

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-2020)

ТРИНАДЦЯТА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ

19-20 травня 2020 р.
Київ, Україна

ЗБІРКА ТЕЗ

Київ
2020

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-2020)

13th INTERNATIONAL SCIENCE AND TECHNICAL
CONFERENCE

MAY 19-20TH, 2020
KYIV, UKRAINE

COLLECTED ARTICLES

KYIV
2020

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 № 8 від 28 травня 2020 р.)

Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси (ІРТК-2020). Тринадцята міжнародна науково-практична конференція 19-20 травня 2020 р., Київ, Україна. – К.: НАУ, 2020. – 305 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-2020” можна замовити за адресою:
Національний авіаційний університет,
кафедра комп’ютеризованих електротехнічних систем та технологій АКФ, к. 11-402,
проспект Космонавта Комарова, 1, м. Київ, Україна, 03680
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 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 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 № 8 from 28. 05. 2020)

Integrated Intellectual Robotechnical Complexes (IIRTC-2020). 13th International Science and Technical Conference, May 19-20th, 2020, Kyiv, Ukraine – K.: NAU, 2020. – 305p. (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 2020“:
Department of Computerized Electrical Systems Technologies
National Aviation University,
Building No. 11, Office No. 402,
Kosmonavta Komarova ave. 1 Kiev, Ukraine 03680
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
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
Андрєєва О.В. – Особливості застосування мереж з комірчастою топологією у цифрових будинках	14
Андріяш Ю. Ю., Катаєва М. О. – Дрони в сучасному світі	17
Білоус Є.І., Нестеренко О. І. – Визначення параметрів морської хвилі за допомогою безплатформної інерціальної курсовертикалі	18
Древецький В.В., Ковела І.М. – Синтез і аналіз систем з ідеалізованим ПД-регулятором	21
Дядюн С. В. – Майбутнє штучного інтелекту	24
Жабко В.В. – 3d-принтери в сучасному світі	27
Жуков Б.С. – Програмна система забезпечення технології доповненої реальності для візуалізації тривимірних об'єктів	29
Квасніков В.П., Запоточний Р.М. – Геодезичні прилади в системах моніторингу технічного стану мостових конструкцій	31
Коваленко Ю. – Інтегрована інтелектуальна робототехніка	34
Нахаба О.О. – Мультироторний (24-роторний) конвертоплан дисколотної форми (багатодвигуневий мультироторний конвертоплановий дисколіт) з децентралізованою системою роздільного паралельного керування його двигунами	36
Руденко В.Г. – Системи підтримки прийняття рішень оперативно-диспетчерського персоналу електричних мереж	38
Трофименко М.С. – Розробка програмного забезпечення задачі обходу перешкод для керування мобільним роботом	41
Чубай Н.М., Аврука І.С. – Розумний будинок: обмін інформацією бездротовими каналами зв'язку	43
Шелуха О.О. – Система траєкторного стеження для мобільних комплексів	46
Шостак І.В., Данова М.О., Феоктистова О.І. – Підхід до роботизації процесів функціонування системи «розумний будинок» на основі технології інтернету речей	48
СЕКЦІЯ 2. Авіаційна та космічна техніка	50
Безвесільна О.М., Морозов А.В. – Безпілотний літальний апарат, переваги, особливості, основні компоненти	51
Єнчев С.В. – Відмовостійка нечітка система керування авіаційним двигуном з вільною турбіною	54
Нахаба О.О. – Мультироторний (48-роторний) конвертоплан дисколотної форми (багатодвигуневий мультироторний конвертоплановий дисколіт) з децентралізованою системою роздільного паралельного керування його двигунами	57
Попов О.В., Савченко І.А. – Необхідність додаткового застосування стандартів iso/іес 31000 в авіаційній галузі в сучасних умовах	59

