

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



Wrocław University
of Science and Technology

ІНТЕГРОВАНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ РОБОТОТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ (ІРТК-2021)

ЧОТИРНАДЦЯТА МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

18-19 травня 2021 р.
Київ, Україна

ЗБІРКА ТЕЗ

Київ
2021

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
NATIONAL AVIATION UNIVERSITY

ENGINEERING ACADEMY OF UKRAINE

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-2021)

14th INTERNATIONAL SCIENCE AND TECHNICAL
CONFERENCE

MAY 18-19TH, 2021
KYIV, UKRAINE

COLLECTED ARTICLES

KYIV
2021

Міжнародний програмний комітет

Голова:

Квасніков 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.

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

Мічинські 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.

Serhiy Kovala Ph.D., MBA, CITP 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, Irdan, Jordan.

Відповідальний редактор: Шелуха О.О.

Рекомендовано до друку вченою радою Аерокосмічного факультету НАУ (протокол № 6 від 13 травня 2021 р.)

Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси (ПРТК-2021).
Чотирнадцята міжнародна науково-практична конференція 18-19 травня 2021 р.,
Київ, Україна. – К.: НАУ, 2021. – 256 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-2021” можна замовити за адресою:
Національний авіаційний університет,
кафедра комп’ютеризованих електротехнічних систем та технологій АКФ, к. 11-402,
проспект Любомира Гузара, 1, м. Київ, Україна, 03058
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.Є. 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 електроніки 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.

Дубина П.П., Граф М.С. – аспіранти кафедри комп’ютеризованих електротехнічних систем та технологій Національного авіаційного університету.

Члени оргкомітету (робоча група):

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

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 Mieczyski. 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 Kovala Ph.D., MBA, Senior Lecturer in the 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, Irdan, Jordan.

Managing editor:

Shelukha O.

Suggested for print by the Academic Senate Aerospace faculty NAU (protocol № 6 from 13. 05. 2021)

Integrated Intellectual Robotechnical Complexes (IIRTC-2021). 14th International Science and Technical Conference, May 18-19th, 2021, Kyiv, Ukraine – K.: NAU, 2021. – 256p. (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.

Conference journal „IIRTC 2021“:
Department of Computerized Electrical Systems and Technologies
National Aviation University,
Building No. 11, Office No. 402,
Liubomyra Huzara ave. 1 Kiev, Ukraine 03058
e-mail: iirtk.nau@gmail.com
kvp@nau.edu.ua

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
Dubyna P. postgraduate student, department of computerized electrical systems and technologies
Graf V.

Organizing Committee (work group):

Asanyna A., Graf M.S., Dubyna P., Ilchenko V., Kataeva M., Kochetkova O., Leshchenko Y., Petrov Y. Stakhova A., Slesarenko K., Shelukha O.,

