

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА
ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ЧЕРКАСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ БОГДАНА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО
WROCLAW UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY



Національний університет
водного господарства
та природокористування



ЧЕРКАСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
імені Богдана Хмельницького



Wrocław University
of Science and Technology

ІНТЕГРОВАНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ РОБОТОТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ (ІРТК-2019)

ДВНАДЦЯТА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ

21-22 травня 2019 р.
Київ, Україна

ЗБІРКА ТЕЗ

Київ
2019

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
NATIONAL AVIATION UNIVERSITY

ENGINEERING ACADEMY OF UKRAINE

INTERNATIONAL NATIONAL UNIVERSITY OF WATER AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING

THE BOHDAN KHMELNYTSKY NATIONAL UNIVERSITY OF CHERKASY
WROCLAW UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY



Національний університет
водного господарства
та природокористування



Wrocław University
of Science and Technology

INTEGRATED INTELLECTUAL ROBOTECHNICAL COMPLEXES (IIRTC-2019)

12th INTERNATIONAL SCIENCE AND TECHNICAL
CONFERENCE

MAY 21-22TH, 2019
KYIV, UKRAINE

COLLECTED ARTICLES

KYIV
2019

Міжнародний програмний комітет

Голова:

Класніков В.П. д.т.н., проф., Заслужений метролог України, зав. каф. комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій НАУ, м. Київ.

Члени комітету:

Васильєв А.Й. д.е.н., проф., Президент Інженерної академії України, Заслужений діяч науки і техніки України, академік Міжнародної Інженерної академії, м. Харків.

Власенко В.О. д.т.н., проф., каф. технології університету Ополя, Республіка Польща.

Древецький В.В. д.т.н., проф., зав. каф. автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій Національного університету водного господарства та природокористування, віце-президент Інженерної академії України, м. Рівне.

Радєв Х.К. д.т.н., проф., Технічний університет, м. Софія, Болгарія.

Черновол М.І. член-кор. Національної аграрної академії України, д.т.н., проф., ректор Центральноукраїнського НТУ, м. Кропивницький.

Острофєк К. д.т.н., проф., декан Краківського сільськогосподарського університету, Республіка Польща.

Мічньскі Я. д.т.н., проф., зав. каф. Краківського сільськогосподарського університету, Республіка Польща.

Хойніцкі Ю. Ph.D., проф., заст. декана Варшавського університету природничих наук, Республіка Польща.

berthy Kovela Ph.D., MBA, CTP Senior Lecturer, Department of Informatics and Operations Management Faculty of Business and Law Kingston University.

Yahya S.H. Khraisat Ph.D., Al_Balda Applied University / Al-Huson University College, Irden, Jordan.

Відповідальний редактор: Шелуха О.О.

Рекомендовано до друку вченою радою Аерокосмічного факультету НАУ (протокол № 6 від 13 квітня 2019 р.)

Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси (ІРТК-2019). Дванадцята міжнародна науково-практична конференція 21-22 травня 2019 р., Київ, Україна. – К.: НАУ, 2019. – 279 с. (збірка тез)

Містить результати наукових, експериментальних та теоретичних досліджень вчених та аспірантів.

Матеріали можуть бути корисними науковим співробітникам, інженерно-технічним працівникам, аспірантам та студентам старших курсів вузів, що спеціалізуються в галузі автоматизованих систем управління робототехнічних комплексів та прогресивних інформаційних технологій.

Видання праць конференції "ІРТК-2019" можна замовити за адресою:
Національний авіаційний університет,
кафедра комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій АКТФ, в. 11-402,
проспект Космонавта Комарова, 1, м. Київ, Україна, 04680
iirtk.nau@gmail.com
kvp@nau.edu.ua

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова:

Квасніков В.П. д.т.н., проф., Заслужений метролог України, зав. каф. комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій НАУ, м. Київ.

Заступник голови:

Древецький В.В. д.т.н., проф., зав. каф. автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій Національного університету водного господарства та природокористування, віце-президент Інженерної академії України, м. Рівне.

Члени оргкомітету:

Ковальчук В. В. д.т.н, проф., директор Одеського коледжу інформаційних технологій.

Кошовий М.Д. д.т.н., проф., зав. каф. авіаційних приладів та вимірювань Національного аерокосмічного університету ім. М.С. Жуковського "ХАІ", лауреат Держ. премії України в галузі науки і техніки, м. Харків.

Кухарчук В. В. д.т.н., проф., зав. каф. теоретичної електротехніки та елект-ричних вимірювань Вінницького національного технічного університету.

