

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕРІАЛИ XXI МІЖНАРОДНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ З
МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ



Херсон – 2020

**МАТЕРІАЛИ XXI МІЖНАРОДНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ З
МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

**МАТЕРИАЛЫ XXI МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
ПО МАТЕМАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ**

**MATERIALS OF 21TH INTERNATIONAL CONFERENCE OF MATHEMATICAL
MODELLING**

Збірка матеріалів конференції

**14-18 вересня 2020 року
Херсон, Україна**

**14-18 сентября 2020 года
Херсон, Україна**

**September 14-18, 2020
Kherson, Ukraine**

Організатори конференції

Херсонський національний технічний університет
Українська асоціація з прикладної геометрії
Чорноморський національний університет ім. П. Могили (м. Миколаїв)
Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна
Дніпровський національний університет ім. Олесь Гончара
Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Institute of Nuclear Chemistry and Technology (Warsaw)
Брестський державний технічний університет (м. Брест)
Херсонська державна морська академія

Організаційний комітет:

Голова Бардачов Ю.М. – д.т.н., професор, ректор ХНТУ;
Заступники Астіоненко І.О. – к.ф.-м.н., доцент кафедри ВМ і ММ ХНТУ;
голови Литвиненко О.І. – к.т.н., доцент кафедри ВМ і ММ ХНТУ.

Програмний комітет

Голова: Хомченко А.Н. – д.ф.-м.н., професор кафедри ПС ЧНУ ім. П. Могили;
Заступники Тулученко Г.Я. – д.т.н., професор, зав. кафедри ВМ і ММ ХНТУ;
голови: Рудакова Г.В. – д.т.н., професор кафедри АРМ ХНТУ.

Члени комітету:

Абрамов Г.С. к.ф.-м.н. (Україна);
Андрейцев А.Ю. к.ф.-м.н. (Україна);
Babichev S.A. PhD (Czech Republic);
Бень А.П. к.т.н. (Україна);
Ванін В.В. д.т.н. (Україна);
Вахненко В.О. д.ф.-м.н. (Україна);
Вирченко Ю.П. д.ф.-м.н. (Россія);
Гвоздева І.М. д.т.н. (Україна);
Гнатушенко В.В. д.т.н. (Україна);
Guchek P., Dr.Sc. (Poland);
Жолткевич Г.М. д.т.н. (Україна);
Комяк В.М. д.т.н. (Україна);
Корчинський В.М. д.т.н. (Україна);
Куценко Л.М. д.т.н. (Україна);
Лазурик В.Т. д.ф.-м.н. (Україна);
Лебеденко Ю.О. к.т.н. (Україна);
Литвиненко В.І. д.т.н. (Україна);
Ляшенко В.П. д.т.н. (Україна);
Мазманішвілі О.С. д.ф.-м.н. (Україна);
Марасанов В.В. д.т.н., (Україна);
Мельник І.В. д.т.н. (Україна);
Миргород В.Ф. д.т.н. (Україна);
Михайленко В.Є. д.т.н. (Україна);
Мусій Р.С. д.ф.-м.н. (Україна);
Найдиш А.В. д.т.н. (Україна);
Несвідомін В.М., д.т.н. (Україна);
Michtchenko O.V. PhD (México);
Петрик М.Р. д.ф.-м.н. (Україна);
Пилипака С.Ф. д.т.н. (Україна);
Підгорний О.Л. д.т.н. (Україна);
Плоский В.О. д.т.н. (Україна);
Поливода О.В. к.т.н. (Україна);
Пугачов Є.В. д.т.н. (Україна);
Редчиць Д.О. к.ф.-м.н. (Україна);
Рожков С.О. д.т.н. (Україна);
Розов Ю.Г. д.т.н. (Україна);
Савіна Г.Г. д.е.н. (Україна);
Самохвалов С.Є. д.т.н. (Україна);
Smolarz A. Prof. dr hab. inż. (Poland);
Свешников В.М. д.ф.-м.н. (Россія);
Смирнов І.В. д.т.н. (Україна);
Стрельнікова О.О. д.т.н. (Україна);
Тарасов С.В. к.т.н. (Україна);
Хачапуридзе М.М. к.т.н. (Україна);
Човнюк Ю.В. к.т.н. (Україна);
Шоман О.В. д.т.н. (Україна);
Шуть В.Н. к.т.н. (Білорусь);
Wojcik W. Prof. dr hab. inż. (Poland);
Zimek Z. PhD (Poland).

У збірнику представлено матеріали XXI міжнародної конференції з математичного моделювання МКММ-2020, яка відбулася з 14 по 18 вересня 2020 року в ХНТУ і була присвячена актуальним питанням математичного моделювання, прикладної геометрії та інформаційних технологій.

XXI Міжнародна конференція з математичного моделювання (МКММ-2020) [Збірка тез (14-18 вересня 2020 р., м. Херсон)]. – Херсон: ХНТУ, 2020. – 98 с.

ЗМІСТ

А.Ю. БУКИ, А.С. МАЗМАНИШВИЛИ ВЫБОРОЧНЫЙ АНАЛИЗ РАБОТЫ 5-ШАРОВОГО СПЕКТРОМЕТРА БОННЕРА	11
А.С. МАЗМАНИШВИЛИ, Н.Г. РЕШЕТНЯК ПРЕОБРАЗОВАНИЕ МАССИВА ДАННЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ МАГНЕТРОННОЙ ПУШКИ И ЗАДАЧА РАДИАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ	12
В.П. ЛЯШЕНКО, В.В. ТЕРЕЩЕНКО ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТА ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ МУЛЬТИАГЕНТНОЇ ПОШУКОВОЇ СИСТЕМИ	13
Г.О. ДИМОВА ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ РІВНЯНЬ МІЖГАЛУЗЕВОГО БАЛАНСУ МЕТОДОМ ТЕОРІЇ ЗБУРЕНЬ	14
В.П. СЛАВИЧ, К.Д. ДОБРОВА, А.С. ГУБАНОВ МОДЕЛЬ ТА МЕТОД ЗНАХОДЖЕННЯ ОПОРНОГО ТА ОПТИМАЛЬНИХ ПЛАНІВ МОДИФІКОВАНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧИ У ВИПАДКУ ГРУПУВАННЯ ПОСТАЧАЛЬНИКІВ ВАНТАЖУ	15
Б. В. ПЕТРИК, Г.В. НЕЛАСА, В. І. ДУБРОВІН АНАЛІЗ ЧАСОВИХ ПОСЛІДОВНИХ ПОТОКІВ ДАНИХ МЕРЕЖЕВОГО ТРАФІКУ НА ОСНОВІ ВЕЙВЛЕТ-ПЕРЕТВОРЕННЯ	16
В.О. ВАХНЕНКО, Д.Б. ВЕНГРОВИЧ О.В МІЩЕНКО ДІАГНОСТИКА СТРУКТУРОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА ДОВГИМИ НЕЛІНІЙНИМИ ХВИЛЯМИ: ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	17
М.Б. ЄДИНОВИЧ, О.В. ПОЛИВОДА, Т.О. КУЗЬМІНА, І.О. РУДЕНКО, В.С. ШЕСТАКОВ ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТІВ УПРАВЛІННЯ У РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ ЗА ДОПОМОГОЮ ГРАФОАНАЛІТИЧНИХ МЕТОДІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ	18
В.М. КОМЯК, К.Т. КЯЗІМОВ АНАЛІТИЧНИЙ ОПИС УМОВ НЕПЕРИТИНАННЯ СКЛАДЕНИХ ОБ'ЄКТІВ В ЗАДАЧАХ РОЗМІЩЕННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ПОТОКІВ ЛЮДЕЙ	19
Н. К. ТИМОФІЄВА ВИКОРИСТАННЯ ВЛАСТИВОСТІ ПЕРІОДИЧНОСТІ ПРИ РОЗГОРТАННІ ЗНАКОВИХ КОМБІНАТОРНИХ ПРОСТОРІВ	20

А. В. УСОВ, М. В. КУНЦИН СТОХАСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТОПОГРАФІЇ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ ВИРОБІВ НА ФІНІШНИХ ОПЕРАЦІЯХ	21
О.М. СЕРІКОВА О.О. СТРЕЛЬНИКОВА ВРАХУВАННЯ ПРИРОДНИХ ТА ТЕХНОГЕННИХ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ЗМІНУ РІВНЯ ГРУНТОВИХ ВОД ПРИ МОДЕЛЮВАННІ У ДВОВИМІРНОМУ ТА ТРИВИМІРНОМУ ФОРМУЛЮВАННІ	22
Т.С. КАГАДІЙ, А.Г. ШПОРТА, Ю.О. БІЛОВА О.В. БІЛОВА І.В. ЩЕРБИНА ПРОСТОРОВА ЗАДАЧА КОНТАКТУ ШАРУВАТОЇ ОСНОВИ З ПІДКРІПЛЮЮЧИМ ЕЛЕМЕНТОМ	23
А. Ю. НИЦЬІН ГРУППЫ СИММЕТРИИ ОРНАМЕНТА НА ЭСКИЗЕ М. К. ЭШЕРА «ЯЩЕРИЦЫ» И ДВИЖЕНИЯ ПЛОСКОСТИ, ОПИСЫВАЮЩИЕ ОБРАЗОВАНИЕ ЕГО ФИГУРНОЙ ПЛИТКИ	24
Р.М. ТАЦІЙ, О.Ю. ЧМИР, О.О.КАРАБИН МОДЕЛЮВАННЯ ПОЗДОВЖНИХ КОЛИВАНЬ СТРИЖНЯ, ЩО СКЛАДАЄТЬСЯ З ДВОХ КУСКІВ І НАВАНТАЖЕННЯМ В ПРАВІЙ ЧАСТИНІ	25
І.В. МЕЛЬНИК, А.В. ПОЧИНОК ІНТЕРПОЛЯЦІЯ ГРАНИЧНИХ ТРАЄКТОРІЙ КОРОТКОФОКУСНИХ ЕЛЕКТРОННИХ ПУЧКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ РІЗНИХ МЕТОДІВ	26
А.В. УСОВ, Ю.Е. СИКИРАШ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СТРУКТУРНО НЕОДНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ	27
Г.А. ВІРЧЕНКО, П.М. ЯБЛОНСЬКИЙ ДЕЯКІ АСПЕКТИ КОМП'ЮТЕРНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ КРИВИХ БЕЗЬЄ	28
Т.А. КРЕСАН, С.Ф. ПИЛИПАКА, І.Ю. ГРИЩЕНКО, В.М. БАБКА, Я.С. КРЕМЕЦЬ ВИЗНАЧЕННЯ ТРАЄКТОРІЙ ТОЧОК ПЛОСКОЇ КРИВОЇ, ЩО КОТИТЬСЯ БЕЗ КОВЗАННЯ ПО ПРЯМІЙ ЛІНІЇ	29
В. Д. МАТУЗКО, С. І. ГОМЕНЮК УТИЛІТА ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО АНГЛІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОГО ПЕРЕКЛАДУ ІНТЕРФЕЙСУ ПРОГРАМ	30
А.Ю. АНДРЕЙЦЕВ, Ю.Э. ВЯЛА, А.В. ГЕЙЛИК, Т.С. КЛЕЦКАЯ, О.В. ЛЯШКО СПОСОБЫ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПРОБЛЕМ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ О ПОЭТАПНОЙ ЗАМЕНЕ ОБОРУДОВАНИЯ	31

Е.А. ГАВРИЛЕНКО, Ю.В. ХОЛОДНЯК, В.А. ЛЕБЕДЕВ, А.В. НАЙДЫШ РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ	32
О.М. МІХАЙЛУЦА, А.В. ПОЖУЄВ ЖИВОПИС І КОМПЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК НЕОБХІДНІ СКЛАДОВІ ПРОЕКТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	33
Г.В. КОВАЛЬОВА, О.О. КАЛІНІН, Т.О. КАЛІНІНА, О.А. НІКІТЕНКО НАБЛИЖЕНА ПОБУДОВА ГЕОДЕЗИЧНИХ ЛІНІЙ НА ПОВЕРХНЯХ ОБЕРТАННЯ	34
В.М. ВЕРЕЩАГА, М.О. РУБЦОВ, О.М. ПАВЛЕНКО ГЛОБАЛЬНА ІНТЕРПОЛЯЦІЯ ТОЧКОВИМ ПОЛІНОМОМ ГЕОМЕТРИЧНОЇ КОМПОЗИЦІЇ ІЗ ТРЬОХ ТОЧОК, СЕРЕД ЯКИХ Є ДВОКРАТНА	35
Р.С. МУСІЙ, Н.Б. МЕЛЬНИК, Б. Й. БАНДИРСЬКИЙ, Л. В. ГОШКО, В.К. ШИНДЕР ВИЗНАЧЕННЯ НЕСТАЦІОНАРНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ НЕОДНОРІДНОЇ ІЗОТРОПНОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ОБОЛОНКИ ЗА ОДНОРІДНОЇ ТЕПЛОВОЇ ДІЇ	36
Ю.О. ОЛІЙНИК ПРОГРАМНА АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ТЕКСТОВИХ ПОТОКІВ ДАНИХ	37
Ю.І. ПЕРШИНА, В.О. ПАСІЧНИК ПОБУДОВА РОЗРИВНОГО ІНТЕРЛІНАЦІЙНОГО СПЛАЙНУ З ВИКОРИСТАННЯМ ТРИКУТНИХ ЕЛЕМЕНТІВ	38
О.В. РЕГІДА ДО ПИТАННЯ РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИК ТА АЛГОРИТМІВ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ	39
А.Є. КЛОЧАН МОДЕЛЬ ПОЛЯРИМЕТРИЧНОЇ СИСТЕМИ ПОСАДКИ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН	40
С.Г. БЛАЖЕВСЬКИЙ, О.М. ЛЕНЮК, О.М. НІКІТІНА, М.І. ШИНКАРИК МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ДИНАМІКИ МЕТОДОМ ГІБРИДНОГО ІНТЕГРАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ТИПУ БЕССЕЛЯ-ЕЙЛЕРА- БЕССЕЛЯ НА ПОЛЯРНІЙ ОСІ	41
Е.Т. ГОРАЛИК, М.М. КРЮКОВ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА ПРИ СХОЖДЕНИИ С ОПОРЫ	42

В.В. ГРИЦИК ДОСЛІДЖЕННЯ УНІФІКАЦІЇ СТАНДАРТНИХ ПОРОГОВИХ МЕТОДІВ СЕГМЕНТАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ.	43
В.Я. ГАЛЬЧЕНКО, Р.В. ТРЕМБОВЕЦЬКА, В.В. ТИЧКОВ, А.В. СТОРЧАК АНАЛІЗ МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗКУ НЕЛІНІЙНИХ ОБЕРНЕНИХ ЗАДАЧ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ ДО ПРОЕКТУВАННЯ ВИХРОСТРУМОВИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ	44
О.В. ВОРОНЦОВ, О.В. ВОРОНЦОВА ІНТЕРПОЛЯЦІЯ СУПЕРПОЗИЦІЯМИ КООРДИНАТ ТРЬОХ ТОЧОК ПОКАЗНИКОВИХ ФУНКЦІЙ	45
М.Р. ПЕТРИК, І.Я. МУДРИК, Д.М. МИХАЛИК, О.Ю. ПЕТРИК, Т.П. БИЦЬ ОГЛЯД МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ АНОРМАЛЬНИХ НЕВРОЛОГІЧНИХ РУХІВ З УРАХУВАННЯМ КОГНІТИВНИХ ФЕЕДБАСК-ВПЛИВІВ НЕЙРОВУЗЛІВ КОРИ ГОЛОВНОГО МОЗКУ	46
Н.І. ГРИЦИНА, В.М. РАГУЛІН АНАЛІЗ ІННОВАЦІЙНИХ ВІМ-ТЕХНОЛОГІЙ В БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ	47
О.В. ЧЕРНІКОВ, О.В. АРХІПОВ, О.А. ЄРМАКОВА, В.В. ДЗЮБА ПАРАМЕТРИЧНИЙ ПІДХІД ДО ТРИВИМІРНОГО КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОРНАМЕНТІВ	48
С.В. АНДРІЄНКО, О.В. УСТИНЕНКО, О.В. БОНДАРЕНКО, І.Є. КЛОЧКОВ МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТА АЛГОРИТМ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗА МАСОЮ ТРАНСМІСІЇ ГУСЕНИЧНОГО ТРАНСПОРТЕРА-ТЯГАЧА МТ-ЛБ	49
И.М. ГВОЗДЕВА, В.Ф. МИРГОРОД ОЦЕНКА МОЩНОСТИ НЕКОТОРЫХ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ ТРЕНДА	50
І.М. ГВОЗДЕВА, В.В. ЛЕЩЕНКО, А.Г. КАЛУЄВ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЛЮДИНО-МАШИННОГО ІНТЕРФЕЙСУ СУДНОВОЇ ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ	51
В.Ф. МИРГОРОД, И.М. ГВОЗДЕВА, В.В. ЛЕЩЕНКО, А.П. ТУМОЛЬСКИЙ, А.Г. КАЛУЕВ АЭРОДИНАМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ТУРБОГЕНЕРАТОРНОГО ТИПА В УСЛОВИЯХ ПЕРЕМЕННОГО ВЕТРА	52
VYATKIN S.I., ROMANYUK A.N., ROMANYUK O.V., KOKUSHKIN V.M. OPTIMIZED VOLUME RENDERING USING OCTREE ON A GPU	53
А.П. МОТАЙЛО ПРО ЗАДАЧУ ЧИСЕЛЬНОГО ІНТЕГРУВАННЯ ПО ОБЛАСТІ ОКТАЕДРА	55