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси	12
Рівненко О.В. – Regulation of Artificial Intelligence	13
Безвесільна О.М., Ткачук А.Г., Чепюк Л.О. – Основні принципи вейвлет - фільтрації вихідного сигналу акселерометра системи стабілізації	15
Гуриненко С.О., Бурау Н.І. – Система автоматичного керування автономним безпілотним підводним апаратом на основі мікроелектромеханічних систем	19
Древецький В.В. – Способи обмеження регулюючої змінної в автоматичних системах регулювання	22
Дубина П.П. – Кінематична система крокуючих роботів	25
Жирякова І.А., Осауленко І.А. – Нейромережевий модуль врахування ризиків інтенсивності антропогенних викидів промислових підприємств та енергетичних систем	26
Кірпи́чников А.В., Христюк А.О. – Автоматична система догляду за пасікою	29
Клепач М.М. – Удосконалення системи управління горизонтальної стабілізації рухомої платформи механізмів паралельної структури	32
Колумбет В.П., Барабаш О.В. – Використання методу потенціалів для керування МРТС в середовищі з перешкодами	34
Нахаба О.О., Харченко В.П. – Нозробка моделі нейронно-адаптивної навігації та управління рухом мультироторних БАС та інших робототехнічних комплексів на основі тривимірної асоціативно-логічної моделі аналізу і синтезу інформації	37
Трофименко М.С. – Розробка програмного забезпечення управління безпілотником	40
Федорієнко М.С., Каргін А.О. – Перспективи розвитку електронної шкіри для покращення робототизованого протезування	43
СЕКЦІЯ 2. Авіаційна та космічна техніка	45
Граф М.С. – Оцінка ефективності алгоритму навчання гібридної нейронної мережі для планування траєкторії руху безпілотного повітряного судна	46
Єнчев С.В., Міщенко О.Ю. – Методи 3d-друку деталей складної форми	48
Нахаба О.О. – Розробка математичної моделі просторового польоту полікоптера (БАС) із використанням структурно-параметричного синтезу	51
Шелуха О.О. - Використання триосьового підвісу для систем траєкторного стеження	54
СЕКЦІЯ 3. Вимірювальна техніка. Метрологія, стандартизація та сертифікація	56
Beloshitsky P.V., Klyuchko O.M., Beloshitsky S.P. – Information – Bioinformation – Bioinformatics	57
Gonchar O.A., Klyuchko O.M., Kovalchuk P.R. – Creation of Electronic	59

Biomedical Databases with Information About Substances for Hypoxic States Correction	
Klyuchko O.M., Shutko V.N., Gonchar O.A., Kolganova O.O., Mykolushko A.M. – Physical Model of Chemsensitive Channel-Receptor Complex: Electronical Approach	61
Klyuchko O.M., Beloshitsky P.V., Navrotskyi D.A., Kovalchuk P.R. – Comparative Analysis and Classification of Electronic Information Systems in Medicine, Biology and Neurophysiology	63
Shutko V. N., Klyuchko O.M., Kolganova O. O., Pitertsev O.A., Burtseva N.V. – Technical System with Detectors of Chemical Substances for Aviation	65
Брагинець І.О., Масюренко Ю.О. – Оптичолоконні лазерні вимірювальні системи для контролю геометричних параметрів об'єктів	67
Василець К.С., Квасніков В.П. – Оцінювання невизначеності відхилення показів лічильників трансформаторного та прямого включення в режимі зниженого навантаження	69
Дубінець В.І. – Автоколивальний мікромеханічний акселерометр	72
Ігнатенко П.Л., Ігнатенко О.А. – Вплив механічної обробки на геометричні параметри кільцевих деталей	74
Катаєва М.О., Юрчук А.О. – Розробка методу фільтрації сигналів скануючого зондового мікроскопу	76
Компанець Д.М., Васілевський О.М. – Опрацювання результатів вимірювання та калібрування автоматизованої системи наливу на нафтобазах	79
Кривокульська О.О., Орнатський Д.П. – Вихрострумовий дефектоскоп для контролю металевих прутків в виробничих умовах	81
Кромпляс Б.А. – Підвищення надійності роботи операторів щита управління енергогенеруючого об'єкта	85
Кухарчук В.В., Голодюк В.С. – Засіб динамічних вимірювань параметрів обертового руху електричних машин в перехідних режимах роботи	87
Лугових О.О., Воронова Т.С., Чепюк Л.О. – Розробка структурної схеми аналого - цифрового блоку введення інформації від вимірювача лінійних прискорень	89
Назаренко Н.М., Безвесільна О.М., Киричук Ю.В. – Визначення допустимих похибок вимірювання швидкості авіаційної гравіметричної системи	92
Орнатський Д.П., Єгоров С.В., Щербина Д.Е. – Прецизійний вимірювальний канал активної потужності	95
Паращанов В.Г. – Системи випробовування та контролю спряжених деталей	98
Передерко А.Л. – Моделювання підсилювача заряду для п'єзоелектричного акселерометра	100
Подчашинский Ю.О., Криворучко М.Г., Чепюк Л.О. – Програмно-алгоритмічна реалізація методів вейвлет – стиснення зображень з вимірювальною інформацією	103