Макаров В.Л. академік НАН України, д. ф.-м. н., проф., зав. відділом обчислювальної математики, Інституту математики НАН України, м. Київ.

Харитонов Ю. М. д.т.н., професор, декан факультету морської інфраструктури Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв.

Осауленко І. А. д.т.н., доцент, зав. каф. інтелектуальних систем прийняття рішень Черкаського національного університету ім. Богдана Хмельницького, м. Черкаси.

Секретарі конференції:

Шелуха О.О. – асистент кафедри комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій Національного авіаційного Університету.

Ісаченко А.О., Петров Ю.І., Слесаренко К.С. – аспіранти кафедри комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій Національного авіаційного Університету.

Члени оргкомітету (робоча група):

Асаніна А.В., Дубина П.П., Ільченко В.М., Ісаченко А.О., Катаєва М.О., Кочеткова О.В., Лещенко Ю.П., Петров Ю.І., Стахова А.П., Шелуха О.О., Слесаренко К.С..

INTERNATIONAL PROGRAMM COMMITTEE

Head:

Volodymyr P. Kvasnikov Prof. Dr.-Tech. Sc. habil., Head of department of computerized electrical systems and technologies at the National Aviation University, Honoured Metrologist, Kyiv, Ukraine.

Committee members:

Anatoliy J. Vasyliw President of the Engineering Academy of Ukraine, Honoured Scientist of Ukraine, Kharkiv, Ukraine.

Viktor O. Vlasenko Prof. Dr.-Tech. Sc. habil., Professor in the technologies department at the Opole University, Opole, Poland.

Volodymyr Drevetskyi D.Sc. (Tech.), prof., head of Department of Automation, Electrical Engineering and Computer-Integrated Technologies of the National University of Water and Environmental Engineering, vice-president of the Engineering Academy of Ukraine, Rivne.

Edward Chlebus D.Sc. Eng., prof., head of the Department of Laser Technologies, Automation and Organization of Production, Wroclaw University of Science and Technology, Poland.

Khisto K. Radev Prof. Dr.-Tech. Sc. habil., Professor at the Technical University of Sofia, Sofia, Bulgaria.

Michailo I. Chernovol Prof. Dr.-Tech. Sc. habil., corresponding member of the Ukrainian Academy of Agrarian Science, Rector of the Kirovohrag National Technical University, Kirovohrag, Ukraine.

Krzysztof Ostrowski. Ph.D. DSc. Prof., Dean in University of Agriculture in Krakow. Poland.

Janusz Miczynski. Ph.D. DSc. Prof Head of Department in University of Agriculture in Krakow. Poland.

Jozef Chojnicki Ph.D., Prof, Vice Dean Of Warsaw University Of Life Sciences, Poland.

Serhiy Kovela Ph.D., MBA, Senior Lecturer in the department of Informatics and Operations Management, Faculty of Businnes and Law Kingston University.

Yahya S.H. Khraisat Ph.D., Al-Balda Applied University / Al-Huson University College, Irdan, Jordan.

Managing editor:

Shelukha O.

Suggested for print by the Academic Senate Aerospace faculty NAU (protocol № 6 from 13. 04. 2019)

Integrated Intellectual Robotechnical Complexes (IIRTC-2019). 12th International Science and Technical Conference, May 21-22th, 2019, Kyiv, Ukraine – K.: NAU, 2019. – 279p. (collected articles)

Include the scientific, experimental and theoretical results of researchers and PhD students.

Conference materials are useful for scientific researches, engineers and technicians, PhD students and graduating students, there specialisation focus on the robotechnical execution systems and progressive information technologies.

ORGANIZING COMMITTEE

Head of committee:

Volodymyr P. Kvasnikov Prof. Dr.-Tech. Sc., Head of department of computerized electrical systems and technologies at the National Aviation University, Honoured Metrologist of Ukraine, Kyiv, Ukraine.

Assistant chief:

Volodymyr V. Drevetsky Prof. Dr.-Tech. Sc., Vice President of the Engineering Academy of Ukraine, head of Department of Automation, Electrical Engineering and Computer-Integrated Technologies of the National University of Water and Environmental Engineering, Rivne.

Members:

Vasiliy V. Kukharchuk Prof. Dr.-Tech. Sc. Head of the Theoretical Electrical Engineering and Electrical Measurement department Vinnytsia National Technical University.

Mykola D. Koshowy Prof. Dr.-Tech. Sc., Head of the “aviation devices and measurements” department at the Zhykovsky National Airspace University „Kharkiv Aviation Institute“, National prize-winner in technique and science field, Kharkiw.