А.Г. ОВСКИЙ АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ РЕШЕНИЯ ОБЩЕЙ ТРЕХМЕРНОЙ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ ДЛЯ СИСТЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ	56
Р.Р. ТРОКНИМЧУК SOME QUESTIONS OF MODELLING THE LASER-INDUCED OPTICAL BREAKDOWN OF MATTER	57
В.М. КОРЧИНСЬКИЙ, Д.М.СВИНАРЕНКО ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОСТОРОВОГО ТА РАДІОМЕТРИЧНОГО РОЗРІЗНЕННЯ БАГАТОСПЕКТРАЛЬНИХ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ НА ОСНОВІ ЇХ АНАЛІТИЧНИХ СИГНАЛІВ	58
А.Ю. ГОРБОВИЙ, В.В. ЛАГОВСЬКИЙ, А.А. ОМЕЛЬЧУК ЗАСОБИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ТЕКСТИЛЬНІЙ ТА ЛЕГКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	59
Є.Р. КОВИЛІН, О.С. ВОЛКОВСЬКИЙ КОМП'ЮТЕРНА МОДЕЛЬ ГЕНЕРАЦІЇ ВІДПОВІДЕЙ У ПОШУКОВІЙ СИСТЕМІ НА ОСНОВІ НЕСТРУКТУРОВАНОЇ БАЗИ ЗНАНЬ	60
Д.В. ВОРОНЦОВА, А.О. ДАШКЕВИЧ, Т.В. ГРИЩЕНКО ПІДХІД ДО 3D УНАОЧНЕННЯ ВПРАВ ФЕЙСБІЛДІНГУ	61
К.С. ГАЙДУК, О.Г. ШЕВЧЕНКО, В.А. СВЯТНЬКИЙ ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ КОНЦЕПТОВ И ПОНЯТИЙ НА ОСНОВАНИИ МЕР АССОЦИАЦИИ	62
А. Ю. БРАЙЛОВ, В. И. ПАНЧЕНКО КОМБИНИРОВАННАЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫСОТЫ ОБЪЕКТА	63
Л. В. ХАЛАНЧУК, С. В. ЧОПОРОВ ВИКОРИСТАННЯ РІВНЯННЯ ПУАССОНА ДЛЯ ПОБУДОВИ НЕРІВНОМІРНИХ СТРУКТУРОВАНИХ СІТОК	66
Г. П. ЕВГРАШКИНА Н.Н. ХАРИТОНОВ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗ СОЛЕВЫХ РЕЖИМОВ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ В АРИДНЫХ РЕГИОНАХ	67
Д.А. РЕДЧИЦ, С.В. ТАРАСОВ, А.С. ТАРАСОВ, С.В. МОЙСЕЕНКО, И.Б. ЧАШИНА МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПОТОКОВ ХОЛОДНОЙ ПЛАЗМЫ В ВОЗДУХЕ	68

С.М. ЛІСОВЕЦЬ, І.Л. КІВА, О.І. ЗУБАЧ СИНТЕЗ ЦИФРОВИХ РЕГУЛЯТОРІВ ШЛЯХОМ ЗАДАНОГО РОЗМІЩЕННЯ КОРЕНІВ ХАРАКТЕРИСТИЧНОГО РІВНЯННЯ НА Z- ПЛОЩИНІ	69
Л.П. ГОЛУБЕВ, І.Л.КІВА АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМИ СУШКИ ЗЕРНА БЕЗ ВОРУШІННЯ	70
Е.В. СТЕГАНЦЕВ КЛАССИФИКАЦИЯ КРИВЫХ ВТОРОГО ПОРЯДКА ПО ИХ ПРООБРАЗАМ ПРИ СТЕРЕОГРАФИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ	71
А.В. СОХАЦЬКИЙ, М.С. АРСЕНЮК ЩО ДО ВИБОРУ МОДЕЛІ ТУРБУЛЕНТНОЇ ТЕЧІЙ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОДИНАМІКИ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ	72
С.А. РОЖКОВ, Н.Я. ХЛОПЕНКО, К.В. ТИМОФЕЕВ, Т.И. ТЕРНОВАЯ, А.Е. СОКОЛОВ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕОРИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ	73
Н.О. СОКОЛОВА, А.С. БЕЛОВ IoT-СИСТЕМА МОНИТОРИНГУ ПОКАЗНИКІВ МІКРОКЛІМАТУ	75
Д.Г. ЛИТВИНЧУК, О.В. ПОЛИВОДА, В.В. ПОЛИВОДА ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДИНАМІКИ ПАРАМЕТРІВ ЗЕРНОВОЇ МАСИ У ПРОЦЕСІ КОНВЕКТИВНОГО СУШІННЯ	76
С.В. ВОРОНЕНКО, О.В. СУББОТІН, Ю.О. ЛЕБЕДЕНКО, Г.В. РУДАКОВА АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СУДНОВОЮ КОМПЛЕКСНОЮ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЮ ТУРБОКОМПРЕСОРНОЮ УСТАНОВКОЮ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ЗОВНІШНІХ ФАКТОРІВ	77
О.В. ОСАДЧУК, Л.В. КРИЛИК, Я.О. ОСАДЧУК МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПАРАМЕТРИЧНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ВОЛОГОСТІ З ЧАСТОТНИМ ВИХОДОМ	78
А.В. ГАЛЬЧЕНКО, С.В. ЧОПОРОВ РОЗПОДІЛЕНІ ОБЧИСЛЕННЯ ТА ЗАПЕРЕЧУВАНЕ ШИФРУВАННЯ ДАНИХ	79
Н.Л. ДОРОШ АНАЛІЗ І ПОЛІПШЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ДВОФАЗНОГО СТРУМУ КИСНЮ	80
В.І. КУЗЬМИЧ, Л.В. КУЗЬМИЧ, О.Г. САВЧЕНКО ПРОСТОРИ ДІАГРАМ СТІЙКОСТІ	81

О. В. ЧОПОРОВА, А. О. ЛІСНЯК ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ У МАШИННОМУ НАВЧАННІ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ КВАДРАТНОЇ ПЛАСТИНКИ З ІЗОТРОПНОГО МАТЕРІАЛУ	83
О.М. GUMEN, I.B. SELINA SIMULATION OF THE WELDING PROCESS PHENOMENA	84
Н.В. ВАЛЬКО, Т.О. БОЛГАРИН, К.В. ВАЛЬКО МОДЕЛЮВАННЯ АВТОНОМНОГО РУХУ БЕЗПІЛОТНОГО ТРАНСПОРТУ	85
В.Ю. КАШТАН, В.В. ГНАТУШЕНКО АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЗЛИТТЯ СУПУТНИКОВИХ ДАНИХ ВИСОКОГО ПРОСТОРОВОГО РОЗРІЗНЕННЯ	86
Н.О. ЯРЕЦЬКА, А.О. РАМСЬКИЙ ВПЛИВ ПОЧАТКОВИХ НАПРУЖЕНЬ НА КОНТАКТНУ ВЗАЄМОДІЮ ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНИХ ЦІЛЬЦЕВОГО ШТАМПА ТА ПІВПРОСТОРУ	87
С.І. ОСАДЧИЙ, М.М. ДЯЧЕНКО ПІДГОТОВКА ПОЛЬОТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ МОДЕЛІ ДИНАМІКИ КВАДРОКОПТЕРУ У РЕЖИМІ ЗАВИСАННЯ	88
ХОМЧЕНКО А. Н., ЛИТВИНЕНКО О.І., ДУДЧЕНКО О.М., АСТІОНЕНКО І.О. МОДЕЛЮВАННЯ БАЗИСІВ МІШАНИХ СЕРЕНДИПОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ	89
А. Ю. БРАИЛОВ МЕТОДОЛОГИЯ ГРАФИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЗАДАЧ	90
Г.С. ПОЛЕТАЕВ, С.А. ЯЦЕНКО УРАВНЕНИЕ КРАЕВОГО УСЛОВИЯ РОДСТВЕННОЙ ТИПА РИМАНА- ГИЛЬБЕРТА-ПРИВАЛОВА ЗАДАЧИ С РАЦИОНАЛЬНЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ИЗ ПОДКОЛЬЦА	90
І.П. БОКОВ, Н.С. БОНДАРЕНКО, О.О. СТРЕЛЬНИКОВА ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕДІНКИ УЗАГАЛЬНЕНИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ТЕОРІЇ {m,n}-АПРОКСИМАЦІЇ	93
В.Г. ЗДОРЕНКО, С.В. БАРИЛКО, Н.М. ЗАЩЕПКИНА, Б.М. ПАЛІЙ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДБИТТЯ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ХВИЛЬ ВІД ДВОШАРОВОГО ТЕКСТИЛЬНОГО ПАКЕТУ	94
О.О. БРОВАРЕЦЬ, Ю.В. ЧОВНЮК ЗАСТОСОВАННЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ОБЕРНЕНОЇ ЗАДАЧІ ДИФУЗІЇ ДЛЯ БАГАТОШАРОВИХ ГРУНТІВ МЕТОДОМ РЕГУЛЯРИЗАЦІЇ З ЕФЕКТИВНИМ АЛГОРИТМОМ ПОШУКУ РЕГУЛЯРИЗУЮЧОГО ПАРАМЕТРА	95
Н.В. СТОЛЯРЕНКО МОДЕЛЮВАННЯ АБСТРАКТНИХ СТРУКТУР ДЛЯ ДОСЯГНЕННЯ СИНЕРГЕТИЧНОГО ЕФЕКТУ	96

ВЫБОРОЧНЫЙ АНАЛИЗ РАБОТЫ 5-ШАРОВОГО СПЕКТРОМЕТРА БОННЕРА

В работе рассматривается шаровой нейтронный спектрометр активационного типа [1-4]. Проанализированы данные, полученные при создании шарового нейтронного спектрометра Боннера активационного типа, состоящего из 5 полиэтиленовых шаров, содержащих цилиндрическую таблетку. В качестве активируемого материала использовался индий. Проведены измерения, в которых пучок электронов с энергией $E=12$ МэВ преобразовывался в 100-микронном танталовом (e,γ)-конверторе в γ -излучение, которое попадало на свинцовый (γ,n)-конвертор. Нейтроны из конвертора падали на шары спектрометра, в каждом из них отеплялась неодинаковая их часть, и поэтому активация индиевых таблеток была разной. После облучения на ускорителе из шаров извлекались индиевые таблетки и помещались в γ -спектрометр, где определялась степень активации каждой таблетки. Таким образом, результатом измерений были 5 чисел, характеризующих активацию таблеток из 5 шаров. Предполагая некоторую функцию $F(E,a_j)$, которая может описать спектр нейтронов и зависит от нескольких параметров a_j , и, располагая функцией отклика i -ого шара $\phi_i(E)$, активация может быть представлена как свёртка функций $F(E,a_j)$ и $\phi_i(E)$. Предложена модель математической обработки данных измерений наведенной в индии радиоактивности. Построена рекуррентная модель, основанная на минимизации функционала качества и нелинейных регрессионных уравнениях. С помощью стохастического рекуррентного алгоритма решена задача восстановления спектра нейтронов. Для использованной четырехпараметрической модели спектра типа распределения Максвелла получены оценки его параметров, а также оценки погрешностей оценок параметров. Таким образом, задача оценки характеристик нейтронного потока сведена к задаче оценки параметров энергетического спектра выбранного типа. Полученный в работе опыт может быть использован для оптимизации конструкции нейтронного спектрометра. Практика минимизации функций с помощью программ, базирующихся на принципе градиентного спуска, показывает их нередкое зависание или авосты, возникающие при произвольном выборе начальных значений варьируемых параметров. Как видно из полученных результатов, стохастический метод лишен этого недостатка. Это явилось преимуществом для практики применения этого метода.

1. Bramblett R. L., Ewing R. I., Bonner T. W. A New Type of Neutron Spectrometer. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*. 1960. № 9. P. 1–12.
2. Буки А. Ю., Каленик С. А., Семисалов И. Л. Опытный образец нейтронного спектрометра Боннера активационного типа. *Вестник Харьковского Национального Университета. Серия физическая: Ядра, частицы, поля*. 2012. Вып. 4(56), № 1025. С. 35–42.
3. Власов Н. А. Нейтроны. Москва : Наука, 1971. 551 с.
4. Рудик А. П. Оптимизация физических характеристик ядерных реакторов. Москва : Атомиздат, 1979. 280 с.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ МАССИВА ДАННЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ МАГНЕТРОННОЙ ПУШКИ И ЗАДАЧА РАДИАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ

Целью исследования является изучение процессов формирования плотных электронных пучков в ускорителе на базе вторично-эмиссионных источников. Это достигается из следующего: исследование формирования электронных пучков в осевом направлении при запуске вторично-эмиссионного размножения импульсами наносекундной длительности от внешнего генератора в зависимости от его амплитуды напряжения, исследования и оптимизация условий формирования стабильной генерации пучка при различных распределениях магнитного поля. Используется подход, содержащий проведение численных и моделирующих работ по движению электронных пучков в магнитных системах, что позволило изучить основные закономерности формирования плотных электронных пучков. Представлены результаты исследования по формированию радиального электронного пучка магнетронной пушкой с вторичноэмиссионным катодом. Целью работы являлось создание математической модели формирования радиального электронного пучка с энергией в десятки кэВ в спадающем или нарастающем магнитном поле соленоида, исследование зависимости характеристик тока пучка от амплитуды и распределения магнитного поля вдоль оси системы, изучение возможности облучения поверхности трубчатых изделий. В работе на основе гамильтонова формализма движения электронов в магнитном поле синтезировано программное средство, позволяющее провести численное моделирование динамики трубчатых электронных потоков в спадающем магнитном поле соленоида. На основе метода наименьших квадратов построен и реализован алгоритм преобразования ограниченного по объему массива значений (отчетов) магнитного поля вдоль оси транспортировки частиц в аналитическую дифференцируемую функцию лапласовского типа. Синтезированная функция и её аналитическая производная использованы при моделировании движения электронов в магнитном поле магнетронной пушки. Приводятся результаты численного моделирования по движению трубчатого электронного потока. Изучено формирование его распределения при транспортировке в спадающем магнитном поле соленоида. Приводятся также экспериментальные данные по облучению пучком электронов металлических мишеней в камере пушки. Полученные результаты моделирования согласуются с данными эксперимента.

Ключевые слова: магнетронная пушка, вторичноэмиссионный катод, электронный пучок, математическое моделирование, гистограмма, распределение магнитного поля.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТА ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ МУЛЬТИАГЕНТНОЇ ПОШУКОВОЇ СИСТЕМИ

Проблема досконалого пошуку і збору інформації, яка може виникати при вирішенні важливих завдань залишається відкритою впродовж десятиліть. В сучасних умовах розвитку інформаційних технологій та пошукових машин існує потреба у нових методах забезпечення ефективного інформаційного пошуку [1,2]. Це надзвичайно важливо враховуючи збільшення кількості джерел інформації, орієнтованих на розвиток різних сфер людської діяльності. Таким чином, з'являється попит на нові методи забезпечення ефективного пошуку інформації. Не зважаючи на те, що на сьогоднішній день існує значна кількість методів та алгоритмів інформаційного пошуку – неперервний розвиток цієї галузі вимагає постійного покращення існуючих методів та розробку якісно нових підходів до нього. Тому проблема вдосконалення інформаційного пошуку є актуальною. Публікація відноситься до досліджень у сфері інформаційних технологій та, зокрема, розробки пошукових систем.

Метою роботи є вдосконалення сучасних методів інформаційного пошуку, дослідження перспектив використання та принципів побудови мультиагентної пошукової системи для суттєвого поліпшення ефективності обробки пошукових запитів.

У роботі досліджено принципи функціонування систем інформаційного пошуку та, зокрема, мультиагентної пошукової системи. Відповідно, проаналізовано ряд наукових досліджень у сфері інформаційного пошуку. В результаті проведеного аналізу принципів функціонування інформаційно-пошукових систем та ряду наукових досліджень було встановлено що використання методики побудови розподіленої мультиагентної системи у рамках вдосконалення пошукових методів та, зокрема, при побудові систем інформаційного пошуку, дозволить забезпечити підвищення точності оцінювання документів.

Під час дослідження встановило перспективність використання мультиагентності у рамках вдосконалення пошукових методів та, зокрема, при побудові систем інформаційного пошуку. Були визначені переваги побудови розподіленої мультиагентної пошукової системи у порівнянні з централізованими системами пошуку. Також наголошено, що організація мультиагентного пошуку дозволяє об'єднати в собі різні підходи до вирішення завдання інтелектуалізації та персоналізації пошукової видачі.