Реут Д.Т., Древецький В.В. – Оцінка точності класифікації мікропланктону при неперервному вимірюванні його концентрації	107
Рудик А.В., Шкут Р.Ю. – Розроблення функціонального широкодіапазонного генератора стандартних сигналів	109
Солдатов В.В. – Секундоміри механічні та електричні методики повірки (калібрування), потреба в оновленні та застосування нових технологій	112
Стахова А.П., Назаренко Н.М. – Інформативні параметри вібраційних сигналів	114
Фесюн Б.М. – Методика моделювання процесу координатних вимірювань складного профілю інструменту	116
Филоненко С.Ф. – Влияние начала разрушения композита по критерию Мизеса на акустическую эмиссию	119
Швец М.В. – Методика комплексного оцінювання ефективності метрологічного забезпечення експлуатації озброєння та військової техніки	121
Квашук Д.М. – Теоретичні основи та практичне застосування засобів вимірювання обертового моменту в силових агрегатах	126
СЕКЦІЯ 4. Енергетика, електротехнічні системи, світлотехніка	128
Горін В.В., Горін Вт.В., Горін Вл.В. – Конденсація рухомої пари у середині вертикальних труб	129
Дев'яткіна С.С., Ванеян С.Г. – Надійність системи електропостачання світлосигнальної системи аеродрому	131
Дев'яткіна С.С., Ванеян С.Г. – Контроль сили світла аеродромних вогнів в процесі експлуатації	134
Єнчев С.В., Цибульська Т.П. – Формування структури нечіткого регулятора енерговузла змінного струму	137
Зенкіна С.М., Квасніков В.П. – Методи діагностування асинхронних електродвигунів	140
Коверсун С.В., Орнатський Д.П. – Система захисту від однофазного замикання на землю в мережах з ізольованою нейтраллю	142
Кулик Н.І., Шабловська А.Р., Вдовиченко В.М. – Дослідження залежності форми світлорозподілу світлодіодного пристрою від діаметра вихідного отвору відбивача	144
Кучеров Д.П. – Процедура обратного шага (Backstepping) для управління нелінійними об'єктами	147
Мащенко В.А., Паршиков А.А. – Моделювання електричного поля електростатичного коронного барабанного сепаратора	149
Михайленко В.В., Чибеліс В.І., Зіменков Д.К. – Математична модель перетворювача з восьмизонним регулюванням напруги і активно-індуктивним навантаженням	153
Пітяков О.С., Панасенко І.О. – Фотобіологічна дія природного та штучного освітлення на людину	156
Пряхіна Н.Г., Яремич Т.І., Яремич В.І. – Критерії освітлення міського середовища в нічний час	158