Volodimir V. Koval’chuk Prof. Dr.-Tech. Sc. Director of the Odessa College of Information Technology.

Volodymyr L. Makarov Academician of the Ukrainian National Science Academy, Prof. Dr.-Tech. Sc., head of the numerical mathematics department of the institute of mathematics UNSA, Kyiv.

Supervisors:

Shelukha O. asistant, department of computerized electrical systems and technologies

Isachenko A. postgraduate student, department of computerized electrical systems and technologies

Petrov Y.

Slesarenko K.

Organizing Committee (work group): Dubyna P., Ilchenko V., Isachenko A., Kataeva M., Kochetkova O., Leshchenko Y., Omolosky O., Petrov Y., Stakhova A., Shelukha O., Slesarenko K.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси	13
Kutia V., Ruchel F. – AR-based application for industrial robot programming	14
Дробязко І.П., Захаров І.С. – Дослідження методів класифікації для задачі передбачення відтоку клієнтів	17
Марченкова С.В. – Робототехніка в Україні: перспективи та аналіз сучасних методів систем керування мобільними роботами	20
Нахаба О.О. – Вдосконалення технології 3-d друку для друку високотемпературними інженерними пластиками на бюджетних 3-d принтерах без закритої термокамери, адаптація цих принтерів для друку трьома різними пластиками із одного сопла та використання багатьох різних екструдерів	22
Осауленко І.А. – Перспективи робототехніки в контексті пріоритетних напрямків розвитку вітчизняної економіки	23
Писарчук О.О., Писарчук О.О., Баран Д.Р. – Програмно-апаратний комплекс для оцінювання параметрів руху автомобіля для змагань з дрифтингу	25
Поліщук М.М., Кузнєцов Ю.М. – Мобільний робот з генератором аеродинамічної піднімальної сили	28
Пунченко Н.О., Домашкін О.М. – Рівняння помилок для задач корекції безплатформенної інерціальної навігаційної системи комплексу автономного водного апарату	34
Рудик А.В., Рудик В.А., Матей М.І. – Розробка ультразвукового далекоміра системи технічного зору мобільного робота	37
Струтинський С.В., Чевпілов О.В. – Наземний роботизований комплекс спеціального призначення із маніпулятором на основі механізмів з паралельними кінематичними структурами	40
СЕКЦІЯ 2. Авіаційна та космічна техніка	42
Khmel I.O., Popov O.V. – Development of the Lean in the Aviation Maintenance Repair Overhaul Industry	43
Безвесільна О.М., Нечай С.О. – Принципи вимірювання висоти при авіаційних гравіметричних вимірюваннях	47
Безсмертна В.І., Мазна О.В., Хохлова Н.М. – Конструкційні полімерні композиційні матеріали на основі вуглецевих волокнистих наповнювачів трикотажної структури	50
Дмуховський Р.В., Мазна О.В., Коханий В.О. – Блискавкозахист конструкцій авіаційної техніки на основі в'язано-паяних сіток з використанням безсвинцевих припоїв	53
Нахаба О.О. – Використання сучасних технологій 3-D друку для виготовлення корпусу, двигунів та багатолопатевих гвинтів	56

прозрачних для радарів мультироторних БПЛА
Попов О.В., Якушенко О.С., Коломієць З.І. – Методичні основи 57
отримання даних для навчання нейронних мереж при
діагностуванні газотурбінного двигуна

СЕКЦІЯ 3. Вимірювальна техніка. Метрологія, 60
стандартизація та сертифікація

Bondarenko M., Andriienko V., Bilokin S. – Prospects For The Use Of 61
Non-Standard Structures As A Test-Objects For Atomic Force
Microscope

Dubinetz V.I, Solovey E.A., Pits R.L. – Improvement Of The Portable 64
Vibrostand

Koshevoy N.D., Koshevaya I.I., Fesenko A.G. – Angular Displacement 66
Transducers

Безвесільна О.М., Макогонова О.А., Чепюк Л.О. – Рекомендації 69
щодо проведення авіаційних гравіметричних вимірювань

Борковська Л.О., Борковський О.В., Кочеткова О.В. – 71
Програмно-математичне забезпечення координатно-вимірювальних
машин

Брагинець І.О., Масюренко Ю.О. – Підвищення швидкодії 73
лазерних далекомірів з оптичною калібрувкою

Волотовська В.В., Гніліцький В.В., Чепюк Л.О. – 76
Експериментальні дослідження датчика вологості системи
управління параметрами мікроклімату