Таким чином використання методики побудови розподіленої мультиагентної системи у рамках вдосконалення пошукових методів та, зокрема, при побудові систем інформаційного пошуку, дозволить забезпечити знаходження пошуковою системою в першу чергу документів, які містять необхідну інформацію. Окрім того, виділено основні принципи побудови для розробки мультиагентної структури в рамках організації інформаційного пошуку. Наголошено, що організація мультиагентного пошуку дозволяє об'єднати в собі різні підходи до вирішення завдання інтелектуалізації та персоналізації пошукової видачі знизити навантаження на індекс пошукового інструменту, а також спростити вирішення проблеми, пов'язаної із забезпеченням конфіденційності даних.

Висновки та пропозиції в рамках даного дослідження можуть бути використані в науково-дослідній та викладацькій діяльності. Зокрема, результати, отримані при проведенні даного дослідження можуть бути використанні при подальшому аналізуванні та вдосконаленні методів інформаційного пошуку.

1. Ашманов И.С., Иванов А.А. Продвижение сайта в поисковых системах. М.: Вильямс, 2016. 304 с.
2. Колисниченко Д.Н. Поисковые системы и продвижение сайтов. М.: Диалектика, 2014. 272 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ РІВНЯНЬ МІЖГАЛУЗЕВОГО БАЛАНСУ МЕТОДОМ ТЕОРІЇ ЗБУРЕНЬ

Одним з ефективних методів дослідження економічної динаміки як в теоретичному, так і в прикладному аспекті є динамічні моделі витрати-випуск (моделі міжгалузевого балансу). Математичні залежності між величиною капітальних вкладень і приростом продукції є основою побудови різних варіантів динамічних моделей міжгалузевого балансу. Відмінною рисою динамічних моделей міжгалузевого балансу є виділення виробничих капіталовкладень (інвестицій) зі складу кінцевої продукції і вивчення їх впливу на зростання обсягу виробництва.

Система рівнянь виробництва і розподілу продукції за період t в динамічному балансі має вигляд:

$$\begin{aligned}x_i(t) &= \sum_{j=1}^n x_{ij}(t) + \sum_{j=1}^n \Delta \varphi_{ij}(t) + C_i(t), \quad i = \overline{1, n}, \\x_{ij}(t) &= a_{ij}(t)x_j(t), \quad i, j = \overline{1, n},\end{aligned}\tag{1}$$

де $a_{ij}(t)$ – коефіцієнт прямих матеріальних витрат в період t ; $C_i(t)$ – частина кінцевого продукту, що йде на споживання. З співвідношень (1) випливає, що

$$x_i(t) = \sum a_{ij}(t)x_j(t) + \sum b_{ij}(t)\Delta x_j(t) + C_i(t).\tag{2}$$

Оскільки в неперервному випадку $\frac{d\varphi_{ij}(t)}{dt} = b_{ij}(t)\frac{dx_j(t)}{dt}$, тому

$$x_i(t) = \sum_{j=1}^n a_{ij}(t)x_j(t) + \sum_{j=1}^n b_{ij}(t)\frac{dx_j(t)}{dt} + C_i(t), \quad i = \overline{1, n}.\tag{3}$$

Вираз (3) є динамічною моделлю В. Леонтьєва [1].

В роботі розглядається можливість дослідження динамічних рівнянь міжгалузевого балансу при виникненні збурень в елементах матриць прямих матеріальних затрат та внутрішніх інвестицій [2, 3].

Висновки. При простому власному значенні матриці матеріальних витрат \mathbf{A} дослідження впливу збурень на матриці внутрішніх інвестицій \mathbf{B} і матеріальних витрат \mathbf{A} може бути зведено до знаходження косинуса кута між векторами \mathbf{x}_1 та $\mathbf{x}_1(\varepsilon)$.

При наявності n елементарних дільників матриці \mathbf{A} дослідження впливу збурення ε може бути зведено до знаходження косинусів кутів між власними векторами, які відповідають різним власним значенням. Малі значення косинусів кутів між векторами $\mathbf{x}_i(\varepsilon)$ та \mathbf{x}_i означають значний дрейф економічної системи під дією інфляції.

1. Кротов В. Ф., Лагоша Б. А., Лагоша С. М. Основы теории оптимального управления. М.: Мир, 1990. 430 с.
2. Марсанов В. В., Дымова А. О., Дымов В. С. Проекционные методы оценки состояний динамической системы при частично наблюдаемых выходных координатах. Проблемы інформаційних технологій. 2016. №1(019). С. 259–264.
3. Димова Г. О. Дослідження чутливості та стійкості моделей динамічних систем. Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. 2017. № 28–29. С. 55–59.

МОДЕЛЬ ТА МЕТОД ЗНАХОДЖЕННЯ ОПОРНОГО ТА ОПТИМАЛЬНИХ ПЛАНІВ МОДИФІКОВАНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ У ВИПАДКУ ГРУПУВАННЯ ПОСТАЧАЛЬНИКІВ ВАНТАЖУ

Перевезення є однією з найважливіших гілок економіки. Економічна ефективність перевезення вантажів описується транспортною задачею. Транспортна задача відноситься до оптимізаційних задач математичного програмування і присвячена мінімізації вартості перевезення від постачальників вантажу до споживачів. Але в практиці вантажних перевезень існують випадки, коли постачальники вантажу самі отримують вантаж від постачальників більш високого порядку (наприклад, заводів, що виробляють продукцію, яка перевозиться, або оптових складів, з яких перевозиться вантаж до дрібних складів, та інше), причому зазначені постачальники високого рівня обмежені власними запасами вантажу (наприклад, якщо це заводи, то вони обмежені виробничою потужністю). На відміну від відомої транспортної задачі з проміжними пунктами дана задача відрізняється відсутністю конкретних наперед заданих значень кількості вантажу, що має бути вивезений від постачальників. Тому важливою задачею є створення методів та алгоритмів знаходження оптимальних планів вантажних перевезень зазначеного різновиду транспортної задачі.

Метою дослідження є розробка методу та алгоритмів знаходження опорного та оптимального планів транспортної задачі математичного програмування у випадку, коли постачальники вантажу розподіляються на групи, що обслуговуються постачальниками більш високого порядку, а вони, в свою чергу, мають власні обмеження, які утворюють обмеження за вивезенням вантажу із зазначених груп.

Висновки. В даній роботі запропоновано модель спеціального типу транспортної задачі, до умов якої додається обмеження за вивезенням вантажу з груп постачальників, що закріплені за відповідними постачальниками більш високого порядку, які мають власні обмеження запасів вантажу. Це додаткове обмеження дійсно зустрічається в практиці вантажних перевезень, оскільки постачальники як правило в свою чергу отримують вантаж від заводів, місць видобування природних ресурсів, оптових складів та інше. Для зазначеної моделі розроблено модифіковані методи знаходження опорного та оптимального планів вантажних перевезень з метою мінімізації вартості перевезень в заданих обмеженнях.

1. Вітлінський В.В., Наконечний С.І., Терещенко Т.О. Математичне програмування. Київ: КНЕУ, 2001. 250 с.
2. Гаджинский А.М. Практикум по логистике. М.: Дашков и К, 2010. 312 с.
3. Канторович Л.В. Математико-экономические работы. Новосибирск: Наука, 2011. 760 с.
4. Левковець П.Р., Сергійчук І.М., Сергійчук А.І. Удосконалення керування рухом автотранспортних засобів. *Вісник Національного транспортного університету*. 2006. № 11. С. 236–239.
5. Славич В.П., Доброва К.Д. Модель задачі про потік вантажу із додатковими подвійними обмеженнями. *Модернізація економіки: сучасні реалії, прогнозні сценарії та перспективи розвитку*: Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції (01.Херсон, 25-26 квітня 2019 р.). Херсон, 2019. С. 378–380.

АНАЛІЗ ЧАСОВИХ ПОСЛІДОВНИХ ПОТОКІВ ДАНИХ МЕРЕЖЕВОГО ТРАФІКУ НА ОСНОВІ ВЕЙВЛЕТ-ПЕРЕТВОРЕННЯ

Системи виявлення мережових вторгнень і виявлення ознак комп'ютерних атак на інформаційні системи вже давно застосовуються як один з необхідних рубежів оборони інформаційних систем і використовуються для виявлення деяких типів шкідливої активності, яка може негативно вплинути на безпеку комп'ютерної системи. Небезпечним процесом в інтернет-мережі є мережева атака. Аналіз даних мережевої безпеки дуже важливий для виявлення мережових атак. У даний час існує багато методів виявлення мережових атак, але найефективніші вимагають або відомих параметрів атаки, або більшої обчислювальної потужності. Швидкий і точний пошук по змістовним запитам вкрай важливий, щоб такі численні потоки даних були захищені.

Аналіз існуючих методів розв'язання задачі виявлення вторгнень в комп'ютерні мережі показує, що техніка вейвлет-перетворення широко використовується в системах виявлення атак, завдяки властивому їй частотно-часовій властивості, яка дозволяє розкласти сигнал на кілька частотних компонентів.

Метою даного дослідження є створення методу виявлення мережових атак з урахуванням особливості методу вейвлет-перетворення. Якість створеного методу, його машинна ефективність залежить від вдало обраних вейвлет-функції та алгоритму використання вейвлет-перетворення.

На сьогоднішній день існує ціле розмаїття сімейств вейвлет-функцій, кожне з яких має свої переваги для вирішення завдань різних типів. В даному випадку було обрано вейвлет Хаара бо, його функція має: компактний носій і забезпечення реконструкції сигналу і функції, сувору локалізацію у фізичному просторі (у часі), та характеристику з повільно спадаючим спектром частот.

Всі пристрої запису, як аналогові, так і цифрові, мають властивості, які роблять їх сприйнятливими до шуму. Часто в лініях зв'язку сигнали піддаються впливу перешкоди «білого шуму», який створює деталізуючі коефіцієнти з високим вмістом шумових компонентів, що мають великі випадкові викиди значень сигналу. При вейвлет-аналізі подібні складові можуть бути видалені з використанням процедури перерахунку коефіцієнтів деталізації, значення яких є меншими в порівнянні зі значенням порога.

При розгляді дискретного вейвлет – пакетного перетворення за алгоритмом Малла на кожному кроці відбувається «розщеплення» сигналу на високочастотні і низькочастотні складові та «відсікання» високочастотної складової.

Критерій, за яким проводиться виявлення аномалій, являє собою відношення дисперсії і середнього коефіцієнтів пакетного вейвлет-перетворення. Адаптація вибору рівня розкладання полягає в наступному. Якщо на якомусь рівні пакетного вейвлет-перетворення є перевищення порогу, вноситься рішення про наявність аномалії.

Висновки. Під час виконання роботи було розроблено власну методіку виявлення аномалій і мережових атак на основі інтеграції вейвлет-пакетної моделі мережевого трафіку в інтерактивному середовищі розробки Matlab, а саме було визначено ряд параметрів, які враховуються при здійсненні вейвлет-перетворення. Тобто вейвлет-функції Хаара використовуються для підвищення характеристики правильного виявлення, а алгоритм Малла дає можливість аналізу частотно-часового подання сигналу по низькочастотних і високочастотних компонентів, що забезпечує можливість локалізації аномалій сигналу різних видів. Також можливе шумозниження сигналу з допомогою вейвлет-перетворення і в результаті зберігання корисних потоків даних мережі для ефективного вилучення аномальних подій.

ДІАГНОСТИКА СТРУКТУРОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА ДОВГИМИ НЕЛІНІЙНИМИ ХВИЛЯМИ: ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Асимптотична усереднена модель запропонована для опису хвильових процесів у структурованих гетерогенних середовищах. Отримана інтегральна диференціальна система рівнянь не може бути зведена до середніх величин (тиск, масова швидкість, питомий об'єм) і містить умови з характерними розмірами окремих компонентів.

На рівні мікроструктури середовища динамічна поведінка регулюється лише законами термодинаміки. На макрорівні рух середовища може бути описаний хвильово-динамічними законами для усереднених змінних з інтегродиференціальним рівнянням стану, що містить характеристики мікроструктури середовища. Наведено суворий математичний доказ, який показує, що довгі хвилі кінцевої амплітуди реагують на структуру середовища таким чином, що модель однорідного середовища недостатня для опису поведінки структурованого середовища. Важливим результатом цієї моделі є те, що для хвилі з кінцевою амплітудою структура середовища (зокрема, існування мікротріщин) справляє нелінійні ефекти, навіть якщо окремі компоненти середовища описані лінійним законом. Пошук хвильових полів у структурованому середовищі - це пряма проблема, з одного боку.

З іншого боку, проаналізована система не виражається в середньому гідродинамічному вираженні; отже, динамічна поведінка середовища не може бути змодельована однорідним середовищем навіть для довгих хвиль, якщо ці хвилі нелінійні. Неоднорідність структури середовища завжди вносить додаткову нелінійність, яка не виникає в однорідному середовищі. Цей ефект дозволив сформулювати теоретичні підстави нового методу діагностики, що визначає характеристики гетерогенного середовища із застосуванням кінцевих амплітудних довгих хвиль (обернена задача). Цей метод діагностики також може бути використаний для пошуку масового вмісту окремих компонентів.

ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТІВ УПРАВЛІННЯ У РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ ЗА ДОПОМОГОЮ ГРАФОАНАЛІТИЧНИХ МЕТОДІВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ

Розробці будь-якої системи автоматичного управління передують вивчення об'єкта управління й визначення його математичної моделі. Математична модель об'єкта включає математичний опис залежностей між основними змінними (вихідні регульовані змінні, збурення управління і впливу) й обмеженнями, що на них накладаються. Існують різні (статичні й динамічні) види математичних моделей, однак на практиці найбільше широко використовують математичні моделі у вигляді передавальних функцій. Для визначення передавальних функцій об'єктів застосовують аналітичні й експериментальні методи ідентифікації [1]. Однак відомі графоаналітичні способи ідентифікації об'єктів управління потребують ручного введення експериментальних даних, що робить неможливим проводити ідентифікацію у режимі реального часу.

Метою дослідження є аналіз можливості застосування сучасних апаратних і програмних засобів для автоматизації традиційних способів ідентифікації, з можливістю отримувати значення параметрів об'єктів управління у реальному часі.

Перехідна характеристика об'єкта управління відображає насамперед його динамічні властивості, тобто швидкість реакції на вхідний вплив. Іншими словами це швидкість зміни вихідного сигналу. Цю швидкість можна визначити як тангенс кута нахилу дотичної до перехідної характеристики. Відомі графоаналітичні способи визначення динамічних параметрів об'єкта управління дозволяють визначити значення сталої часу T шляхом графічної обробки перехідної характеристики. Натомість застосування програмних пакетів Mathcad, Matlab дозволяє безпосередньо вираховувати швидкість зміни вихідного сигналу об'єкта управління і пов'язане з ним значення сталої часу T , що значно скорочує час обробки даних. Пакет Matlab завдяки вбудованому OPC серверу дозволяє обробляти у реальному часі дані процесу, що надходять з датчиків або контролерів по цифровій мережі.

Імпульсна перехідна функція $g(t)$ є похідною у часі перехідної функції $h(t)$, тобто швидкістю зміни вихідного сигналу [1]. Сталу часу T визначають як $h(t) = 0,63$ від усталеного значення перехідної функції, що є більш точним аніж застосування методу дотичної. Цьому рівню відповідає значення $g(t) = 0,44$, тобто відносна швидкість зміни V_T/V_{\max} вихідної змінної складає 0,44 від максимального значення. Аналогічно можна визначити значення запізнення у системі. Рівень швидкості V_T/V_{\max} вихідного сигналу для визначення запізнення τ визначають технічними умовами. Зазвичай значення V_T/V_{\max} лежить у діапазоні 0,1 – 0,2. Таким чином знаючи швидкість вихідної сигналу об'єкта можна легко визначити динамічні параметри типових лінійних об'єктів систем автоматичного управління. Визначення швидкості вихідного сигналу реалізується простим алгоритмом на основі даних отриманих від цифрових засобів управління САУ.

Висновки. Проведені дослідження підтвердили доцільність використання швидкості зміни вихідного сигналу досліджуваного об'єкту для визначення сталих часу і запізнення. Запропонований спосіб дозволяє значно підвищити ефективність відомих графоаналітичних методів ідентифікації. У ході досліджень з'ясувалося, що шуми, присутні у сигналах датчиків можуть суттєво вплинути на точність визначення параметрів об'єкта управління. Для зменшення впливу цих шумів необхідно застосовувати фільтри нижніх частот.

1. Дубовой В. М. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів і систем керування. Вінниця: ВНТУ, 2012. 308 с.

АНАЛІТИЧНИЙ ОПИС УМОВ НЕПЕРЕТИНАННЯ СКЛАДЕНИХ ОБ'ЄКТІВ В ЗАДАЧАХ РОЗМІЩЕННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ПОТОКІВ ЛЮДЕЙ

Задачі оптимального розміщення об'єктів є предметом дослідження обчислювальної геометрії, а методи їх розв'язання – напрямком теорії дослідження операцій. До задач розміщення відносяться задачі упаковки та розкрою, які мають широкий спектр наукових і практичних застосувань у порошковій металургії, гірничодобувній промисловості для моделювання руху сипучих речовин, аналізі структур рідин та скла, задачах логістики для моделювання оптимальних упаковок вантажів, в задачах моделювання індивідуально-поточного руху людей при їх евакуації з будівель, тощо.