Рудик А.В., Романцев О.В. – Аналіз навігаційних похибок від релятивістських і гравітаційних ефектів та багатопроменевого поширення сигналу	62
Рудик А.В., Ярош Д.Р. – Аналіз навігаційних похибок, що виникають внаслідок неповного врахування умов поширення радіохвиль	65
СЕКЦІЯ 3. Вимірювальна техніка. Метрологія, стандартизація та сертифікація	68
Beloshitsky P.V., Klyuchko O.M., Bilyk I.I., Beloshitsky A.S. – Technical And Medical Aspects Of Coronavirus Disease Treatment (2019-nCoV)	69
Klyuchko O.M., Gonchar O.A. – Investigation of acute hypoxia and hypoxic-hyperoxic adaptation for the development of novel devices	72
Klyuchko O.M., Piatchanina T.V., Datsko I.R. – Biotechnical expert system for monitoring of harmful chemical substances in environment	74
Navrotskyi D.A., Mykolushko A.N., Lobach I.O., Tyshchuk B.V. – Electronic chemosensitive detectors development for combustion products indication	77
Shutko V.N., Zakhmatov V.D., Kolganova O.O. – Electronic information system for the fire prevention with chemosensitive detectors	80
Безвершнюк К.О., Чувпенюк Т.С. – Аспекти підвищення якості надання медичної допомоги	82
Безвесільна О.М., Котляр С.С. – Індуктивні інкрементні перетворювачі для вимірювання лінійних величин	84
Безвесільна О.М., Мельниченко М.А., Чепюк Л.О. – Вимірювання горизонтальних збурюючих прискорень системи стабілізації	86
Безвесільна О.М., Морозов А.В. – Дослідження методів та засобів зменшення дискретності квантування вихідного сигналу кільцевого лазера	88
Безвесільна О.М., Нечай С.О., Чепюк Л.О. – Інтерпретація вимірів вібраційного чутливого елемента системи стабілізації	91
Граняк В.Ф., Кухарчук В.В. – Математична модель ємнісного мікромеханічного акселерометра	94
Довгань В.В., Орнатський Д.П., Нікітенко Д.В. – Вимірювальний канал системи контролю та діагностики підшипників кочення роторних машин	97
Доставалов В.В. – Модернізація фотометричного методу для отримання рухомої 3д моделі	99
Катаєва М.О., Юрчук А.О. – Розробка методу підвищення точності нановимірювань	102
Костик І.В., Матіко Ф.Д., Роман В.І. – Дослідження впливу конструктивних особливостей вимірювального трубопроводу на точність вимірювання витрати методом змінного перепаду тиску	104
Кузьмич Л.В., Кузьмич А.А. – Принципи побудови автоматизованої системи дистанційного моніторингу та контролю технічного стану об'єктів інженерної інфраструктури водогосподарсько-меліоративного комплексу	107

Макаров Я.В., Киричук Ю.В. , – Завдання і гіпотези при створенні оптимізованої моделі руху робота-гексапода	110
Матіко Ф.Д., Матіко Г.Ф., Крих Г.Б. – Визначення коефіцієнта витрати сопла пальника за результатами експериментальних досліджень	112
Матус С.К., Квасніков В.П. – Прецизійні п'єзоелектричні мікронасоси точного дозування рідин	114
Мащенко В.А. – Метод та приладова система для визначення модулів пружності третього порядку твердих тіл	117
Назаренко Н.М., Киричук Ю.В. – Кварцеві герметизовані термоперетворювачі	119
Орнатський Д.П., Вітрук Ю.В., Добржанська Б.В. – Аналоговий інтерфес для комп'ютеризованої системи керування вітроелектростанцією	122
Орнатський Д.П., Кривокульська О.О. – Вимірювальна система для неруйнівного контролю металевих прутків	125
Подчашинський Ю.О., Воронова Т.С., Чепюк Л.О. – Методи вейвлет-кодування відеозображень з вимірювальною інформацією про геометричні параметри об'єктів	128
Подчашинський Ю.О., Чепюк Л.О., Шавурська Л.Й. – Математичні моделі для визначення геометричних параметрів текстур поверхні промислових виробів	131
Реут Д.Т., Древецький В.В. – Підвищення точності класифікації мікропланктону при неперервному вимірюванні його концентрації	134
Середа В.В., Горін В.В. – Вплив параметрів двофазного потоку на гідравлічний опір при конденсації холодоагентів у середині горизонтальних труб	136
Серкіз О.Р., Бойко М.В., Тодавчич В.І. – Напівавтоматичне дозуюче обладнання для фасування сипких продуктів схильних до пиління	140
Солдатов В.В. – Формування фізичної шкали вихідного сигналу групового еталона часу і частоти utc (ua)	142
Федоришин Р.М., Пістун О.І. – Моделювання похибки вимірювання об'єму природного газу для імпульсного режиму потоку в системі обліку	145
Филоненко С.Ф. – Трансформація сигналів акустической емісії при разрушенні композита по критерию мизеса	148
Шлома А.І. – Аналіз актуальних пропозицій у вирішенні питань метрологічного забезпечення неруйнівного контролю	150
Квасніков В.П., Галицький В.А. – Досягнення високих показників при виготовленні чутливих елементів інерційних навігаційних систем	152
Кузьмич Л.В., Кузьмич А.А. – Принципи побудови автоматизованої системи дистанційного моніторингу та контролю технічного стану об'єктів інженерної інфраструктури водогосподарсько-меліоративного комплексу	155
Паращанов В.Г. – Метрологічне забезпечення випробування прецензійних деталей після їх відновлення	158