Рудик А.В., Сачук В.О. – Розроблення алгоритмів автоматичного керування штучним освітленням	161
Шинкаренко В.Ф., Красовський П.О. – Рівні просторово-функціональної адаптації електромеханічних систем	164
Яремич Т.И., Пряхина Н.Г. – Расчет цветowych характеристик светодиодных светильников	168
СЕКЦІЯ 5. Інформаційні технології в приладобудуванні та машинобудуванні. Нафтогазові технології	169
Buhaiov O.O. – The Influence of Intelligent Decisions on the Level of Unwanted Radiation in the Digital Building	170
Khmara V.S. – Face Recognition Algorithm	172
Андрєєва О.В. – Сучасні засоби покращення характеристик безпроводних ліній зв'язку	174
Барабаш О.В., Шпурик В.В., Бандурка О.І. – ПІС як інструмент дослідження антропогенного впливу на навколишнє середовище	177
Гумен М.Б., Яценко Є.А., Гумен Т.Ф., Кондратюк О.С. – Дослідження біоелектричних процесів у скелетних м'язах людини	180
Данченков Я.В., Лакус О.Ю. – Дослідження САР процесу очищення стічних вод після фарбування текстильних виробів	183
Данченков Я.В., Тарас Б.І., Данченков В.О. – Розробка та дослідження автоматизованої вимірювальної системи ККД водогрійних котлоагрегатів у масштабі реального часу	186
Дученко О.С., Дробязко І.П. – Нейронна мережа для оптимізації розв'язування СЛАР при математичному моделюванні систем	189
Заріцький О.В. – Концептуальна модель професійної діяльності	193
Квасников В.П., Громов В.А., Ковальчук В. В. – Компьютерная диагностика многокомпонентных сред	196
Коваленко О.О., Васильченко В.Ю., Семенюк Я.М. – Методика моделювання процесу охолодження деталі у пресформі методами кінцевих елементів в MATLAB	198
Коваленко О.О., Крейда А.М., Липовецька В.В. – Розробка моделі та чисельне дослідження у складі САПР механічної частини 3-D принтера	200
Коваленко О.О., Мацепа С.М., Савченко А.І. – Розробка моделі та чисельне дослідження у складі САПР роботи зварювального маніпулятора	202
Ковальчук В.В., Мамука К.В. – Носители информации нового поколения	204
Ковальчук В.В., Сморгж, М.В. – Информационные технологии: кластеризованные пленки — носители информации	207
Прокопов О.В., Шлома А.І. – Аналіз вимог до визначення показника заломлення повітря при формуванні вимог до точності апаратури контролю параметрів навколишнього середовища	208
Любченко.В.В. – Визначення кількості інформації в комп'ютерній мережі підприємства	209
Матус С.К. – Застосування нейромережевих технологій для	211

прогнозування вологозапасів ґрунту	
Омельчук І.А., Шавурська Л.Й., Чепюк Л.О. – розробка структурної схеми інформаційно-керуючої системи газорозподільної станції на основі програмованих логічних контролерів	214
Кошевой Н.Д., Пыльпенко А.Т. – Оптимальное планирование эксперимента методом бактериальной оптимизации при обслуживании станков с числовым программным управлением	217
Подчашинский Ю.О., Тарарака В.Д., Макаруч Д.В., Чепюк Л.О. – Системний аналіз та формулювання вимог до метрологічного забезпечення інформаційно-вимірювальної системи резервуарних парків нафтопродуктів	219
Рудик А.В., Захаревич І.В. – Аналіз фільтра баттерворта у просторі станів для пристроїв цифрового релейного захисту	222
Стрілець О.Р. – Алгоритм рішення задач при проектуванні пристроїв зміни швидкості через водило зубчастого диференціала з замкнутою гідросистемою	225
Юзефович Р.М., Яворський І.М., Личак О.В., Стецько І.Г. – Розроблення систем вібраційної діагностики обертових механізмів з використанням методів теорії періодично нестационарних випадкових процесів	228
СЕКЦІЯ 6. Захист інформації та телекомунікаційні системи	230
Zaiets R.L. – Blockchain Technology as a Way of Data Protection	231
Єгоров С.В., Білак В.В. – Аналіз методів біометричної автентифікації	233
Кузнецов А.В. – Впровадження інформаційно-комп'ютерних технологій в проектах «SMART CITY»	235
Собчук В.В., Мусієнко А.П., Барабаш А.О. – Адаптивне самодіагностування інформаційних систем підприємств	238
Шило Г.І. – Захист графічної інформації цифровими водяними знаками	241
СЕКЦІЯ 8. Військово-технічні проблеми та освіта	243
Vai Ya.V. – Google workspace app development	244
Галицький В.А. – Компенсація стаціонарних складових похибок датчика кутової швидкості в контурі зворотнього зв'язку комплексу наведення та стабілізації озброєння	246
Наливайко А.Д., Наливайко Л.П. – Формування системи концептуальних документів планування в оборонній сфері України	250
Наливайко А.Д., Наливайко Л.П. – Вплив військової освіти і науки на інноваційну діяльність збройних сил України	253