З точки зору методів моделювання, вищенаведені класи прикладних задач належать до класу задач геометричного проектування зі специфічною системою обмежень, яка пов'язана з їх геометричними властивостями. Цей клас задач відноситься до класу NP-складних, для розв'язання яких застосовуються, як правило, евристичні алгоритми. Для розробки ефективних алгоритмів, що засновані на методах локальної та глобальної оптимізації, виникає необхідність в побудові адекватних математичних моделей на базі аналітичного представлення умов неперетинання об'єктів з урахуванням їх неперервних трансляцій та обертань.

Одною із актуальних задач в теперішній час є задача моделювання руху потоку людей, яку, в кожний момент часу, можна розглядати, як розміщення людей за заданими обмеженнями. Результати аналізу показують відсутність моделі індивідуально-поточного руху людей, що адекватна реальному потоку. При русі людей в потоці спостерігаються наступні категорії руху: комфортний, спокійний, активний, підвищеної активності. Коли категорія руху переходить в категорію активного руху з можливими силовими діями, щільність потоку збільшується, що призводить до природних деформацій тіла людини

В роботі запропонована модель тіла людини з урахуванням її природних деформацій, як трикомпонентна модель, яка являє собою об'єднання трьох нежорстко пов'язаних еліпсів, основний із яких обертається неперервно в рамках кута маневреності відносно основного напрямку руху, а допоміжні можуть неперервно обертатися в допустимих межах відносно основного. Для аналітичного опису умов неперетинання трикомпонентних об'єктів запропонована модифікація квазі- ϕ -функцій складених об'єктів, яка є основою алгоритмів моделювання поточного активного руху людей та упаковки розглянутого класу об'єктів.

Висновки. Розширення просторих форм об'єктів в аналітичному описі умов взаємодії об'єктів дозволяє розширити коло практичних задач, що розв'язується. Зокрема, при моделюванні руху людей з'явилася можливість моделювати не тільки неперервні обертання людини в рамках маневреності руху, але й обертання його окремих частин в рамках допустимих деформацій тіла. Такий підхід може бути використаний, наприклад, в робототехніці для проектування роботів з не жорстко зв'язаними його частинами, що дозволить підвищити їх можливості при переміщенні в областях складної просторової форми.

ВИКОРИСТАННЯ ВЛАСТИВОСТІ ПЕРІОДИЧНОСТІ ПРИ РОЗГОРТАННІ ЗНАКОВИХ КОМБІНАТОРНИХ ПРОСТОРІВ

Вступ. Розглядаються знакові комбінаторні простори, які існують в двох станах: спокої (згорнутому) та динаміці (розгорнутому). В основі їхньої побудови лежать правила утворення та впорядкування комбінаторних конфігурацій. Вони формуються з елементів заданої базової множини трьома рекурентними комбінаторними операторами, а упорядковуються за правилами, в яких використано властивість періодичності. Знаковий згорнутий комбінаторний простір задається базовою множиною, його типом і правилами розгортання та утворення з елементів базової множини точок розгорнутого простору.

Основна частина. У природі існує скінченне число множин комбінаторних конфігурацій одного і того ж типу, кожна з яких може бути впорядкована різними способами. Як показав аналіз цих множин, вони можуть упорядковуватися одними і тими самими процедурами, тобто існують закономірності їхнього генерування. Однією з них є *властивість періодичності*, яка впливає з рекурентного способу утворення та впорядкування комбінаторних конфігурацій. На основі цієї властивості розроблено рекурентно-періодичний метод, орієнтований для генерування комбінаторних множин різних типів. За допомогою цього методу їхнє впорядкування проводиться за одними і тими самими правилами, а деякі з них генеруються різними модифікаціями одного і того самого алгоритму.

Аналіз генерування комбінаторних конфігурацій показує, що для цього достатньо задати базову множину, з елементів якої утворюються комбінаторні конфігурації, правила їхнього утворення та впорядкування, їхній тип. Цю інформацію задамо *інформаційним знаком*. З цього впливає, що знаковий комбінаторний простір існує в двох станах: спокої (згорнутому), який задається знаком $\mathfrak{R}=\langle A, T, P, \Xi \rangle$, та динаміці (розгорнутому), який розгортається із згорнутого, де A – одна або кілька базових множин, з елементів $a_{i_j} \in A_j \subset A$ яких утворюються розгорнуті комбінаторні простори, $j \in \{1, \dots, n\}$, $l \in \{1, \dots, q\}$, q – кількість базових множин; T – тип комбінаторного простору; P – правила його розгортання; Ξ – правила згортання знакового комбінаторного простору [1]. Точками цих просторів є комбінаторні конфігурації різних типів. В основі побудови цих просторів лежать правила утворення та впорядкування комбінаторних конфігурацій. Останні утворюються трьома рекурентними комбінаторними операторами. Це – транспозиція, вибирання, та арифметичний оператор. Комбінаторні множини упорядковуються з використанням трьох правил: утворення інтервалу нульового рангу, обмежувальної комбінаторної конфігурації та інтервалу σ -го рангу. Вони формуються на основі аналізу структури певної множини. Генерування комбінаторних множин, відповідно і розгортання знакових комбінаторних просторів проводиться з елементів заданої базової множини за допомогою наведених правил. Тобто, для впорядкування комбінаторних множин (розгортання знакових комбінаторних просторів) достатньо задати тип комбінаторної конфігурації, базову множину та правила їхнього утворення та впорядкування.

Висновки. Отже, властивість періодичності характерна багатьом структурам комбінаторних множин, які впорядковані за строгими правилами. Відповідно і знакові комбінаторні простори розгортаються з використанням рекурентних правил, що породжує ритмічні (пульсуючі) процеси в природі.

1. Тимофієва Н.К. Знакові комбінаторні простори та штучний інтелект. *Штучний інтелект*. 2015. 1-2(67-68). С.180 –189.

СТОХАСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТОПОГРАФІЇ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ ВИРОБІВ НА ФІНІШНИХ ОПЕРАЦІЯХ

У сучасних технологічних процесах механічної обробки, шліфування широко використовується як фінішна операція, що забезпечує високу точність і якість обробленої поверхні деталі. Особливістю процесу шліфування є видалення матеріалу великим числом зерен при високому тиску і температурі. На відміну від точіння і фрезерування, ріжучі кромки зерен шліфувального круга мають стохастичну геометрію і випадковим чином розподілені по поверхневому шару інструменту. Ця особливість створює труднощі аналізу процесу шліфування, і може бути перешкодою для прогнозування необхідної топографії оброблюваної поверхні. В роботі пропонується удосконалити модель динаміки шліфування, в рамках якої кожне абразивне зерно розглядається як окрема ріжуча кромка з випадковими характеристиками форми та розташування на поверхні шліфувального круга. Точність форми поверхні, одержуваної при шліфуванні, залежить від жорсткості кріплення інструменту й деталі, а також режимів обробки, через те, що у динамічній системі при різанні неминуче виникають вібрації, що вимагає додаткового дослідження. Для цього розроблено удосконалену стохастичну модель, що дозволяє досліджувати динаміку процесу шліфування та формування топографії оброблюваної поверхні виробів. У моделі процес обробки зображується як мікрорізання абразивними зернами, що випадковим чином розподілені по поверхні шліфувального круга. Геометричні параметри зерен також мають випадковий характер. У результаті моделювання отримані текстури поверхні після обробки, розподіл сил різання, динамічних відхилень інструменту. Побудовано їх спектральні характеристики, що дозволили оцінити вплив режимів обробки й параметрів технологічної системи на характер вібрацій. Показано, що в системі збуджуються вібрації як на частотах зовнішнього збудження (частота проходження зерен), так і на частотах власних коливань пружної динамічної системи, характерних для регенеративного джерела збудження. Встановлено, що при малій жорсткості технологічної системи порушуються автоколивання типу «chatter» з великою амплітудою за рахунок механізму регенеративного порушення від зерна до зерна на частотах кратних власним частотам коливань, що призводять до втрати якості обробки робочих поверхонь виробів й посилення зносу інструменту. Перевірка адекватності побудованої моделі проводилась порівнянням результатів моделювання з результатами експериментів. Для цього розглядалася обробка плоскої поверхні матеріалу деталі зі зносостійким покриттям шліфувальним кругом. Вигляд поверхні після проходження інструменту, одержаний за допомогою удосконаленої моделі, а також остаточний мікрорельєф поверхні після шліфування свідчать про ефективність побудованої моделі та її здатність для забезпечення необхідної топографії оброблюваних поверхонь виробів.

Список використаної літератури

1. Воронов С. А., Ма Вэйдун. Влияние геометрии абразивного зерна на силы резания при шлифовании. *Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия «Машиностроение»*. 2017. № 5. С. 52-63.
2. Грабченко А. И. Доброскок В. Л. Федорович В. А. 3D моделирование алмазно-абразивных инструментов и процессов шлифования. Учеб. пособие. Харьков : НТУ «ХПИ», 2006. 362 с.
3. Stephen H. C., William D. M. *Random Vibration in Mechanical Systems*. New York : Academic Press, 2014. 176 p.

ВРАХУВАННЯ ПРИРОДНИХ ТА ТЕХНОГЕННИХ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ЗМІНУ РІВНЯ ГРУНТОВИХ ВОД ПРИ МОДЕЛЮВАННІ У ДВОВИМІРНОМУ ТА ТРИВИМІРНОМУ ФОРМУЛЮВАННІ

Математичним моделюванням проблем, пов'язаних зі зміною режиму ґрунтових вод, займалися такі українські та російські вчені, як Яковлев Є. О. [1], Телима С.В. [2], Муфтахов А.Ж., Крємез В.С. [3], Золотарьов Н.В. [4], Венгерський П. С. та інші.

В попередніх роботах авторів [5-7] було встановлено та доведено, що на території великих міст вплив техногенних факторів поповнення ґрунтових вод в декілька разів перевищує природні. Тому є актуальним врахування природних та техногенних факторів впливу на ґрунтові води, створення математичних моделей та прогнозів, що їх враховують. Двовимірне та тривимірне моделювання процесів зміни рівнів ґрунтових вод (РГВ) дозволить більш чітко та об'єктивно враховувати параметри факторів впливу на зміну РГВ у довгостроковому прогнозуванні.

Для моделювання у двовимірному формулюванні розглянуто рівняння фільтраційного напору у випадку плоскої фільтрації, що може бути базовим для створення математичної моделі опису змін РГВ, якою можна врахувати фактори штучних покриттів та евапотранспірації.

Приймаємо, що зміна РГВ має усталений характер, про що свідчать дані багаторічних досліджень [7], в 3-х режимних водопунктах м. Харків. На відміну від досліджень [7,8] в цій роботі розглянуто задачу прогнозування зміни РГВ в тривимірному формулюванні.

Тривимірне моделювання зміни РГВ на відміну від двовимірного дозволяє враховувати залежність дії евапотранспірації від наявності штучних покриттів на поверхні ґрунту, що розташовані нерівномірно та мають різний коефіцієнт фільтрації, що зумовлює відповідні зміни РГВ урбанізованих територій.

1. Яковлев Є. О., Щербак О. В., Долін В. В. Моделювання гідрогеофільтраційного поля ґрунтових вод у зоні впливу металургійного виробництва. *Мінеральні ресурси України*. 2018. № 3. С. 19–25.
2. Телима С. В. Прогнозування процесів підтоплення міських територій та промислово-міських агломерацій в сучасних умовах. *Методи і методика досліджень. Містобудування та терит. планує.* Вип. 22. 2005. С. 367–378.
3. Крємез В. С., Буц Ю. В., Цимбал В. А. Моделювання процесу підтоплення територій в зоні впливу водосховищ. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2012. № 1–2. С. 128–130.
4. Золотарев Н. В. Моделирование подтопления и дренирования мелиорируемых ландшафтов методом электронных таблиц с целью прогнозирования их состояния: автореф. дис. Омск, 2013. 22 с.
5. Серикова Е.Н., Яковлев В.В. Дополнительная инфильтрация в подземные воды на территории крупных городов (на примере г. Харькова). *Научно-технический сборник «Коммунальное хозяйство городов»*. Харьков, ХГАГХ. 2011. С. 344–348.
6. Серикова Е. Н., Яковлев В. В. Роль управленческих методов в предотвращении подтопления городов. *Науковий вісник будівництва*. Харків, ХНУБА ХОТВ АБУ. 2012. №68. С. 382-387.
7. Серікова О. М., Стрельнікова О. О. Математичне моделювання фактору евапотранспірації при зміні рівня ґрунтових вод міських територій. Прикладні питання математичного моделювання. 2019. Т. 2, № 2, С. 65-77. <https://doi.org/10.32782/2618-0340/2019.2-2.6>

ПРОСТОРОВА ЗАДАЧА КОНТАКТУ ШАРУВАТОЇ ОСНОВИ З ПІДКРІПЛЮЮЧИМ ЕЛЕМЕНТОМ

Методам розв'язання плоскої та осесиметричної контактних задач про передачу навантаження від штампів, накладок та інших підкріплюючих елементів до основ з різними властивостями присвячені статті багатьох вчених [1]. Метою досліджень останніх років є врахування складних властивостей матеріалів, що наближає математичну модель до реальних задач.

Керування напружено-деформованим станом в'язкопружних тіл із циліндричною анізотропією, які складаються з багатьох шарів та армовані чи підкріплені накладками є дуже важливим на практиці, зокрема, у будівництві. Розв'язання задач механіки анкерних стрижнів та фундаментів на палях на сьогодні залишається дуже актуальним. Результати також можуть бути корисними при аналізі напружено-деформованого стану волокнистого композиту. Авторами розглядається складна просторова осесиметрична контактна задача про передачу навантаження від стержня кругового поперечного перерізу до в'язкопружного тіла, що складається з двох скріплених між собою ортотропних шарів з циліндричною анізотропією. Задача розпадається на дві незалежні: задачу про деформацію, в якій відсутня одна компонента зміщень та задачу крутіння. Для розв'язання використовується розроблений авторами асимптотичний метод [2]. У якості малого параметра обирається відношення жорсткісних характеристик матеріалу. Оскільки матеріал тіла в'язкопружний, цей фізичний параметр включає в себе відношення функцій, що виникають після застосування перетворення Лапласу в основних рівняннях і залежать від параметру цього перетворення. Такі відношення для в'язкопружних анізотропних матеріалів, що зазвичай розглядаються на практиці, не перевищують одиницю і тому параметр асимптотичного інтегрування лишається малим. Такий вибір малого параметру є зручним, оскільки вигляд рівнянь та крайових умов, записаних відносно трансформант Лапласу, повністю співпадає з відповідними виразами для пружної постановки задачі. Після розв'язання задачі в такому вигляді, лишається питання переходу до оригіналів шуканих функцій. Такий перехід можна спростити, якщо знаходити оригінали для малих та великих значень обраних параметрів (наприклад, часу), а потім з'єднати їх за допомогою двоточкової апроксимації, що дозволяє отримати загальний розв'язок. Визначається закон розподілу контактних напружень між стрингером та тілом, а також зусилля в стрингері при умові його навантаження в кінцевих точках поздовжніми силами.

Практичне значення отриманих результатів полягає в можливості застосування розв'язків просторової контактної задачі в якості нульових наближень при чисельних розрахунках, пов'язаних з проектуванням складних багатошарових конструкцій із сучасних композиційних матеріалів.

Список літератури

1. Гузь А. Н., Бабич С.Ю., Рудницький В. Б. Контактное взаимодействие упругих тел с начальными (остаточными) напряжениями. Развитие идей Л. А. Галина в механике: монографія, Москва; Ижевск: Изд-во Ин-та компьютерных исследований, 2013. 480 с.
2. Кагадій Т.С., Білова О.В., Щербина І.В. Застосування методу малого параметру при моделюванні задач теорії в'язкопружності. Вісник Херсонського національного університету. 2(69) .Ч.3. Херсон, 2019. С. 69-76.

ГРУППЫ СИММЕТРИИ ОРНАМЕНТА НА ЭСКИЗЕ М. К. ЭШЕРА «ЯЩЕРИЦЫ» И ДВИЖЕНИЯ ПЛОСКОСТИ, ОПИСЫВАЮЩИЕ ОБРАЗОВАНИЕ ЕГО ФИГУРНОЙ ПЛИТКИ

Способы построения фигурных плиток, стилизующих изображения животных и растений и целиком заполняющих плоскость, не являются в настоящее время предметом научных исследований. Это объясняется тем, что авторы многих научных трудов рассматривают гравюры М. К. Эшера как мозаику, составленную из многоугольников с нанесённым на них повторяющимся рисунком. Поэтому они ищут в них фрагменты, которые вписываются в ромбы, квадраты, правильные треугольники или правильные шестиугольники, и с их помощью составляют мозаику. Мы же пошли другим путём – путём открытия законов симметрии, позволяющих построить плоскую фигуру, стилизующую образы растений и животных и заполняющую плоскость без наложений и пропусков.

Таким образом, цель статьи состоит в том, чтобы установить правило построения фигуры, стилизующей изображения животных и растений и заполняющей плоскость без наложений и пропусков при параллельных переносах и вращениях её повторений.