Сковородкіна Ю.Н. – Розробка вимог до 3-Д зразка для калібрування координатно-вимірювальної машини з урахуванням міжнародних стандартів	160
СЕКЦІЯ 4. Енергетика, електротехнічні системи, світлотехніка	162
Kulakovskiy L. – Implementation of the neural networks for forecasting operating regimes of wind power plant	163
Бірюков А.О. – Моделювання силового кабелю електродвигуна вп електростанції для оцінки імовірності відмови	166
Борковська Л.О., Борковський О.В., Кочеткова О.В. – Дослідження сучасних електричних систем	169
Василець С.В., Василець К.С. – Математичне моделювання перехідних процесів при комутації igbt у складі трифазного інвертора напруги	172
Гаращенко В.І., Гаращенко О.В., Соляк Л.В. – Електромагнітний аналізатор феромагнітних домішок	175
Гудь В.М., Сімухов В.Д., Лазутчик А.С. – Дослідження магнітних систем зі збудженням від постійних магнітів	178
Дев'яткіна С.С. – Моделювання ризиків зіткнення повітряного судна з глісадними вогнями злітно-посадкової смуги	180
Дев'яткіна С.С., Ванецян С.Г. – Система електропостачання візуальних засобів забезпечення польотів на аеродромах цивільної авіації	183
Красовський П.О., Місан Н.А. – Інноваційний синтез модульної електромеханічної системи для роботизованого маніпулятора сталевих труб	186
Михайленко В.В., Чибеліс В.І., Зіменков Д.К. – Аналіз електромагнітних процесів у напівпровідниковому перетворювачі з двенадцятизонним регулюванням вихідної напруги і активно-індуктивним навантаженням	191
Молчанов О.В., Молчанова К.В. – Вибір кабелю для системи аеродромних вогнів із паралельною схемою живлення	194
Пітяков О.С. – Фотобіологічна безпека та якість фотополімеризації – основні фактори в організації штучного освітлення стоматологічного кабінету	197
Шинкаренко В.Ф., Лихогуб А.П. – Генетичний синтез електромеханічних систем багатокординатного руху на основі уніфікованих модулів	200
Юрченко О. М. – Новітні електричні двигуни	205
Юрчук А.О., Катаєв Д.А. – Оптимізація системи освітлення за допомогою технології «Human Centric Lighting»	207
Кулик Н.І., Штундер Ю.М. – Система позиціонування сонячної панелі в залежності від положення Сонця	209
СЕКЦІЯ 5. Інформаційні технології в приладобудуванні та машинобудуванні. Нафтогазові технології	212
Olefir O.S., Khvorostianyi V. – Image recognition on a digital picture using deep learning techniques	213