СЕКЦІЯ 5

**Інформаційні технології
в приладобудуванні та
машинобудуванні. Нафтогазові
технології**

МЕТОДИКА МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОХОЛОДЖЕННЯ ДЕТАЛІ У ПРЕСФОРМІ МЕТОДАМИ КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ В MATLAB

О.О.Коваленко, к.т.н., доцент, В.Ю.Васильченко, ст.викладач,

Я.М.Семенюк, студент ФКТМД, ПМ-81

Черкаський державний технологічний університет, Україна

e-mail: a.kovalenko@2upost.com

У доповіді розглядається чисельне моделювання процесу охолодження деталі у прес-формі та дослідження залежності від параметрів процесу часу охолодження деталі до температури, при якій стають можливі подальші маніпуляції з деталлю.

Чисельне моделювання проводилось у складі *CAE MATLAB*, з використанням інструменту *PDE Toolbox*, призначеного для вирішення задач структурної механіки, теплообміну і загальних рівнянь в частинних похідних з використанням кінцево-елементного аналізу. Досліджувалась можливість визначати залежність температури деталі та прес-форми від геометрії деталі та прес-форми, наявності підігріву, охолодження та інших факторів.

Геометрія деталей може бути створена в довільній CAD системі та імпортована до *PDE Toolbox* у вигляді STL-файлу. Але на даному етапі, враховуючи простоту деталей, розрахункова 3D-модель була створена безпосередньо вбудованими засобами *PDE Toolbox*. Вона представляє собою три концентричних циліндричних тіла – внутрішнє (C1) і зовнішнє (C3), які моделюють елементи прес-форми, проміжне (C2) – деталь (рис. 1).

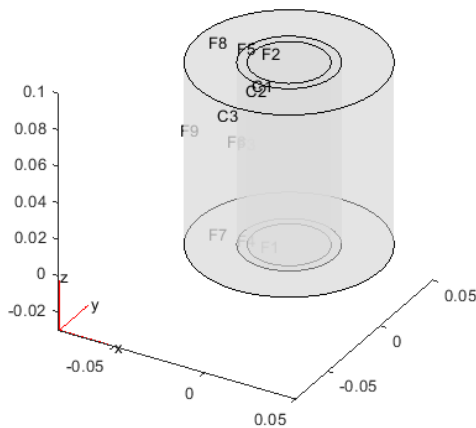


Рис.1 Розрахункова 3D-модель

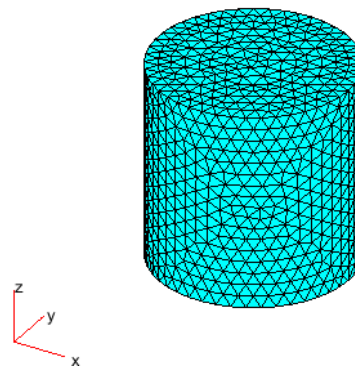


Рис. 2 . Кінцевоелементна сітка

Для блоку рівнянь моделювання динаміки теплових процесів була проведена генерація кінцево-елементної сітки з трикутними і тетраедричними елементами з адаптацією до геометрії деталі та прес-форми (рис. 2), задані властивості матеріалів прес-форми і деталі, граничні та початкові умови.

Наступним кроком було автоматизоване формування системи рівнянь, завдання інтервалу часу моделювання та розв'язок системи рівнянь. В результаті був створений масив розв'язків – значення температур та теплових потоків у

вузлах.

Використовуючи надзвичайно широкі можливості *CAE MATLAB*, проведена візуалізація (поля температур, графіки зміни температур у різних точках деталі з часом та ін.) та всебічне дослідження результатів. На рис. 3 показані деякі результати аналізу – розподіл температур по перерізу при різних значеннях часу та графік зміни температури деталі з часом.