Предложено правило построения фигурных плиток, стилизующих изображения растений и животных и заполняющих плоскость без наложений и пропусков при параллельных переносах и вращениях её повторений, в частности фигурных плиток, обобщающих изображения зооморфных форм на эскизах М. К. Эшера «Ящерицы» и «Бабочки». Предложенное правило было применено для составления орнаментов, стилизующих эскизы М. К. Эшера «Ящерицы» и «Бабочки». Показано, что данные орнаменты имеют множество осей симметрии 3-го порядка, множество осей симметрии 6-го порядка и шесть векторов трансляции. Выявлена связь между движениями плоскости, приводящими к образованию фигурной плитки, и группой симметрии орнамента, полученного на её основе. Установлено, что симметрия орнамента и его повторяющаяся фигура описываются группами вращения 6-го порядка и группами параллельных переносов осей вращения. Следовательно, если какой-либо фигуре соответствует какая-либо группа преобразований плоскости, то такой же группе преобразований плоскости будет соответствовать орнамент, полученный параллельными переносами и вращениями её повторений. Разработан орнамент «Композиция № 1», не описанный в литературе по истории и теории орнамента. Предполагается, что предметом дальнейших исследований будет приложение одной из кристаллографических групп симметрии Е. С. Фёдорова к построению фигурной плитки, стилизующей зооморфную форму на одной из гравюр М. К. Эшера.

МОДЕЛЮВАННЯ ПОЗДОВЖНИХ КОЛИВАНЬ СТРИЖНЯ, ЩО СКЛАДАЄТЬСЯ З ДВОХ КУСКІВ І НАВАНТАЖЕННЯМ В ПРАВІЙ ЧАСТИНІ

Нехай $[x_0; x_2]$ – відрізок дійсної осі; x_1 – довільна внутрішня точка, що розбиває відрізок на дві частини. Нехай F_0, F_1, E, ρ – сталі, $g_0(x), g_1(x)$ – додатньо визначені функції на проміжках $[x_0; x_1), [x_1; x_2)$ відповідно. Покладемо $F(x) = F_0 \cdot \theta_0 + F_1 \cdot \theta_1$, $g(x) = g_0(x) \cdot \theta_0 + g_1(x) \cdot \theta_1$, де θ_i – характеристична функція проміжку $[x_i; x_{i+1})$, $i = \overline{0,1}$. Визначимо квазіпохідну функції $u(x, t)$ як добуток функції $F(x)$ та похідної по змінній x функції $u(x, t)$, тобто $u^{[1]} = F \cdot u'_x$.

Розглянемо рівняння поздовжніх коливань стрижня

$$\frac{\rho}{E} \cdot F(x) \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial}{\partial x} \left(F(x) \cdot \frac{\partial u}{\partial x} \right) + g(x), \quad x \in (x_0; x_2), \quad t \in (0; +\infty) \quad (1)$$

із загальними крайовими умовами

$$\begin{cases} p_{11}u(x_0, t) + p_{12}u^{[1]}(x_0, t) = \psi_0(t), \\ q_{21}u(x_2, t) + q_{22}u^{[1]}(x_2, t) = \psi_1(t), \end{cases} \quad t \in [0; +\infty) \quad (2)$$

та початковими умовами

$$\begin{cases} u(x, 0) = \varphi_0(x), \\ \frac{\partial u}{\partial t}(x, 0) = \varphi_1(x), \end{cases} \quad x \in [x_0; x_2], \quad (3)$$

де $\psi_0(t), \psi_1(t) \in C^2(0; +\infty)$, $\varphi_0(x), \varphi_1(x)$ – кусково-неперервні на $(x_0; x_2)$.

Запропонована в даній роботі схема побудови розв'язку належить до прямих методів розв'язування крайових задач. Розглянуто п'ять різних випадків крайових умов. Знайдено розв'язки таких задач з використанням концепції квазіпохідних, сучасної теорії систем лінійних диференціальних рівнянь, класичного методу Фур'є та методу редукції. Концепція квазіпохідних дозволяє обходити проблему множення узагальнених функцій, які виникають в правій частині рівняння залежно від виду навантаження.

За допомогою методу редукції розв'язування задачі зводиться до знаходження розв'язків двох задач. Одна задача є стаціонарною неоднорідною крайовою задачею з вихідними крайовими умовами. Друга задача є мішаною задачею з нульовими крайовими умовами для певного неоднорідного рівняння. Проміжок інтегрування розбивається на відрізки. Задачі розглядаються на кожному відрізку розбиття, а потім за допомогою матричного числення записується аналітичний вираз розв'язку. Такий підхід дозволяє застосовувати програмні засоби до проц есу вирішення задачі, зокрема для знаходження власних значень та власних функцій.

Список використаної літератури

1. Тацій Р. М., Власій О. О., Стасюк М. Ф. Загальна перша крайова задача для рівняння теплопровідності з кусково-змінними коефіцієнтами. *Вісник НУ «Львівська політехніка»: Серія «Фіз.-мат. науки»*. 2014. № 804. С. 64–69.
2. Тацій Р. М., Карабин О. О., Чмир О. Ю. Загальна схема дослідження поздовжніх коливань стрижнів кусково-сталого перерізу. *Інформаційні технології та комп'ютерне моделювання*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Івано-Франківськ, 14-19 травня 2018 р.). Івано-Франківськ, 2018. С. 386–391.
3. Тацій Р. М., Чмир О. Ю., Карабин О. О. Загальні крайові задачі для гіперболічного рівняння із кусково-неперервними коефіцієнтами та правими частинами. *Дослідження в математиці і механіці*. 2017. Т. 22, вип. 2(30). С. 55–70.

І.В. МЕЛЬНИК
кафедра електронних пристроїв та систем, факультет електроніки,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені
Ігоря Сікорського», Київ

А.В. ПОЧИНОК
Університет державної фіскальної служби України,
Навчально-науковий інститут інформаційних технологій,
м. Ірпінь, Київська область

ІНТЕРПОЛЯЦІЯ ГРАНИЧНИХ ТРАЕКТОРІЙ КОРОТКОФОКУСНИХ ЕЛЕКТРОННИХ ПУЧКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ РІЗНИХ МЕТОДІВ

Розглянуто два методи інтерполяції граничної траєкторії короткофокусних електронних пучків за умови їхнього транспортування в низькому вакуумі в іонізованому газі, з урахуванням компенсації просторового заряду електронів пучка іонами залишкового газу. Такі фізичні умови формування та транспортування електронного пучка відповідають умовам роботи технологічних джерел електронів високовольтного тліючого розряду. Показано, що головною особливістю математичних функцій, які описують граничні траєкторії таких електронних пучків, є те, що вони мають глобальний мінімум в області фокусу пучка, а за межами цієї області характер функції є близьким до лінійного. Головні основи теорії інтерполяції таких функцій були розглянуті у роботі [2]. Також був запропонований метод кускової інтерполяції таких функцій з використанням лінійних та параболічних залежностей, відповідне аналітичне співвідношення записувалось у вигляді арифметико-логічного виразу [2]. У роботі [2] такий метод названий комбінованою інтерполяцією.

У даній роботі запропонований інший метод інтерполяції граничних траєкторій короткофокусних електронних пучків, оснований на використанні класу алгебраїчних функцій:

$$r(h) = \sqrt[n]{C_n h^n + C_{n-1} h^{n-1} + \dots + C_2 h^2 + C_1 h + C_0}, \quad (1)$$

де n – порядок функції інтерполяції, C_0, \dots, C_n – поліноміальні коефіцієнти, які визначаються як результат розв'язування системи лінійних рівнянь:

$$C_n h_i^n + C_{n-1} h_i^{n-1} + \dots + C_2 h_i^2 + C_1 h_i + C_0 = r_i^n, \quad i \in [0, \dots, n]. \quad (2)$$

За умови $n = 2$ для визначення положення фокусу електронного пучка $h_{\phi 2}$ та його фокального радіусу $r_{\phi 2}$ отримані наступні математичні вирази:

$$h_{\phi 2} = -\frac{C_1}{2C_2}, \quad r_{\phi 2} = \sqrt{C_0 - \frac{C_1^2}{4C_2}}. \quad (3)$$

Проведений аналіз точності інтерполяції граничної траєкторії короткофокусного електронного пучка відносно даних чисельного моделювання, отриманих в результаті розв'язування системи алгебро-диференціальних рівнянь, наведеної у роботі [3]. Показано, що у разі використання методу комбінованої інтерполяції похибка оцінки фокальних параметрів короткофокусного електронного пучка перевищує 10% , а у разі використання співвідношень (1 – 3) ця похибка не перевищує 8%, а у більшості випадків складає частку відсотку.

Отримані результати моделювання та інтерполяції є вкрай цікавими для фахівців, які займаються розробкою сучасного електронно-променевого технологічного обладнання та його впровадженням у промисловість.

Список використаної літератури

1. Denbnovetskiy S., Melnyk V., Melnyk I., Tugai B., Tuhai S., Wojcik W., Lawicki T., Assambay A., Luganskaya S. Principles of operation of high voltage glow discharge electron guns and particularities of its technological application. *Proceedings of SPIE. The International Society of Optical Engineering*. 2017. P. 10445 – 10455. DOI: 10.1117/12.2280736.
2. Мельник І.В., Починок А.В. Интерполяция граничной траектории электронного пучка в прифокальной области линейными и квадратичными функциями с использованием арифметико-логических выражений. *Вісник херсонського національного технічного університету*. Вип. 2 (69). Частина 2. Херсон. 2019. С. 23 – 30.
3. Денбновецкий С.В., Мельник В.И., Мельник И.В., Тугай Б.А. Моделирование транспортировки короткофокусных электронных пучков из низкого в высокий вакуум с учетом разброса тепловых скоростей электронов. *Прикладная физика*. №3. 2010. С. 84 –90.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СТРУКТУРНО НЕОДНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Рассматриваются термомеханические процессы, сопровождающие обработку изделий из структурно неоднородных материалов. Наличие в поверхностном слое обрабатываемых изделий концентраторов напряжений в виде различного рода неоднородностей наследственного происхождения, привнесенных в процессе получения заготовки и последующих видов механической обработки являются основными показателями несущей способности рабочих поверхностей. Отсутствие исследований влияния неоднородностей, сформированных в поверхностном слое изделий в процессе механической обработки, на их функциональные свойства и, в частности, на несущую способность или износостойкость, определяет актуальность построения математической модели дефектообразования при физико-технической обработке элементов конструкций с использованием критериев механики разрушения. Разработана численно-аналитическая модель для определения термомеханического состояния структурно неоднородных материалов, которые содержат неоднородности типа межфазных трещин, включений при механической обработке. На основании этой модели определены функциональные связи критерия трещиностойкости с управляющими технологическими параметрами для обеспечения качественных характеристик обрабатываемых поверхностей изделий. Предложенная модель позволяет учитывать влияние неоднородностей технологического происхождения (начиная с заготовки и заканчивая готовым изделием), которые возникают в поверхностном слое во время изготовления элементов конструкций, на его разрушение [1]

Решение сингулярного интегрального уравнения с ядром Коши позволяет определить интенсивность напряжений в окрестности вершин структурных дефектов, которые формируются в поверхностном слое изделий при их механической обработке, и, сравнивая ее с критерием трещиностойкости для материала конструктивного элемента, можно определить состояние поверхностного слоя. В случае нарушения этого критерия дефект развивается в магистральную трещину. Моделирование термомеханических процессов при механической обработке элементов конструкций позволяет получить критериальное соотношение условия уравновешенного состояния дефектов, которые возникают в поверхностном слое изделий в зависимости от технологических параметров [2].

Интенсивность образования трещин в поверхностном слое изделий на финишных операциях во многом определяется трещиностойкостью их материалов, которая формируется в процессе получения заготовки и последующих операций на ней. Моделирование термомеханических процессов позволяет получить критериальное соотношение условия уравновешенного состояния дефекта в зависимости от градиентов контактной температуры. Численно-аналитическая модель по определению термомеханического состояния структурно неоднородных материалов, которые содержат неоднородности типа межфазных трещин, включений при механической обработке дает возможность получить функциональные связи критерия трещиностойкости с управляющими технологическими параметрами для снижения трещинообразования на обрабатываемых поверхностях изделий.

Используемая литература

1. Якимов А.В., Слободяник П.Т., Усов А.В. Теплофизика механической обработки. К.: Наукова думка, 1991. 270 с.
2. Оборский Г.А., Дашенко А.Ф., Усов А.В., Дмитришин Д.В. Моделирование систем: монография. Одесса: Астропринт, 2013. 664с.

ДЕЯКІ АСПЕКТИ КОМП'ЮТЕРНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ КРИВИХ БЕЗЬЄ

На сьогоднішній день комп'ютерні інформаційні технології відіграють важливу роль у багатьох сферах життя нашого суспільства. Це стосується таких галузей діяльності як промисловість, сільське господарство, наука, освіта, медицина, культура та інших. Нині окреслені напрямки неможливо уявити без інтенсивного застосування комп'ютерної графіки, базовим компонентом якої є геометричне моделювання. Тому його подальший розвиток становить актуальну науково-прикладну проблему.

Широка популярність графічних комп'ютерних пристроїв і відповідного програмного забезпечення обумовлена простотою, зручністю та наочністю їх використання. Основу сучасних засобів векторного геометричного моделювання становлять належні параметричні лінії, зокрема, криві Безьє різних степенів, серед яких найбільш розповсюджені кубічні лінії. Це обумовлено їх достатньою гнучкістю, прогнозованим характером формоутворення та ефективністю комп'ютерної реалізації. Однак у певних випадках виникає необхідність застосування кривих Безьє й інших степенів, як нижчих, так і вищих. Зазначений факт потребує опрацювання та покращення відповідного математичного апарату.

Дослідження присвячено вдосконаленню комп'ютерного обчислення площ криволінійних трапецій, обмежених лініями Безьє, поліпшенню належних математичних і комп'ютерних програмних засобів. Такі задачі постійно виникають, зокрема, під час варіантних ітераційних оптимізаційних інженерних розрахунків різноманітних технічних конструкцій на міцність у зв'язку з параметричними обчисленнями площ поперечних перерізів силових елементів тощо. У даній праці докладно розглянуто запропонований математичний апарат, акцентовано його переваги порівняно з існуючими методами, наведено відповідні приклади.

На рис 1 показано симетричний аеродинамічний профіль, визначений у декартовій системі Oxy кривими Безьє другого степеня $\mathbf{r}_g(\underline{u})$ і $\mathbf{r}_n(\underline{u})$ координатами (мм)

$$\mathbf{r}_{0g}=(x_{0g}, y_{0g})=\mathbf{r}_{0n}=(x_{0n}, y_{0n})=(0, 0), \quad \mathbf{r}_{1g}=(x_{1g}, y_{1g})=(0, 120),$$

$$\mathbf{r}_{1n}=(x_{1n}, y_{1n})=(0, -120), \quad \mathbf{r}_{2g}=(x_{2g}, y_{2g})=\mathbf{r}_{2n}=(x_{2n}, y_{2n})=(1000, 0).$$

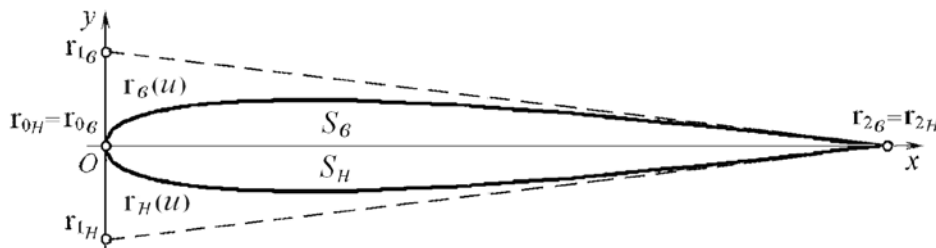


Рис. 1. Аеродинамічний профіль крила літака

Необхідна площа S поперечного перерізу крила, обмеженого зазначеними лініями, дорівнює сумі рівних площ S_g верхньої та S_n нижньої криволінійних трапецій. На підставі запропонованого математичного апарату розраховано S_g і далі знайдено

$$S = S_g + S_n = 2S_g = 2 \cdot 40000 \text{ мм}^2 = 80000 \text{ мм}^2.$$

Висновки. У роботі проаналізовано деякі питання вдосконалення обчислення площ криволінійних трапецій, обмежених кривими Безьє різних степенів. Напрацьовані матеріали можуть бути застосовані у графічних середовищах сучасних комп'ютерних інформаційних технологій.