Ostapchuk V.V., Verzhikovskiy O.P. – Google cloud vision using in the automatic sorting system	215
Stakhova A., Babii M. – The role of light in data transfer technology	217
Андрєєва О.В. – Вплив інтелектуальних рішень на рівні небажаного випромінювання у цифровому будинку	220
Гаращенко О.В., Гаращенко В.І. – Метод контролю процесу магнітного осадження феромагнітних домішок водних середовищ	222
Граф М.С. – Побудова алгоритму траєкторії руху безпілотного повітряного судна з втратою висоти	225
Данченков Я.В. – Побудова математичної моделі контуру регулювання «рівень – концентрація» при очищенні газового конденсату виробництва аміаку	228
Данченков Я.В., Тарас Б.І., Лещук Д.О. – Система автоматичного регулювання співвідношення газ-повітря у котлоагрегатах водогрійного типу по його ккд	230
Єгоров С.В., Шкварницька Т.Ю. – Збільшення пропускної здатності каналу передачі інформації методом багатопоточного передавання даних	233
Клепач М.М. – Перехідні характеристики системи управління маніпулятором паралельної структури для координатно-вимірjувальних машин	235
Коваленко О.О., Васильченко В.Ю., Скоромний В.І. – Розрахунок деталей на міцність та тепловий аналіз методами кінцевих елементів в MATLAB	238
Коваленко О.О., Крейда А.М., Шарапа В.М. – Оптимізація параметрів технічних пристроїв у складі САПР	241
Ковальчук В.В., Мамука К.В. – Властивості керметних плівок атомарно-кластерної дисперсності	245
Ковальчук В.В., Смерж М.В. – Пристрій з нанокластерною підсистемою	247
Любченко В.В. – Визначення інтенсивності потоку в комп'ютерних системах із неоднорідним трафіком	249
Малашенко В.М., Стрілець О.Р., Андрушков В.І., Стрілець В.М. – Обґрунтування будови та принципу роботи муфти фланцево-пальцевої пружної запобіжної	251
Паздрій О.Я. – Підвищення ефективності дворівневої обробки інформації для багатокласової системи діагностики складної обертової системи	254
Приз В.А. – Узагальнена структурна схема верстата з числовим програмним керуванням	256
Стрілець О.Р. – Застосування 3-d моделювання для оптимізації розмірів при проектуванні зубчастого диференціала з замкнутою гідросистемою при керуванні швидкістю через водило	258
Строкач Г.Ю., Сапегін О.М. – Фільтр маджвіка в алгоритмі інклінометра	261
Хайдуров В.В. – Применение прикладных программных пакетов MATLAB и Comsol Multiphysics при исследовании волновых процессов в твердых телах	263

Яворський І.М., Юзефович Р.М., Курапов П.Р. – Аналіз кореляційних властивостей перетворення гільберта періодично нестационарного випадкового сигналу	266
СЕКЦІЯ 6. Захист інформації та телекомунікаційні системи	268
Андрєєва О.В. – Концепції розвитку безпроводних рішень для охоронних функцій цифрового будинку	269
Бойченко О.В. – Современные аспекты киберугроз: проблемы и пути их решения	272
Жук І.С., Чертов О.Р. – Використання математичного апарату наближень Степанця для виявлення штучних втручань у сигналах різної природи	276
Орлова М.М., Коркішко А.О. – Порівняльний аналіз технології blockchain з використанням підходів Proof Of Work, Byzantine Fault Tolerance та GOSSIP	279
Сміун І.В., Орлова М.М. – Забезпечення інформаційної безпеки на основі технології Blockchain	281
Судаков В.Р., Зайко Т.А. – Екзотична реалізація алгоритмів як механізм захисту програм і даних	283
СЕКЦІЯ 7. Економіка промисловості	285
Trus I., Gomelya M., Hlushko O., Vozna I. – Technical and economic assessment of innovative membrane technologies	286
Ричка М.А. – Вплив інфляції на економіку промисловості	289
СЕКЦІЯ 8. Військово-технічні проблеми та освіта	292
Споришев К.О., Семенко Є.Ю., Майборода І.М. – Тенденції застосування систем управління силами відомств охорони правопорядку провідних країн світу	293
Чередніков О.М., Чуприна В.М. – Визначення параметрів та чинників математичних моделей щодо оцінки експлуатаційних характеристик об'єктів випробувань	296
Яковлев М.Ю., Горелишев С.А., Семенко Є.Ю. – Аналіз військових систем управління військами у формуваннях аналогічних Національній гвардії України	299
Наливайко А.Д., Поляєв А.І. – Оборонний менеджмент в державах-членах НАТО	302

СЕКЦІЯ 5

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

РОЗРАХУНОК ДЕТАЛЕЙ НА МІЦНІСТЬ ТА ТЕПЛОВИЙ АНАЛІЗ МЕТОДАМИ КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ В MATLAB

Коваленко О.О., к.т.н., доцент

Васильченко В.Ю., ст.викл.