Діхтієвський О.В., Квасніков В.П. – Підвищення точності 78
вимірювання зубчастих коліс методом дисперсій

Довгань В.В., Орнатський Д.П., Нікітенко Д.В. – Система 80
вібраційної діагностики підшипників кочення газотурбінних
двигунів

Єгоров С.В., Шкварницька Т.Ю. – Побудова математичної моделі 82
об'єкту контролю і діагностики

Зайцев Є.О. – Метод визначення ексцентриситету ротора 85
гідрогенератора у циліндричній системі координат

Запоточний Р.М. – Комп'ютеризовані системи дистанційного 88
моніторингу технічного стану мостів

Ігнатенко П.Л., Ігнатенко О.А. – Забезпечення круглості деталей 91
виготовлених методом порошкової металургії при токарній обробці

Ісаченко А.О. – Планування траєкторії вимірювального робота в 94
декартових координатах

Ключко О.М., Дацко І.Р., Петров М.О. – Фізичні моделі при 96
розробці сенсорів для детектування хімічних елементів –
забруднювачів довкілля

Ключко О.М., П'ятчаніна Т.В., Мазур М.Г. – Розробка методів 98
автоматизованої обробки зображень для потреб вітчизняної
онкології

Коверсун С.В. – Використання ітераційного інтегруючого перетворювача для покращення метрологічних характеристик релейного захисту	100
Кухарчук В.В., Граняк В.Ф., Квасніков В.П. – Особливості динамічного вимірювання параметрів обертального руху асинхронних машин	103
Марченко Н.Б., Мартинюк Г.В. – Гамма-відсотковий показник працездатності технічних систем	106
Парфенюк О.І. – Технологія інтелектуального вимірювання витрати за допомогою ультразвукового витратоміра з оптимізованою нейронною мережею	108
Петров Ю.И. – Измерение уровня нейромедиаторов на основе характеристик кожно-гальванической реакции	111
Приз В.А. – Програмно-математичне забезпечення координатно-вимірювальної машини	114
Серкіз О.Р., Бойко М.В., Сокіл Н.І. – Дослідження точності та продуктивності зважування при проектуванні автоматичного дозуючого обладнання для сипких матеріалів	116
Филоненко С.Ф. – Изменение амплитуды акустической эмиссии при нормальном и катастрофическом износе обрабатывающего инструмента	118
Цапенко В.В., Терещенко М.Ф. – Кількісні показники біомеханічних параметрів стопи	120
Шлома, А. И. – Метод аддитивного производства и неразрушающий контроль	123
Щербак Л.М., Марченко Н.Б. – Характерні властивості технічних систем при прогнозуванні їх залишкового ресурсу	125
Шутко М.О., Колганова О.О., Корнієнко С.П., Терещенко Л.Ю. – Швидке сплайн-перетворення у розрахунку другої похідної	127
Сковородкина Ю.Н. – Степень соответствия методов калибровки координатно-измерительных машин требованиям при проведении калибровки	129
СЕКЦІЯ 4. Енергетика, електротехнічні системи, світлотехніка	131131
Stakhova A., Luchnyi E. – The Economic Feasibility of Using LEDs	132
Андрєєва О.В., Алістратова Т.С. – Нові компоненти та модулі для систем з оптичними каналами зв'язку	134
Василець С.В., Василець К.С. – Математичне моделювання перехідних процесів у напівмостовому інверторі	136
Ведміцький Ю. Г. – Квітка електричної нейтралі в топологічному відображенні Ю. Г. Ведміцького. Метод Зіставленої несиметрії	138
Горін В.В., Серєда В.В. – Теплообмін під час конденсації робочих речовин у середині мініканалів	141

ГАММА-ВІДСОТКОВИЙ ПОКАЗНИК ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Марченко Н.Б., доц., к.т.н., НАУ, Україна, м. Київ, nadmar@i.ua

Мартинюк Г.В., к.т.н., НАУ, Україна, м. Київ, ganna.martyniuk@gmail.com

Як показала практика експлуатації складних технічних систем, в першу чергу енергетичних, стандартний плановий підхід до проведення ремонтно-профілактичних робіт технічних систем є неефективним, так як не враховує індивідуальні характерні властивості кожної окремої досліджуваної системи. Тому потрібний індивідуальний підхід до планування ремонтних робіт не по заздалегідь наміченому графіку, а по поточному стану. При цьому необхідно враховувати той факт, що практично поточний контроль стану обладнання може бути здійснений лише по обмеженій множині показників [1,2].