ВИЗНАЧЕННЯ ТРАЕКТОРІЙ ТОЧОК ПЛОСКОЇ КРИВОЇ, ЩО КОТИТЬСЯ БЕЗ КОВЗАННЯ ПО ПРЯМІЙ ЛІНІЇ

Розглянемо плоский контур, окреслений кривою лінією, який буде перекочуватися без ковзання по осі Ox . Положення плоскої фігури будемо розглядати по відношенню до двох плоских систем координат: нерухомої Oxy і рухомої $O_p x_p y_p$, жорстко прив'язаної до плоскої фігури. Нехай в початковий момент дві системи збігаються і плоска фігура дотикається до осі Ox в початку координат (рис. 1,а). Крива задана параметричними рівняннями $x=x(t)$ і $y=y(t)$, де t – незалежна змінна. При початковому значенні t (наприклад, при $t=t_0=0$) за рівняннями кривої отримуємо точку на ній, розташовану у початку координат. Надамо параметру t нового значення (наприклад, $t=t_A$). Цьому значенню параметра t на кривій відповідатиме точка A з координатами x_A, y_A (рис. 1,а). Через точку A проведемо дотичну до кривої, яка складатиме із віссю Ox кут φ . Його значення при $t=t_A$ знайдемо за відомою формулою: $\varphi = \text{Arctg}(y'/x')$. Повернемо криву разом із рухомою системою координат за годинниковою стрілкою навколо початку координат на кут φ , що відповідає його від'ємному значенню, за відомими формулами:

$$x_n = x \cos \varphi + y \sin \varphi; \quad y_n = -x \sin \varphi + y \cos \varphi. \quad (1)$$

Після підстановки виразу кута φ у (1) і спрощень тригонометричних функцій отримуємо параметричні рівняння повернутої кривої:

$$x_n = \frac{yy' + xx'}{\sqrt{x'^2 + y'^2}}; \quad y_n = \frac{yx' - xy'}{\sqrt{x'^2 + y'^2}}. \quad (2)$$

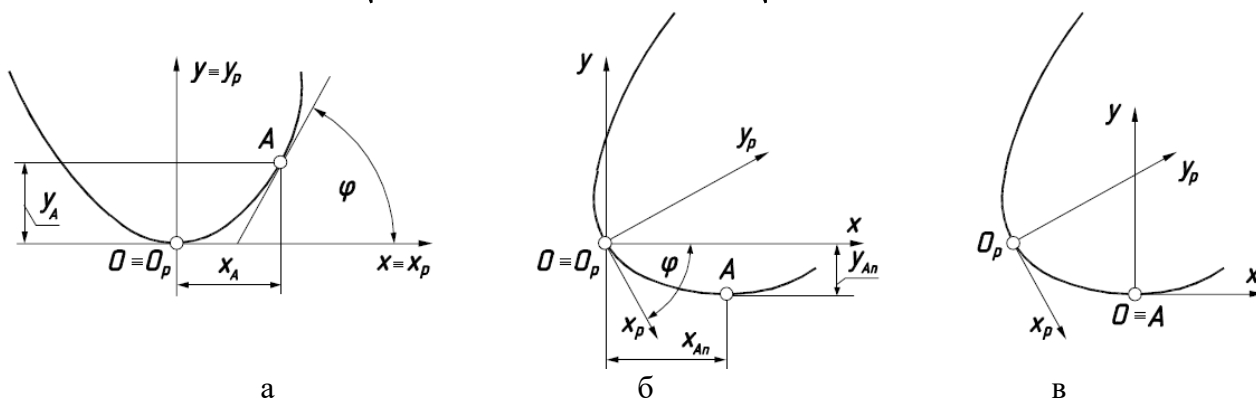


Рис. 1. Послідовні етапи побудови кривої при її коченні без ковзання по горизонтальній прямій:

- початкове положення кривої з точкою A на ній і дотичною в цій точці;
- здійснено поворот кривої навколо початку координат так, щоб дотична в точці A стала паралельною до осі Ox ;
- здійснено паралельний перенос кривої так, щоб точка A збігалася із початком координат

В подальшому здійснюється паралельний перенос на відстані x_{An} і y_{An} для того, щоб точка A попала в початок координат нерухомої системи. Після знаходження цих відстаней і переносу відбувається зміщення повернутої кривої в напрямі осі Ox на величину s_A довжини дуги між точками O_p і A (рис. 1,в).

Висновки. Відомий приклад кочення кола по прямій лінії, точки якого описують циклоїди, можна узагальнити на довільну криву. Перепоною в отриманні аналітичного опису траєкторій точок кривої при її коченні по прямій може бути неможливість інтегрування виразу для знаходження довжини дуги кривої.

УТИЛІТА ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО АНГЛІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОГО ПЕРЕКЛАДУ ІНТЕРФЕЙСУ ПРОГРАМ

З кожним роком у світі збільшується кількість користувачів комп'ютерами та іншими пристроями. Новітні технології швидко поширюються і зараз доступні всім бажаючим. Люди мають можливість користуватися багатофункціональними персональними пристроями та підлаштовувати їх під свої унікальні потреби за допомогою програмних додатків. Також на сьогоднішній день можливість розробити та розповсюдити в мережі Інтернет свій програмний додаток має кожний бажаючий. Тому постає питання якісного перекладу інтерфейсу користувача.

В даній роботі пропонується програмний засіб для полегшення та автоматизації створення перекладу інтерфейсу користувача. У сфері автоматизованого машинного перекладу уже більш двох десятиліть проводяться дослідження та розробляються все більш ефективні методи перекладу. Але ще наявна проблема перекладу інтерфейсу користувача для комп'ютерних та мобільних додатків. Існує багато програм з інтерфейсом лише на рідній мові розробника, що суттєво обмежує потенційне коло користувачів. Також поширена проблема поганого використання машинного перекладу при створенні пакетів локалізації, що в багатьох випадках змушує користувачів вгадувати призначення тієї чи іншої функції в меню програми через неперевірений переклад. У випадку додатків для мобільних пристроїв існують рішення за допомогою Google Translate та Microsoft Translator. Але цей підхід схожий по своїй зручності на постійне користування словником та не гарантує ідеальний результат перекладу у контексті кожного існуючого додатку.

Щодо інтерфейсів комп'ютерних програм ситуація дуже схожа, але зазвичай розробники користуються допомогою команд перекладачів, тим самим уникаючи ситуацій з низькою якістю перекладу. Однак ці перекладачі мають виконувати переклад та знаходити методи і засоби для цього власноруч.

Існує багато програмних рішень створених для полегшення праці перекладачів, кожне з них зі своїм підходом до вирішення цього питання. Декілька з них навіть є престижними платними програмними пакетами з великим функціоналом для професійних перекладацьких компаній. Але при близькому огляді можна помітити відсутність програм націлених на переклад саме комп'ютерних інтерфейсів користувача. Цей вид перекладу відрізняється від перекладу текстів статей або книжок. Багато слів та фраз використовуються по декілька разів у різних місцях в додатках, при тому їх значення може суттєво змінюватися залежно від контексту та функціоналу програми. До того ж, зазвичай утиліти для автоматизованого перекладу мають інтерфейс більш спрямований для перекладу порівняно великих текстів, але через це не дуже ефективний при перекладі коротких рядків або окремих слів.

Висновки. У цій роботі розглянуто проект утиліти, що спрямована на ефективну автоматизацію перекладу інтерфейсу користувача для невеликих команд розробників без необхідності використання спеціальних послуг перекладу. Однією з головних функцій в цьому проекті є можливість перегляду оригінального вихідного коду програми для повного розуміння контексту при перекладі інтерфейсу. Іншою важливою функцією є надання можливості використання машинного перекладу для підвищеної швидкості та ефективності роботи з подальшою можливістю провести контроль якості за допомогою зручного інтерфейсу перекладача. Автоматизація відбувається з використанням існуючих онлайн-сервісів машинного перекладу через програмний доступ. Після цього можна з легкістю провести контроль якості проведеного перекладу та скоригувати знайдені помилки без необхідності витратити час на послідовний переклад кожного рядка.

СПОСОБЫ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПРОБЛЕМ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ О ПОЭТАПНОЙ ЗАМЕНЕ ОБОРУДОВАНИЯ

В данной работе рассмотрены специальные случаи, возникающие при решении задачи о поэтапной замене оборудования, которым не было уделено внимание ранее. Любое оборудование имеет свой срок службы. В процессе эксплуатации происходит его физический и моральный износ, что приводит к снижению производительности и уменьшению прибыли, в связи с увеличением затрат на ремонтное обслуживание. Возникает вопрос о своевременной замене изношенного оборудования. В связи с этим становится актуальной задача выработки оптимальной стратегии поэтапного его обновления.

Наиболее эффективными при решении задачи о замене оборудования являются методы динамического программирования, в основе которых лежит принцип оптимальности Беллмана. Алгоритм решения задачи об обновлении оборудования основан на построении функции Беллмана, начиная с последнего шага (условная оптимизация) и последующего анализа и принятия решения о стратегии замены (безусловная оптимизация). Однако, мало исследована проблема, возникающая при невозможности построения функции Беллмана. Также, при решении поставленной задачи методом динамического программирования иногда возникает ситуация, когда в зоне замены находятся элементы, для которых более предпочтительно сохранение оборудования. Возможно несколько путей преодоления данных проблем. В данном докладе мы рассматриваем пути её преодоления.

Наше исследование предполагает расширение планового периода, что позволяет рассмотреть и сравнить альтернативные стратегии обновления.

Увеличение планового периода позволяет рассмотреть возможность сохранения оборудования большего возраста, если это приносит большую прибыль, чем его замена. С другой стороны, уменьшается степень доверия к показателям в последних интервалах этого периода, что связано с изменением конъюнктуры рынка и уменьшением достоверности долгосрочных прогнозов.

Применение различных способов устранения указанной выше проблемы продемонстрировано на абстрактном примере. Проведено сравнение различных стратегий обновления, основанное на анализе распределения прибыли по годам планового периода. Рассмотрено также распределение инвестиций по годам, что существенно влияет на выбор оптимальной стратегии обновления.

На этапе безусловной оптимизации рассмотрена ситуация, когда сохранение оборудования, возраст которого больше возраста заменяемого, более прибыльно, чем его ликвидация.

Акцентируется внимание на том, что лицо, принимающее решение, более склонно к выбору стратегий, приносящих большую прибыль в первые интервалы планового периода и требующих более равномерного распределения инвестиций.

Данный пример для простоты предполагает равномерное распределение оборудования по возрасту в начале планового периода. Однако, приведенные формулы для расчета прибылей и инвестиций являются универсальными и могут быть использованы в любых практических расчетах для выработки оптимальной стратегии поэтапного обновления.

В заключение следует отметить, что наиболее эффективными, описанные подходы являются при выборе оптимальных стратегий обновления оборудования с небольшим сроком морального износа. При этом интервал (шаг) планового периода может быть равным не году, а кварталу или даже месяцу.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Изделия, ограниченные поверхностями сложной формы, обрабатываются на станках с числовым программным управлением (ЧПУ). Технология изготовления на станках с ЧПУ позволяет обрабатывать поверхности любой формы. Управляющая программа для станка с ЧПУ создается в автоматизированном режиме в САМ-системе. Исходными данными для САМ-системы является трехмерная модель изделия, которая формируется в САД-системе (SolidWorks, AutoCAD, NX CAD и другие). Целью исследования является разработка методики формирования компьютерных моделей сложных поверхностей на основе каркаса, состоящего из кривых линий, которые отсутствуют в библиотеках САД-систем.

Разработаны алгоритмы, которые позволяют определить исходный точечный ряд, принадлежащий любой кривой линии, и обеспечивают заданную точность интерполяции при формировании обвода [1-2].

На основе указанного алгоритма разработана технология автоматизированного формирования линий в САД-системе SolidWorks. На первом этапе определяются координаты точек, принадлежащих выпуклому участку моделируемой кривой и область расположения кривой, отвечающей заданным условиям. Условие формирования точечного ряда – величина указанной области не превышает допустимую абсолютную погрешность формирования линии в САД-системе. Для расчетов координат узлов ДПК используется среда Maple. Координаты полученных точек в автоматическом режиме записываются в текстовые файлы.

На втором этапе выполняется формирование линии в SolidWorks. Программа для формирования линий написана в среде Delphi 10.2. С использованием инструмента API (Application Program Interface) программа интегрирована с САД-системой – SolidWorks. Исходными данными для работы программы являются текстовые файлы с координатами точек, которые рассчитаны в Maple. Программа автоматически создает В-сплайн, который интерполирует исходный точечный ряд. На основе полученной сплайновой кривой с помощью стандартных функций SolidWorks строится компьютерная модель поверхности.

Трехмерная модель изделия, созданная в САД – системе (SolidWorks), импортируется в САМ – систему (PowerMill). Импорт модели осуществляется с помощью прямых трансляторов или через нейтральные форматы iges, x_b, step, sat и другие, которые передают данные о поверхностях, ограничивающих изделие. Управляющая программа для обработки изделия на станке с ЧПУ создается с помощью стандартных функций САМ – системы.

Выводы. Представленная методика позволяет в автоматизированном режиме создавать программы для станков с ЧПУ для обработки изделий, ограниченных сложными геометрическими поверхностями. Методика включает в себя следующие этапы: расчет точечных рядов, которые представляют линейные элементы каркаса поверхности; формирование непрерывных кривых линий, которые с заданной точностью интерполируют полученные точечные ряды; создание САД-модели; создание управляющей программы в САМ – системе.

1. Холодняк Ю.В., Дмитриев Ю.А. Формирование одномерных обводов с закономерным изменением кривизны. *Динамика систем, механизмов и машин*. 2014. № 3. С. 241-243.
2. Havrylenko Y., Kholodniak Y., Vershkov O., Naidysh A. Development of the method for the formation of one-dimensional contours by the assigned interpolation accuracy. *Eastern-European Journal of Enterprise Technology*. 2018. Vol. 1. No 4(91). P. 76–82.

ЖИВОПИС І КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК НЕОБХІДНІ СКЛАДОВІ ПРОЕКТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Поєднання комп'ютерної графіки та живопису утворює спосіб, за допомогою якого художник реалізує свої творчі навички у сучасному вигляді через комп'ютер. Для цього використовуються програмні графічні засоби, редактори зображень і багато інших спеціалізованих програм, які дозволяють і створювати, і редагувати зображення.

Проблематика цифрового мистецтва розглянута у багатьох роботах. Зазвичай розглядаються можливості комп'ютерних технологій в образотворчому мистецтві та аналізуються художні твори зарубіжних і вітчизняних митців, які працюють в комп'ютерній графіці із застосуванням традиційних технік живописного зображення [1]. Тому метою даної роботи було проектування та розробка комп'ютерної системи навчання живопису під планшетні пристрої, яка представляє собою універсальний графічний редактор, що має необхідний інструментарій для швидких начерків, деталізованих малюнків та для роботи з різними спрямуваннями у дизайні та живопису.

При створенні комп'ютерної системи навчання живопису використовуються два алгоритми перетворення колірних компонентів між системами HSV та RGB. Разом ці моделі надають більше можливостей по налаштуванню кольору. У моделі HSV представлений RGB-простір у вигляді куба зі значенням червоного, зеленого і синього кольорів: $R, G, B \in [0,1]$. Для обчислення відтінку, похилий RGB-куб проектуємо на «кольорову площину», перпендикулярно до осі, отримуючи форму шестикутника. Тон обчислюється кутом вектора до точки в проекції, а кольоровість - відстанню від точки до початку координат. При цілочисельному кодуванні для кожного кольору в HSV є відповідний колір в RGB. У комп'ютерах подання кожної з координат HSV представляються у вигляді одного октету, значення якого позначається для зручності цілими числами від 0 до 255 включно, де 0 – мінімальна, а 255 – максимальна інтенсивність [2]

Користувач розробленого графічного редактору має можливість малювати різноманітними інструментами. Комп'ютерна система підтримує найголовніші функції, серед яких: управління проектами, робота з зображеннями, навчання живопису за посібниками з викладеними теоретичним матеріалом та детально розробленими практичними уроками. Функціонал комп'ютерної системи навчання живопису максимально приближений до дій при користуванні скетчбуку та інструментів у реальному житті.

Наявність навчальної системи у розробленому графічному редакторі робить його унікальним серед інших аналогів. За допомогою такої системи можна закріпити свої знання в основах колористики, техніках живопису та їх застосуванні на практиці, а завдяки урокам – знайти особистий стиль малювання. В подальшому графічний редактор зможуть використовувати у своїй роботі художники та дизайнери будь-якого рівня підготовки, школярі та студенти у навчальному процесі у художніх школах або університетах на курсах графіки та дизайну, за його допомогою можна виконувати ілюстрації високого рівня.

Висновки. Проведення ряду досліджень у галузі застосування сучасних технологій у навчальній системі викладання живопису та аналіз впливу комп'ютерної графіки на різноманітні галузі сучасного життя дозволило спроектувати і розробити універсальну комп'ютерну систему під планшетні пристрої, яка надає можливість практикуватися в малюванні різними техніками живопису завдяки навчальних матеріалів з докладною послідовністю дій, має необхідний інструментарій для швидких начерків і деталізованих малюнків, для роботи з різними напрямками в дизайні і живопису.

1. Воложанина Е.А. Проблематика цифровой живописи. *Архитектура и дизайн*. 2019. № 1. С. 9-13.
2. Петров А. Компьютерная графика. Санкт-Петербург: Питер, 2011. 320 с.

