$

Кендалл [4] показал, что суммарное квадратичное отклонение от их среднего значения для суммарных рангов факторов при наилучшей согласованности (когда все эксперты дают одинаковые оценки) имеет вид

$$S_{\max} = \frac{1}{12} \cdot n \cdot l^2 \cdot (n^2 - 1), \quad (3)$$

а так как коэффициент конкордации рассматривается как отношение фактически полученной вели-

чины S к ее максимальному значению для данной группы экспертов, то с учетом того, что n=3,

$$W = \frac{S}{S_{\max}} = \frac{12 \cdot S}{l^2 (n^3 - n)} = \frac{S}{2 \cdot l^2} \quad (4)$$

На практике метод непосредственной оценки достаточно часто реализуется на основе оценок от четырех до восьми специалистов. В связи с этим, используя (1) и (2), были рассчитаны значения коэффициентов (3) конкордации W для возможных сочетаний выбора места нахождения наиболее вероятного времени \tilde{t}_j выполнения j-ой операции группой экспертов.

Полученные значения коэффициентов конкордации (см. табл. 1) позволили оценить наличие неслучайной согласованности экспертов, используя критерий χ^2 [5]. Учитывая то, что [4]:

$$\chi^2 = (n-1) \cdot l \cdot W = 2 \cdot l \cdot W, \quad (5)$$

допустимое значение коэффициента конкордации $W_{\text{доп}}$ в рассматриваемой ситуации должно быть

$$W_{\text{доп}} \geq \frac{\chi_{\text{табл}}^2}{2 \cdot l}, \quad (6)$$

где табличные значения $\chi_{\text{табл}}^2$ [187] определяются числом степеней свободы $\nu = n - 1 = 2$ соответствующим уровнем значимости α .

Результаты расчетов приведены в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1

Коэффициент конкордации W

Количество экспертов	Возможная комбинация				$W_{\text{доп}}$			
	q=0, p=0	q=0, p=1	q=1, p=0	q=1, p=1	$\alpha=0,01$	$\alpha=0,05$	$\alpha=0,1$	$\alpha=0,25$
4	1,000	0,563	0,250	0,063	1,151	0,749	0,576	0,346
5	1,000	0,640	0,360	0,160	0,921	0,599	0,461	0,277
6	1,000	0,694	0,444	0,250	0,768	0,499	0,384	0,231
7	1,000	0,735	0,510	0,327	0,658	0,428	0,329	0,198
8	1,000	0,766	0,563	0,391	0,576	0,374	0,288	0,173

Анализ результатов, приведенных в табл. 1 и на рис. 1, показывает, что расчетный коэффициент конкордации больше допустимого в следующих случаях:

$$W \geq W_{\text{доп}} (\alpha = 0,05), \text{ если } \begin{cases} p = 0, q = 0 \text{ при } l \geq 4; \\ p = 1, q = 0 \text{ при } l \geq 5; \\ p = 0, q = 1 \text{ при } l \geq 7; \\ p = 1, q = 1 \text{ при } l \geq 8. \end{cases} \quad (7)$$

Выводы

При уровне значимости 0,05 неслучайная согласованность в мнениях экспертов существует как в тех случаях, когда при $l = 4 \div 8$ все специалисты одинаково указали диапазон, в котором находится место наиболее вероятного времени выполнения j-й операции, так и тогда, когда имеет место одна оценка без уточнения места нахождения \tilde{t}_j при

$l > 4$ или одна противоречивая оценка при $l > 6$. В случае привлечения в экспертную группу 8 специалистов допускается по одной противоречивой

оценке и одной оценке без уточнения места нахождения \tilde{t}_j .