Звідси слідує, що для реалізації індивідуального підходу до планування ремонтно-профілактичних робіт потрібна не лише наявність діагностичних систем контролю поточного стану енергообладнання, але і відповідної методичної бази додаткового моніторингу і прогнозування залишкового ресурсу агрегату по його поточному стану заснованій на систематизації інформації про різні параметри роботи контрольованого обладнання і міри зносу металоконструкцій [1].

Індивідуальне прогнозування ресурсу відкриває додаткові шляхи для отримання економічного ефекту. Індивідуальне прогнозування ресурсу не лише дозволяє попереджати можливі відмови і непередбачені досягнення граничних станів, але і правильніше планувати режими експлуатації, профілактичні заходи і постачання запасними частинами. Більше того, перехід до індивідуального прогнозування веде до збільшення середнього ресурсу обладнання, оскільки зменшує долю агрегатів, що передчасно знімаються для ремонту, і відкриває шлях для обґрунтованого вибору оптимального терміну експлуатації [3].

У ряді випадків рентабельна експлуатація може бути продовжена в умовах понижених навантажень. Тому можна розглядати прогнозування індивідуального залишкового ресурсу, як свого роду систему управління процесом експлуатації і технічного обслуговування.

Впровадження індивідуального прогнозування вимагає додаткових витрат на засоби технічної діагностики, на вбудовані і зовнішні прилади, реєструючі рівень навантажень і стан об'єкту, на створення мікропроцесорів для первинної переробки інформації, на розробку математичних методів і програмного забезпечення, що дозволяють отримувати обґрунтовані висновки на основі зібраної інформації. На сьогоднішній день ця проблема є першочерговою для великих енергетичних установок.

Визначення гамма-відсоткових показників пропонує методику визначення гамма-відсоткового напрацювання до відмови стосовно діагностики енергетичних установок [1].

Гамма-відсоткове напрацювання до відмови t_γ – це час, протягом якого станова об'єкту не виникне з ймовірністю γ , вираженою у відсотках.

На практиці гамма-відсоткове напрацювання до відмови розраховується з урахуванням відомих значень інтенсивності і потоку відмов, пов'язаних з експлуатаційними показниками надійності і безвідмовності, у тому числі з ймовірністю безвідмовної роботи і ймовірністю відмови [1].

В процесі експлуатації щорічно проводяться випробування контактних з'єднань і розраховуються точкові статистичні оцінки ймовірності R^* і Q^* .

На основі багаторічних випробувань методами статистичного аналізу визначається аналітичний вид залежностей $R(t)$ і $Q(t)$ із заданою довірчою ймовірністю. Гамма-відсоткове напрацювання повністю визначають з рівняння [1]:

$$R(t_\gamma) = \frac{\gamma}{100}.$$

Показник довговічності - гамма-відсотковий ресурс - характеризує сумарне напрацювання, протягом якого об'єкт не досягне граничного стану з ймовірністю γ , вираженою у відсотках. Гамма-відсоткове напрацювання до відмови і гамма-відсотковий ресурс обчислюються як корені t_γ рівняння:

$$F(t_\gamma) = 1 - \frac{\gamma}{100},$$

де $F(t_\gamma)$ - функція розподілу напрацювання до відмови.

Для показників безвідмовності зазвичай задають значення 90, 95, 99, 99.5% і так далі. Тоді ймовірність виникнення відмови на відрізьку $[0, t]$ складатиме 0.10, 0.05, 0.01, 0.005 і так далі. Значення γ для критичних відмов мають бути близькі до 100%, щоб зробити ці відмови практично неможливими подіями.

Таким чином, методика оперативної оцінки залишкового ресурсу проводить моніторинг і прогнозування технічного стану контрольованого обладнання в реальному часі, що, у свою чергу, сприяє підвищенню безпеки і економічності (з точки зору ремонтно-профілактичних заходів) експлуатації обладнання.

Література

1. Марченко Н.Б. Моніторинг та прогнозування залишкового ресурсу діючих технічних об'єктів/ Н.Б. Марченко, Л.М. Щербак// Моделювання та інформаційні технології: зб. наук. пр. Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України, 2017. – вип. 81. – С.61-69.
2. Назарычев А.Н. Обоснование сроков эксплуатации оборудования/ А.Н. Назарычев, А.И. Таджикибаев // Промышленная энергетика, 2015. – №4. – С.20.
3. Надежность технических систем: Справочник / под ред. И.А. Ушакова.- М.: Радио и связь, 1985. – 608 с.