НАБЛИЖЕНА ПОБУДОВА ГЕОДЕЗИЧНИХ ЛІНІЙ НА ПОВЕРХНЯХ ОБЕРТАННЯ

Геодезичні лінії займають особливе місце в проектуванні і виготовленні різних виробів. Наприклад, при виготовленні поверхонь обертання з композитних матеріалів нитки армування необхідно розташовувати по геодезичних лініях. Так само в процесі робочої напруги в деталях траєкторії тріщин з'являються уздовж сімейства геодезичних. Однак аналітичний пошук геодезичних ліній на нерозгортуваних поверхнях є досить складним. Ця задача зводиться до складання і розв'язування диференціальних рівнянь, знайти явний розв'язок яких вдається лише в нечисленних випадках. Автори пропонують графо-аналітичний метод наближеної побудови геодезичних на поверхні обертання загального вигляду за допомогою розгорток. Точність цього методу безпосередньо залежить від точності побудови умовних (наближених) розгорток нерозгортуваних поверхонь обертання. У цьому випадку доцільно використовувати метод побудови розгорток з використанням інтегрального числення [1].

Наближені геодезичні лінії на поверхнях за допомогою розгорток можна будувати двома способами: в першому враховується положення теореми Клеро, а в другому – сегменти умовної наближеної розгортки поверхні поєднуються так, щоб можна було провести суцільну пряму лінію. Для докладного опису двох методів розглянуто дві поверхні – параболоїд обертання і катеноїд. Визначати загальний вигляд геодезичних ліній на поверхнях можна без побудови самих розгорток, а використовувати тільки принцип побудови геодезичної на ній. Наближена геодезична лінія є ламаною, довжину якої легко поррахувати, маючи необхідні геометричні розміри поверхні. Запропонований графо-аналітичний метод визначення геодезичних ліній досить простий. Його легко застосовувати для поверхонь обертання загального виду або «гофрованих».

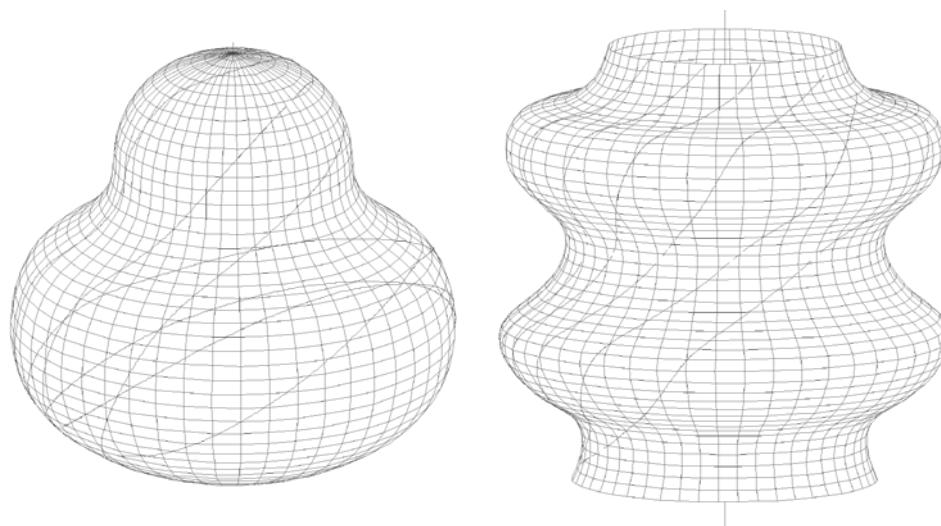


Рис. 1. Геодезичні на поверхнях обертання.

1. Nikitenko O., Kernytsky I., Kalinin A., Kovalova G. Use of integral calculus for building developments of undevelopable surfaces of revolution// Збірник наукових праць «Вісник ОДАБА». – 2018.– Випуск № 71, С. 17-24.

ГЛОБАЛЬНА ІНТЕРПОЛЯЦІЯ ТОЧКОВИМ ПОЛІНОМОМ ГЕОМЕТРИЧНОЇ КОМПОЗИЦІЇ ІЗ ТРЬОХ ТОЧОК, СЕРЕД ЯКИХ Є ДВОКРАТНА

У статті показано послідовність виконання параметризації, уздовж координатної осі, вихідної дискретно поданої лінії (ДПЛ) та надано у загальному вигляді інтерполяційний точковий поліном. Розглядається можливий варіант виконання інтерполяції дискретно поданої кривої (ДПК), яку утворюють три точки, які перетворилися у трикратну точку та надаються значення параметрів щодо цього варіанту.

Вказується на те, що з появою на ДПЛ кратних точок у складових елементах параметричного точкового полінома виникають невизначеності. Доведено, що усі ці невизначеності розкриваються, границями яких, у вузлових точках є нуль або одиниця. Вказується на те, що з появою на ДПЛ кратних точок у складових елементах параметричного полінома Лагранжа виникають невизначеності. Доведено, що усі ці невизначеності розкриваються, границями яких, у вузлових точках є нуль або одиниця.

Показано, що невизначеності, які виникають з появою кратних точок на ДПЛ, не є перешкодою для глобальної інтерполяції із застосуванням параметричного точкового полінома. Тобто, для будь-якої композиції з трьох точок, побудова та структура запису параметричного точкового полінома лишається без змін. При цьому, ніяких обмежень на створення композиції з трьох точок не існує.

Доведено, що усі ці невизначеності розкриваються, границями яких, у вузлових точках є нуль або одиниця.

Показано, що невизначеності, які виникають з появою кратних точок на ДПЛ, не є перешкодою для глобальної інтерполяції із застосуванням параметричного полінома за формою Лагранжа. Цей факт доведено у даній статті.

Надано композиційну числову матрицю, у відповідності до якої відбувається обумовлена інтерполяція. Елементами цієї композиційної матриці є значення характеристичних функцій інтерполянта у вузлових точках.

Показано, що елементи композиційної матриці інтерполяції не змінюються за наявності будь-якої геометричної композиції з трьох точок. Може змінюватись лише статус цих елементів. В одному випадку їх значення є точними, а у іншому – вони можуть бути границею, до якої прямує значення характеристичної функції інтерполяційного точкового параметричного полінома.

У даній статті доведено, що для будь-якої композиції, яку утворюють три точки, що подають ДПК, є можливим застосовувати, у якості інтерполянта, точковий поліном і який, при цьому, однаково записується для ДПК з наявними кратними точками.

**ВИЗНАЧЕННЯ НЕСТАЦІОНАРНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ НЕОДНОРІДНОЇ
ІЗОТРОПНОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ОБОЛОНКИ ЗА ОДНОРІДНОЇ ТЕПЛОВОЇ ДІЇ**

У сучасній техніці в якості елементів конструкцій широко використовують тонкостінні циліндричні оболонки, виготовлені з неоднорідних композитних матеріалів. Такі матеріали, що використовуються для захисту від агресивного середовища, для зміцнення конструкції, теплоізоляції або інтенсифікації передачі тепла, як правило, володіють неперервною неоднорідністю. Вони мають високу жорсткість на злам, здатні витримувати підвищені теплові напруження та не схильні до корозії і ерозії.

Розглядається неоднорідна ізотропна циліндрична оболонка, віднесена до змішаної криволінійної ортогональної системи координат [1]. Оболонка знаходиться за умов конвективного теплообміну з довкіллям. В початковий момент часу задано стале за товщиною оболонки температурне поле, яке рівномірно розподілене на поверхні оболонки у прямокутній області шириною $2a$ і довжиною $2b$.

Для побудови розв'язку задачі теплопровідності для розглядуваної оболонки розвинуто методику зведення тривимірної задачі до двовимірної. Методика використовує гіпотезу про лінійний характер розподілу температури по товщині стінки $2h$ неоднорідної ізотропної оболонки, що експериментально підтверджено для тонкостінних елементів.

Методом усереднення отримано систему вихідних двовимірних рівнянь на інтегральні характеристики температури для розглядуваної неоднорідної оболонки. З використанням подвійного скінченного перетворення Фур'є за поздовжніми координатами і перетворення Лапласа за часовою змінною записано загальний розв'язок отриманої системи рівнянь. Розглянуто випадок попередньо нагрітої до заданої температури циліндричної оболонки з неоднорідного ізотропного матеріалу. Для такого випадку знайдено вираз температурного поля у розглядуваній оболонці.

Чисельно проаналізовано температурне поле циліндричної оболонки з ізотропної неоднорідної металокераміки на її зовнішній поверхні залежно від значень осьової і колової координат за різних значень безрозмірного часу і заданого коефіцієнта неоднорідності k . Цей коефіцієнт характеризує зміну частки матеріалу вздовж товщини оболонки і може набувати значень $k \geq 0$. Змінюючи коефіцієнт неоднорідності k , можна досягнути оптимального складу композиту в радіальному напрямку оболонки стосовно компонент складників – металу і кераміки. Аналіз проведено для випадку степеневого закону зміни коефіцієнта неоднорідності k по радіальній змінній. Вибрано такі значення коефіцієнта неоднорідності k , що зі зменшенням коефіцієнта k до нуля матеріал оболонки набуватиме властивостей чистої кераміки, а зі збільшенням k до нескінченності – чистого металу.

Досліджено залежність температурного поля в центрі області нагріву від безрозмірного часу для різних значень коефіцієнта тепловіддачі (критерія Біо).

Встановлено, що зі зменшенням частки кераміки температура на зовнішній поверхні оболонки зменшується, оскільки коефіцієнт теплопровідності кераміки менший, ніж металу. Знайдено, що температура є сталою в області нагріву, а при переході в ненагріту ділянку вона різко зменшується до температури зовнішнього середовища.

1. Punera D., Kant T., Desai Y. M. Thermoelastic analysis of laminated and functionally graded sandwich cylindrical shells with two refined higher order models // J. Therm. Stresses. – 2018. – 41, N 1. –P. 54–79.

ПРОГРАМНА АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ТЕКСТОВИХ ПОТОКІВ ДАНИХ

Кожного дня продукуються потоки текстових даних [1] у вигляді новин, повідомлень в соціальних мережах, месенджерах. Інформаційні виклики сьогодення потребують оперативного аналізу та реагування в режимі онлайн на інформацію, що проходить в цих потоках [1-2]. Без сучасних підходів обробки надвеликих масивів інформації Big Data неможливо обробити такі потоки. Тому необхідно виконати проектування та програмну реалізацію системи аналізу потоків текстових даних (надалі Системи). Для цього необхідно вирішити такі завдання:

- виділити завдання обробки та аналізу потоків текстових даних;
- спроектувати архітектуру програмного забезпечення Системи;
- виконати програмну реалізацію Системи;
- забезпечити підтримку обробки україномовних та російськомовних текстів.

Структура системи. В процесі дослідження виділено 4 підсистеми:

- підсистема збору та транспортування повідомлень потоків даних. Основний програмний компонент підсистеми – сервіс повідомлень Kafka, що використовується для обробки потоків даних, сервісів в режимі реального часу
- підсистема аналізу текстових потоків. Основний програмний компонент – Apache Spark
- підсистема зберігання результатів аналізу потоків даних. Основний програмний компонент підсистеми - нереляційна база даних Elasticsearch.
- підсистема візуалізації. Основний програмний компонент підсистеми – Kibana, це служба візуалізації даних Elasticsearch, що допомагає створювати різні дашборди, налаштовувати форму візуалізації, формувати інтерактивні графіки.

Обробка даних. Вхідні потоки текстових даних (від месенджерів, соціальних мереж, новинних сервісів) надходять на обробку в сервіс збору повідомлень Kafka, де проходить накопичення даних для відправки на аналітичну обробку. Аналітична обробка виконується за допомогою технології швидкісної розподіленої обробки даних Apache Spark. Оскільки в даній технології відсутня NLP підтримка україномовних текстів, було додатково розроблено програмно бібліотеку UANLP[3] для обробки україномовних та російськомовних текстів. Після аналітичної обробки дані завантажуються в БД Elasticsearch, після чого автоматично потрапляють у сервіс візуалізації Kibana, де автоматично кожні n-секунд дані відправляються для візуалізації потоку в режимі реального часу

Висновки. У дослідженні наведено структуру та компоненти програмного забезпечення системи аналізу текстових потоків даних. Система дозволяє вирішувати завдання обробки текстових потоків даних від базових перетворень тексту та попередньої обробки до інтелектуального аналізу текстових потоків даних. Програмна архітектура має наступні властивості: масштабованість, відмовостійкість, високопродуктивні обчислення, аналітичну обробку, візуалізацію обробки потоків даних в режимі онлайн.

1. Ю.О. Олійник, О.Є. Афанасьєва, Г.Д.Аршакян Підхід до виявлення аномалій в потоках текстових даних. «Системні технології» 2 (127) 2020 – С.126-139. DOI: <https://doi.org/10.34185/1562-9945-2-127-2020-10>

2. Tomashevskii, V. M., Oliynik, Y. O., Yaskov, V. V., Romanchuk, V. M. (2018). Realtime text stream anomalies analysis system. Вісник Херсонського національного технічного університету, (3 (1)), 361-365.

3. Ukrainian NLP Library for Apache Spark [Електронний ресурс] / Режим доступу:<https://github.com/oliyura/UANLP/> - Назва з екрана

ПОБУДОВА РОЗРИВНОГО ІНТЕРЛІНАЦІЙНОГО СПЛАЙНУ З ВИКОРИСТАННЯМ ТРИКУТНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Нехай задано розривну функцію двох змінних $f(x, y)$ в області D . Область D розбивається на довільні трикутники. Трикутники не вкладаються один в один, а їх сторони не перетинаються. Функція $f(x, y)$ має розриви першого роду на границях між цими трикутними елементами (не обов'язково між усіма). Розглянемо трикутний елемент $T_i, i = \overline{1, n}$, сторони якого задаються рівняннями

$$\Gamma_k^i : \omega_k^i(x, y) = x \cdot \omega_{k1}^i + y \cdot \omega_{k2}^i - \gamma_k^i, \quad k = 1, 3, i = \overline{1, n}, \quad (\omega_{k1}^i)^2 + (\omega_{k2}^i)^2 = 1,$$

$$\Delta_{123}^i = \begin{vmatrix} \omega_{12}^i & \omega_{11}^i & -\gamma_1^i \\ \omega_{22}^i & \omega_{21}^i & -\gamma_2^i \\ \omega_{32}^i & \omega_{31}^i & -\gamma_3^i \end{vmatrix} \neq 0, \quad \Delta_{kl}^i = \begin{vmatrix} \omega_{k1}^i & \omega_{k2}^i \\ \omega_{l1}^i & \omega_{l2}^i \end{vmatrix} \neq 0, \quad k \neq l, \tau_k^i = (\omega_{k2}^i, -\omega_{k1}^i), \quad k = \overline{1, 3}.$$

Нехай $A_{kl}^i = (x_{kl}^i, y_{kl}^i)$ – розв'язок систем рівнянь:

$\omega_k^i(x, y) = 0, \omega_l^i(x, y) = 0, \quad k \neq l, k, l = \overline{1, 3}$, тобто це вершини заданого трикутника.

Вважаємо заданими сліди функції $f(x, y)$ на прямих Γ_k^i (під та над прямою відповідно):

$$\phi m_k^i(x, y) = f(x, (\gamma_k - x\omega_{k1}^i) / \omega_{k2}^i - 0), \quad \phi p_k^i(x, y) = f(x, (\gamma_k - x\omega_{k1}^i) / \omega_{k2}^i + 0) \text{ або}$$

$$\psi m_k^i(x, y) = f((\gamma_k - y\omega_{k2}^i) / \omega_{k1}^i - 0, y), \quad \psi p_k^i(x, y) = f((\gamma_k - y\omega_{k2}^i) / \omega_{k1}^i + 0, y).$$

Теорема. Нехай $f(x, y) \in C^2(T_i), i = \overline{1, n}$. Якщо сліди функцій $f(x, y)$ задовольняють у точках A_{kl}^i умови $\phi p_3^i(x_{13}^i, y) = \phi m_1^i(x_{13}^i, y), \quad \phi m_1^i(x_{12}^i, y) = \psi m_2^i(x, y_{12}^i),$
 $\psi m_2^i(x, y_{32}^i) = \phi p_3^i(x, y_{32}^i)$, тоді оператор

$$\begin{aligned} O^i f(x, y) = & \frac{\omega_1^i(x, y)}{\omega_1^i(A_{23}^i)} \left(\psi m_2^i \left(A_{23}^i - \frac{\tau_2^i}{\Delta_{23}^i} \omega_3^i(x, y) \right) + \phi p_3^i \left(A_{23}^i - \frac{\tau_3^i}{\Delta_{32}^i} \omega_2^i(x, y) \right) - \phi p_3^i(A_{23}^i) \right) + \\ & + \frac{\omega_2^i(x, y)}{\omega_2^i(A_{13}^i)} \left(\phi m_1^i \left(A_{13}^i - \frac{\tau_1^i}{\Delta_{13}^i} \omega_3^i(x, y) \right) + \phi p_3^i \left(A_{13}^i - \frac{\tau_3^i}{\Delta_{31}^i} \omega_1^i(x, y) \right) - \phi m_1^i(A_{13}^i) \right) + \\ & + \frac{\omega_3^i(x, y)}{\omega_3^i(A_{12}^i)} \left(\phi m_1^i \left(A_{12}^i - \frac{\tau_1^i}{\Delta_{12}^i} \omega_2^i(x, y) \right) + \psi m_2^i \left(A_{12}^i - \frac{\tau_2^i}{\Delta_{21}^i} \omega_1^i(x, y) \right) - \psi m_2^i(A_{12}^i) \right) \end{aligned}$$

є розривним інтерлінаційним сплайном в T_i і має такі властивості:

$$\begin{aligned} O^i f(x, y) \Big|_{\Gamma_1: \omega_1^i(x, y-0)=0} &= \phi m_1^i(x) \Big|_{\Gamma_1: \omega_1^i(x, y-0)=0}; \quad O^i f(x, y) \Big|_{\Gamma_2: \omega_2^i(x, y-0)=0} = \psi m_2^i(x) \Big|_{\Gamma_2: \omega_2^i(x, y-0)=0}; \\ O^i f(x, y) \Big|_{\Gamma_3: \omega_3^i(x, y+0)=0} &= \phi p_3^i(x) \Big|_{\Gamma_3: \omega_3^i(x, y+0)=0}. \end{aligned}$$

Висновки. В роботі запропоноване оператор розривної інтерлінації для наближення розривної функції двох змінних з використанням триангуляції області визначення.