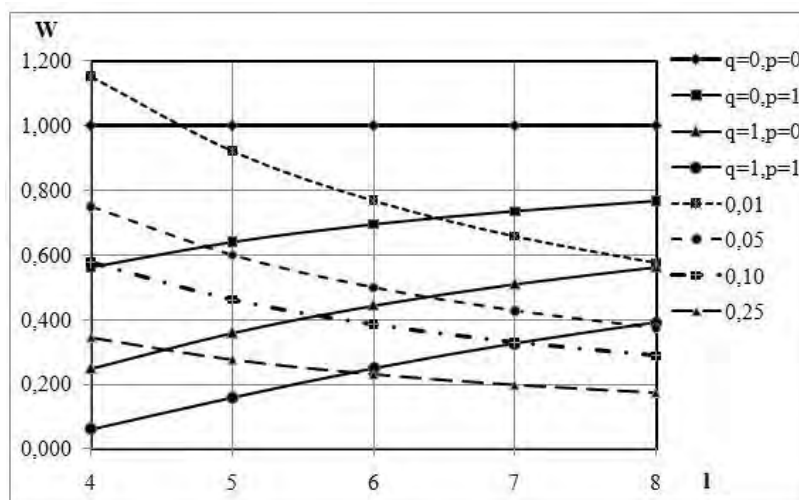


Рис. 1. Зависимость коэффициента конкордации от количества экспертов в группе (q – количество противоречивых оценок; p – количество оценок без уточнения места наиболее вероятного времени выполнения операции)

Список литературы

1. Стрелец В.М. Раскрытие закономерностей выполнения основных операций боевого развертывания пожарных автомобилей / В.М. Стрелец // Системы озброєння і військова техніка. – Харків. – 2015. – № 2 (42). – С. 173-175.
2. Разработка рекомендаций по повышению эффективности боевого развертывания пожарной техники [Текст]: отчет о НИР (заключ.) / ХИПБ МВД Украины; рук. Чучковский В.Н.; исполн.: Стрелец В.М. [и др.]. – Харьков, 1997. – 75 с. – № ГР 0197U017568.
3. Бешелов С.Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С.Д. Бешелов, Ф.Г. Гурвич. – М.: Статистика, 1974. – 264 с.

4. Кендалл М.Дж. Ранговые корреляции: Пер. с англ. / М.Дж. Кендалл. – М.: Статистика, 1975. – 214 с.
5. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений / А.К. Митропольский. – М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства "Наука", 1971. – 576 с.

Поступила в редколлегию 21.08.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.В. Росоха, Национальный университет гражданской защиты Украины, Харьков.

СПРОЩЕНЕ ВИЗНАЧЕННЯ УЗГОДЖЕНОСТІ ЕКСПЕРТІВ, ЯКІ ОЦІНЮЮТЬ ЧАС ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЙ БОЙОВОГО РОЗГОРТАННЯ ПОЖЕЖНО-ТЕХНІЧНОГО ОЗБРОЄННЯ

О.М. Рева, В.М. Стрелец

Показано, що для забезпечення не випадковою узгодженістю експертів, що оцінюють параметри β -розподілу часу виконання окремих операцій бойового розгортання пожежних автомобілів, допускається одна оцінка без уточнення місця знаходження найбільш ймовірного часу виконання операції при кількості експертів не менше п'яти. При семи і більше експертах допускається одна така оцінка, а при восьми - вона може бути доповнена однією оцінкою без уточнення місця знаходження найбільш ймовірного часу виконання операції.

Ключові слова: експертна оцінка, узгодженість експертів, коефіцієнт конкордації.

A SIMPLIFIED DEFINITION OF CONSISTENCY OF EXPERTS EVALUATING THE EXECUTION OF COMBAT OPERATIONS, DEPLOYMENT OF FIRE AND TECHNICAL EQUIPMENT

O.M. Reva, V.M. Strelec

It is shown that, to ensure consistency nonrandom experts estimate the parameters β -time distribution of certain operations of combat deployment of fire-fighting vehicles, is allowed one evaluation without specifying the location of the most likely time of the operation in the amount of not less than five experts. When seven or more experts may be one such assessment, and in the eight - it can be supplemented by one estimate, without specifying the location of the most likely time of the operation.

Keywords: expert assessment, coordination of experts, coefficient of concordance.