Скоромний В.І., студент

Черкаський державний технологічний університет, a.kovalenko@2upost.com

У доповіді розглядається використання інструменту Partial Differential Equation (PDE) Toolbox системи MATLAB для вирішення при проектуванні задач структурної механіки, теплообміну і загальних рівнянь в частинних похідних з використанням аналізу за методом кінцевих елементів, що виконуються студентами в межах курсу «Основи комп'ютерних технологій проектування у машинобудуванні».

PDE Toolbox [1] надає можливості лінійного статичного аналізу для обчислення деформації, напруги і розтягування, моделювання структурної динаміки і вібрації, дослідження структурних характеристик компонента за допомогою модального аналізу для знаходження власних частот і форм мод, моделювання задач теплопередачі для розрахунку розподілу температури, теплових потоків і швидкостей теплового потоку через поверхні. За допомогою PDE Toolbox розв'язуються як стандартні рівняння дифузії, електростатики і магнітостатики, так і нестандартні рівняння в частинних похідних створені проектувальником для конкретних умов і задач.

Методика вирішення таких задач демонструється в роботі на прикладі розрахунку на міцність кронштейну та виконанні теплового аналізу трубопроводу з термоізоляцією. Геометрія деталей може бути як імпортована у вигляді STL-файлів з CAD систем (що було зроблено для кронштейну), так і створюватись вбудованими засобами PDE Toolbox (що було зроблено для трубопроводу). Проектувальнику доступна автоматична генерація сіток з трикутними і тетраедричними елементами з адаптацією до елементів геометрії. Після розв'язку автоматизовано сформованої системи рівнянь MATLAB надає надзвичайно широкі можливості для візуалізації та дослідження результатів, знаходження оптимального проектного рішення.

Розрахунки починаються зі створення за допомогою функції **createpde** пустої структури задачі:

model = createpde('thermal') – задача теплообміну,

model = createpde('structural','static-solid') – структурної механіки.

model =

ThermalModel with properties:

AnalysisType: 'steadystate'

Geometry: []

MaterialProperties: []

HeatSources: []

StefanBoltzmannConstant: []

BoundaryConditions: []

model =

StructuralModel with properties:

AnalysisType: 'static-solid'

Geometry: []

MaterialProperties: []

BodyLoads: []

BoundaryConditions: []

Mesh: []

InitialConditions: []

Mesh: []

Далі на наступних етапах за допомогою відповідних функцій структури наповнюються інформацією про геометрію деталі, властивості матеріалу, граничні умови – навантаження, температури, теплові потоки, різноманітні коефіцієнти, потрібні для розрахунків, місця закріплення тощо.

Імпортувати геометрію з 3D моделі (рис.1,а), побудованої в графічному редакторі і збереженої в STL-форматі можна наступною функцією `importGeometry(model,'D:\MATLAB2018a\pdestress\BracketWithHole.stl')`;

Для створення геометрії безпосередньо в MATLAB також є ряд функцій. Так фрагмент трубопроводу довжиною 50 см прямокутного профілю з внутрішніми розмірами 40x20 см, товщиною стінки 1 см та теплоізоляцією 4 см (рис.1,б) використовуємо наступну функцію `geo = multicuboid ([20,22,30], [40,42,50], 50,'Void',[true,false,false]);`

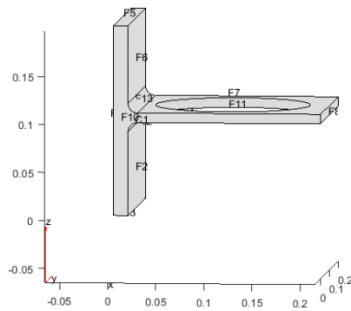


Рис. 1,а . Кронштейн (імпорт геометрії)

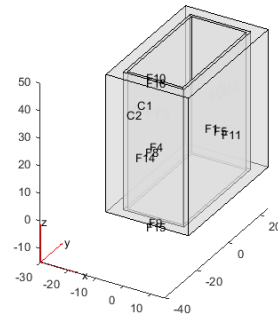
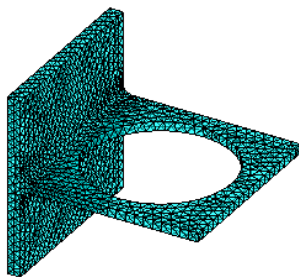
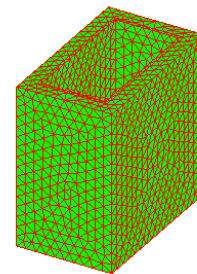


Рис. 1,б Фрагмент трубопроводу з ізоляцією, створений в MATLAB

Функція `generateMesh` генерує кінцевоелементну сітку (рис.2).