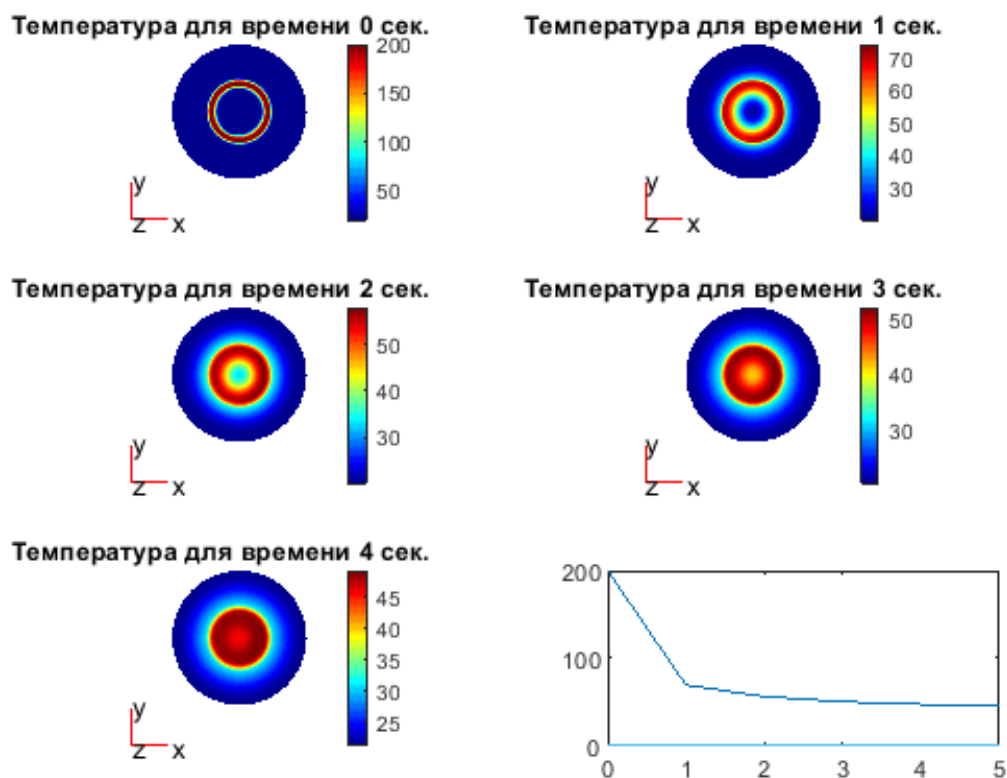


Рис. 3 Візуалізація результатів чисельного дослідження

Наведені результати показують, що такий підхід дозволяє використовувати одну САПР для усестороннього дослідження та розрахунків технічних пристроїв та вирішує задачу забезпечення студентів навчальним середовищем для цього. В результаті такого підходу підвищується якість проектування та скорочуються його терміни, студенти готуються до вирішення реальних задач промисловості.

Література

1. Partial Differential Equation Toolbox™ User's Guide© COPYRIGHT 1995–2020 by The MathWorks, Inc.
2. Cook, Robert D., David S. Malkus, and Michael E. Plesha. Concepts and Applications of Finite Element Analysis. 3rd edition. New York, NY: John Wiley & Sons, 1989.
3. Gilbert Strang and George Fix. An Analysis of the Finite Element Method. 2nd edition. Wellesley, MA: Wellesley-Cambridge Press, 2008.

ІНТЕГРОВАНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ РОБОТОТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ (ІРТК-2021)

ЧОТИРНАДЦЯТА МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

18-19 травня 2021 р.

Київ, Україна

Збірка тез

Тези надруковані в авторській редакції на одній із трьох робочих мов конференції

Оригінал-макет
підготовлено на кафедрі комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій
Аерокосмічного факультету
Національного авіаційного університету

Комп'ютерна верстка:
Шелуха О.О.

Підп. до друку 13.05.21. Формат 60x84/16.
Папір офс. Гарн. Times New Roman.
Ум. друк. арк. 24,5. Тираж 100 прим. Замовлення № 5

Віддруковано у СПД «Андрієвська Л.В.»
м. Київ, вул. Бориспільська, 9,
Свідоцтво серія ВОЗ № 919546 від 19.09.2004 р.