а)



б)

Рис. 2. Побудова кінцевоелементних сіток кронштейна (а) і трубопроводу (б).

За допомогою функцій `structuralProperties`, `structuralBC`, `structuralBoundaryLoad` задаються властивості матеріалу, навантаження, закріплення. Наприклад, команди

`YM = 200e9; % Pa, Модуль Юнга`

`PR = 0.3; % коефіцієнт Пуассона`

`MD = 7800; % кг/м^3, густина`

`structuralProperties(model,'Cell',1,'YoungsModulus',YM,'PoissonsRatio',PR, ...
'MassDensity',DM);`

задають для об'єму №1 ('Cell',1,) моделі (model) модуль Юнга, коефіцієнт Пуассона та густину матеріалу. Аналогічні функції використовуються і для теплових розрахунків. В результаті їх виконання отримуємо повністю заповнені

структури задач. Після цього, за допомогою функції `solve(model)`, в залежності від типу задачі автоматично вибирається вирішувач, та інтегрується сформована система рівнянь.

Команда `result = solve(model)`; після розв'язку системи рівнянь записує результати в структуру `result`. Після цього, враховуючи, що MATLAB має надзвичайно добре розвинені засоби обробки, дослідження та візуалізації даних, проектувальник має можливість це робити або зразу після розрахунку, або пізніше, зберігши структуру `result`.

Далі на рис.3-4 наведено приклади візуалізації розрахунків. Команда `pdeplot3D(model,'ColorMapData',result.Temperature)`

виводить зображення розподілу температур по товщині стінки трубопроводу та теплоізоляції

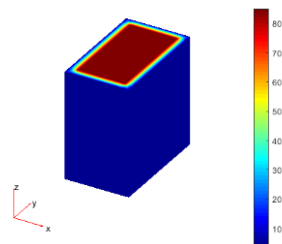
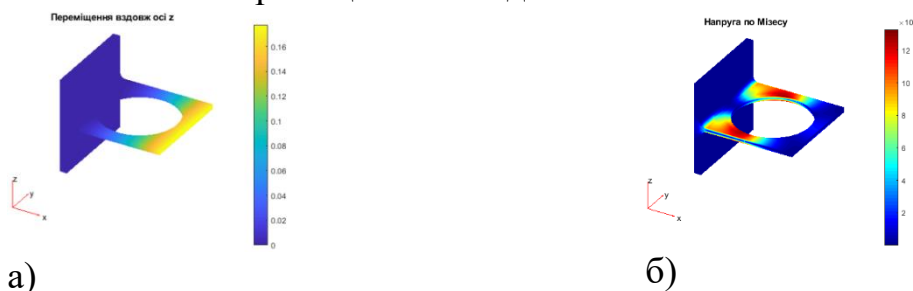


Рис. 3. Розподіл температур по товщині стінки трубопроводу.

Команди нижче виводять переміщення та напруження

```
pdeplot3D(model,'ColorMapData',result.Displacement.uz);
title('Переміщення вздовж осі z'); colormap('parula');
pdeplot3D(model,'ColorMapData',result.VonMisesStress)
title('Напруга по Мізесу')
maxdisp = max(abs(result.Displacement.uz));
fprintf('Максимальне переміщення складає: %12.4e\n', maxdisp);
```

Максимальне переміщення складає: 1.7740e-01



а) б)

Рис. 4. Візуалізація результатів розрахунку кронштейна

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.

ІНТЕГРОВАНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ РОБОТОТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ (ІРТК-2020)

ТРИНАДЦЯТА МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

19-20 травня 2020 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

Навчально-наукового інституту інформаційно-діагностичних систем

Національного авіаційного університету

Комп'ютерна верстка:

Граф М.С., Шелуха О.О.

Підп. до друку 13.04.20. 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.