1. Сергієнко І.В. Теорія розривних сплайнів та її застосування в комп'ютерній томографії: монографія / І.В.Сергієнко, В.К. Задірака, О.М.Литвин, Ю.І. Першина – К. : Наук. думка, 2017. – 314 с

ДО ПИТАННЯ РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИК ТА АЛГОРИТМІВ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

У процесах архітектурно-будівельного проектування нині широко застосовуються комп'ютерні інформаційні технології, що реалізовані за допомогою САД/САМ/САЕ систем, таких як ArchiCAD, Allplan, Revit, САПФІР, ЛІРА-САПР і т. д. Зазначені засоби отримали узагальнену назву BIM (Building Information Modeling), що означає будівельне інформаційне моделювання. Одну з базових його складових становить комп'ютерна графіка, реалізована на основі параметричного геометричного моделювання, перспективним подальшим розвитком якого є структурно-параметричне формоутворення. Тому вдосконалення відповідних методів, способів, прийомів та алгоритмів – це важлива науково-технічна проблема.

Дослідження присвячено новому підходу до автоматизованого проектування виробничих процесів будівництва, створенню належних алгоритмів, які спрямовані на вирішення окреслених питань, поліпшення обчислювальної ефективності програмних засобів, забезпечення проведення оптимізації отримуваних інженерних розв'язків у певних техніко-економічних аспектах.

На рис 1 показано розроблену інформаційну модель виконання опоряджувальних робіт одноквартирного житлового будинку.

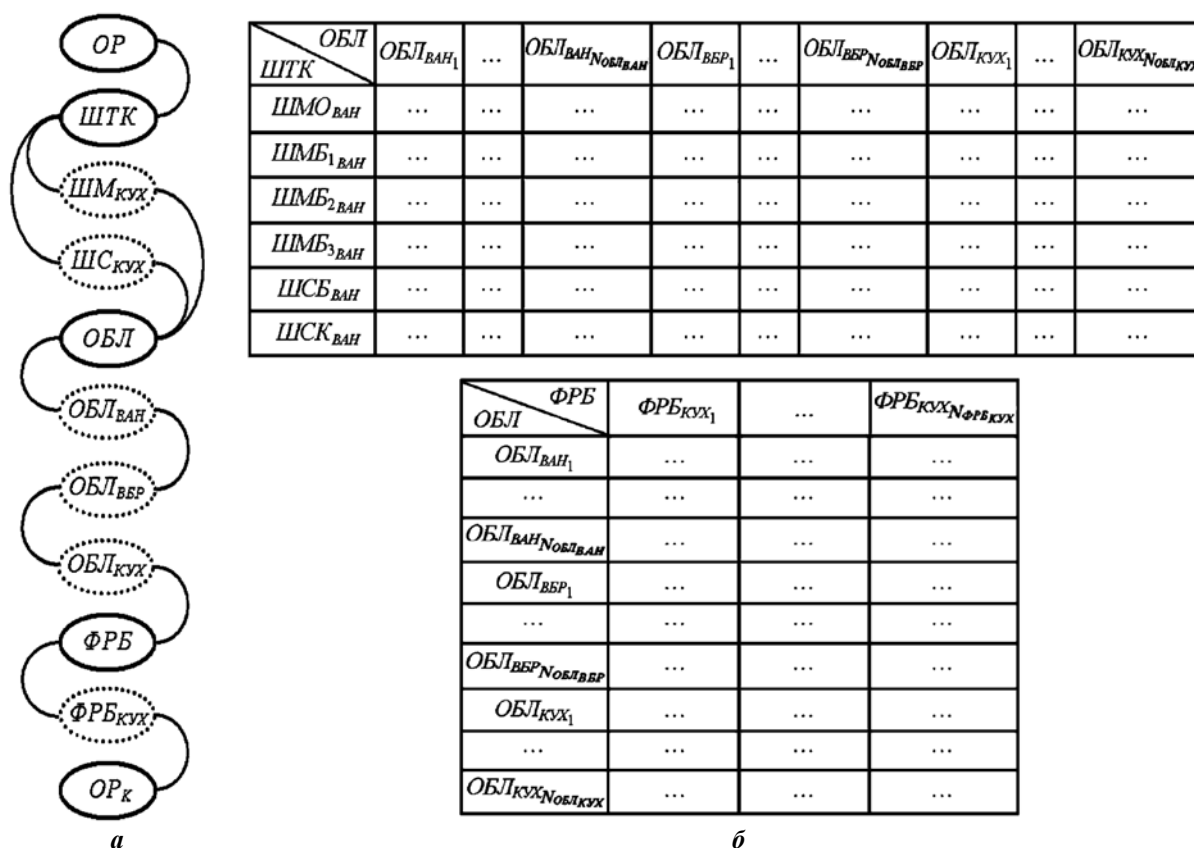


Рис. 1. Структурно-параметрична модель опоряджувальних робіт:
а – граф структури; б – матриці суміжності варіантів елементів

Висновки. У даній роботі напрацьовано нову методику та алгоритми структурно-параметричного моделювання процесів будівництва, що дозволяє підвищувати ефективність математичного і програмного забезпечення існуючих систем автоматизованого проектування, застосовуваних протягом життєвого циклу технічних об'єктів у середовищі BIM-технологій

МОДЕЛЬ ПОЛЯРИМЕТРИЧНОЇ СИСТЕМИ ПОСАДКИ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН

Розвиток авіаційної галузі, розширення обсягів авіаперевезень, розширення сфер застосування БПЛА веде до потенційного зниження безпеки та ефективності польотів ПС. При цьому одним з найнебезпечніших етапів польоту є посадка повітряного судна. Для підвищення безпеки та ефективності посадки використовуються системи посадки, які призначені для визначення положення ПС в процесі посадки та надання сигналів на доуправління ПС. Одними з найнебезпечніших факторів в процесі посадки є посадка з креном чи тангажем, що призводить до зіткнення окремих частин ПС з поверхнею ЗПС, а також, недостатня точність витримування глісади посадки, що веде до недоліту чи перельоту ЗПС, що може призвести до зіткнення ПС з місцевістю та викочування ПС за межі ЗПС. Існуючі системи посадки характеризуються відносно високою точністю визначення положення ПС відносно глісади посадки, при цьому не забезпечують визначення кутового просторового положення ПС в процесі посадки. Таким чином постає питання в розробці системи посадки, яка б дозволила підвищити точність вимірювання відхилення ПС від глісади, а також, забезпечила вимірювання кутового положення ПС в процесі посадки з високою точністю та чутливістю.

Оптичні та оптико-механічні методи вимірювання є одними з найточніших та використовуються в багатьох галузях науки та виробництва. Оптичні методи вимірювання характеризуються високою точністю та наочністю, а оптичні вимірювання відносяться до вимірювань найвищої точності. Одним з найточніших оптичних методів вимірювання є поляриметричний метод вимірювання. Застосування поляриметричного методу вимірювання для визначення положення ПС та його кутового просторового положення в процесі заходу на посадку можливе внаслідок використання діелектричної плоскопаралельної ізотропної пластини в оптичному каналі вимірювання. Діелектрична пластинка забезпечує поворот площини поляризації відбитого та двічізаломленого променя, який пояснюється формулами Френеля.

Розробка та створення поляриметричної системи посадки передбачає розробку та створення блоку випромінювання, який буде розміщуватись на поверхні площини посадки та буде формувати глісаду поляриметричної системи посадки, та блоку вимірювання, який буде розміщуватись на борту ПС та буде забезпечувати визначення пілотажно-навігаційних параметрів руху ПС в процесі його заходу на посадку. Поляриметрична система посадки ПС складається з двох каналів: курсового та глісадного, які мають ідентичну структуру. Один канал поляриметричної системи посадки складається з блоку випромінювання та блоку вимірювання. Блок випромінювання складається з двох каналів, азимути площини поляризації яких відрізняються на визначену величину. Блок вимірювання складається з двох ідентичних каналів, які відрізняються кутом установки діелектричної пластини.

Запропонована система потенційно дозволяє визначати як навігаційні, так і пілотажні параметри польоту ПС: кутове просторове положення та відхилення від траєкторії посадки, з високою точністю та чутливістю. Визначення лінійних відхилень ПС від лінії глісади потребує вимірювання дальності до площини посадки та проведення додаткових розрахунків. Запропонована система посадки забезпечує високу точність вимірювання внаслідок використання поляриметричного методу вимірювання, а високу чутливість – внаслідок використання модулятора в блоці вимірювання та компенсаційного методу проведення вимірювання.

С.Г. БЛАЖЕВСЬКИЙ¹, О.М. ЛЕНЮК¹, О.М. НІКІТІНА², М.І. ШИНКАРИК³

¹ Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

² Чернівецький ліцей №1 математичного та економічного профілів

³ Тернопільський національний економічний університет

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ДИНАМІКИ МЕТОДОМ ГІБРИДНОГО ІНТЕГРАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ТИПУ БЕССЕЛЯ-ЕЙЛЕРА-БЕССЕЛЯ НА ПОЛЯРНІЙ ОСІ

На сучасному етапі науково-технічного прогресу, особливо у зв'язку із широким застосуванням композитних матеріалів, виникає гостра потреба у вивченні фізико-технічних характеристик даних матеріалів, які знаходяться в різних умовах експлуатації, що математично приводить до задач інтегрування сепаратної системи диференціальних рівнянь другого порядку на кусково-однорідному інтервалі з відповідними початковими та крайовими умовами, зокрема задача динаміки математично приводить до побудови розв'язку системи рівнянь з частинними похідними гіперболічного типу.

Одним із ефективних методів побудови інтегральних зображень аналітичних розв'язків алгоритмічного характеру задач математичної фізики є метод гібридних інтегральних перетворень.

В [1] побудовано гібридне інтегральне перетворення (ГІП), породжене на полярній осі $r \geq R_0 > 0$ з однією точкою спряження гібридним диференціальним оператором (ГДО) Бесселя-Ейлера-Бесселя.

У даній роботі побудовано розв'язок задачі динаміки на трискладовій полярній осі $r \geq R_0 > 0$ з двома точками спряження методом ГІП Бесселя-Ейлера-Бесселя.

Задача динаміки на двоскладовій полярній осі математично приводить до побудови обмеженого розв'язку сепаратної системи двох рівнянь з частинними похідними гіперболічного типу за відповідними початковими умовами, умовами спряження та крайовими умовами.

Застосувавши до даної крайової задач пряме ГІП Бесселя-Ейлера-Бесселя, ми одержуємо задачу Коші для звичайного диференціального рівняння другого порядку.

Знайшовши розв'язок задачі Коші, застосовуємо до нього обернене ГІП Бесселя-Ейлера-Бесселя. Виконавши певні перетворення, одержуємо єдиний розв'язок вихідної задачі.

Побудовані розв'язки крайових задач мають алгоритмічний характер, що дозволяє використовувати їх як в теоретичних дослідженнях, так і в числових розрахунках.

1. Ленюк О.М. Запровадження гібридного інтегрального перетворення Бесселя-Ейлера-Бесселя на полярній осі $r \geq R_0 > 0$. *Крайові задачі для диференціальних рівнянь*: зб. наук. пр. Чернівці: Прут, 2011. Вип. 20. С. 56-66.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА ПРИ СХОЖДЕНИИ С ОПОРЫ

Исследование движения твердого тела при схождении с опоры является актуальным для штучных грузов, заготовок, транспортных средств, которые движутся по направляющим, рольгангам, ленточным транспортерам и др. Тела движутся плоскопараллельно и во многих случаях в первом приближении с достаточной точностью могут моделироваться однородным стержнем.

В докладе представлен первый этап падения тела при его схождении с опорной поверхности (фаза вращения), который начинается с момента, когда центр масс тела оказывается над краем опоры (крайним роликом рампы), и заканчивается в момент отрыва от опоры его заднего конца.

Задача решается в полярной системе координат (рис.1).

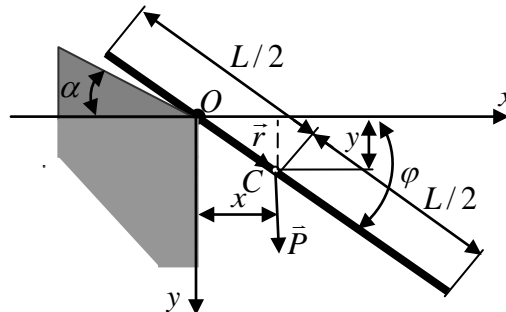


Рис. 1. Схождение однородного стержня с наклонной опоры

С помощью уравнений Лагранжа второго рода получена следующая решающая система дифференциальных уравнений движения стержня

$$\ddot{r} - r\dot{\varphi}^2 = g \sin \varphi; \quad 2r\dot{r}\dot{\varphi} + \left(\frac{L^2}{12} + r^2\right)\ddot{\varphi} = gr \cos \varphi. \quad (1)$$

Начальные условия имеют вид

$$r(0) = 0, \quad \dot{r}(0) = V_0, \quad \varphi(0) = \alpha, \quad \dot{\varphi}(0) = 0. \quad (2)$$

Задача Коши (1),(2) решается с помощью численного метода Рунге-Кутты четвертого порядка точности.

Проведено серию численных экспериментов для определения времени схождения стержня, скорости центра масс, углов поворота и угловой скорости стержня в момент отрыва от рампы при $\alpha = 35^\circ$ и разных значениях начальной скорости центра масс в диапазоне от 1 до 10 м/с и длине стержня в диапазоне от 5 до 15 м. Выполнен анализ представленных в виде графиков результатов численных экспериментов с целью выяснения влияния вышеперечисленных факторов на параметры движения стержня в конце фазы вращения.

Выводы. Предложенная модель первого этапа падения тела при его схождении с опорной поверхности (фазы вращения) позволяет с помощью численных экспериментов находить с достаточной точностью рациональные значения углов поворота и угловой скорости, а также скорости центра масс исследуемого объекта.

ДОСЛІДЖЕННЯ УНІФІКАЦІЇ СТАНДАРТНИХ ПОРОГОВИХ МЕТОДІВ СЕГМЕНТАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ.

Вступ

У роботі автором проведено огляд математичного базису для сегментації зображень з метою подальшої уніфікації робіт при дослідженні методів сегментації візуального поля уваги. В роботі, автором розглянуто та математично опрацьовано основну концепцію сегментації і її ключові методи.

Мета

Метою роботи є проведення огляду базису сегментації з метою формулювання оптимізованого представлення концепції розпізнавання для подальшої підготовки фахівців з розробки адаптивних систем сприйняття зовнішнього світу.

Викладення основного матеріалу

Алгебричне представлення глобального порогу

Нехай $a \in \mathbb{R}^X$ - вихідне зображення і $[h, k]$ буде заданим пороговим діапазоном. Порогове зображення $b \in \{0, 1\}^X$ можна обчислити за допомогою характерної функції

$$B := X_{[h, k]}(a).$$

Характерні функції

$$B := X \geq k(a)$$

і

$$b := X \leq k(a)$$

можуть використовуватися для виділення об'єкта відповідно високих і низьких значень.

Алгебричне представлення напівпорогового методу

Формулювання алгебри зображення для напівпорогового зображення $b \in \mathbb{R}^X$ за діапазоном значень $[h, k]$ є

$$b := a * X_{[h, k]}^a.$$

Напівпоріг зображень над безмежними наборами $[k, \infty)$ & $(-\infty, k]$ даються

$$b(x) := a * X \geq k^{(a)}$$

і

$$b(x) := a * X \leq k^{(a)},$$

відповідно.

Алгебричне представлення багаторівневого порогу

Нехай $a \in \mathbb{R}^X$ є вихідним зображенням, і нехай k_1, \dots, k_n є пороговими значеннями, що задовольняють $k_1 > k_2 > \dots > k_n$. Ці значення розділяють \mathbb{R} в $n+1$ інтервали, які пов'язані зі значеннями v_1, \dots, v_{n+1} у пороговому зображенні результату. А типовою може бути послідовність значень результатів $1, \frac{n-1}{n}, \dots, \frac{1}{n}, 0$. Порогове зображення $b \in \mathbb{R}^X$ визначається через

$$b(x) = \begin{cases} v_1 & \text{if } k_1 < a(x) \\ v_i & \text{if } k_i < a(x) \leq k_{i-1} \\ v_{n+1} & \text{if } a(x) < k_n. \end{cases}$$

Алгебричне представлення динамічного порогу.

Порогове зображення b можна обчислити так:

$$b := X \geq d(a).$$

Висновок: Сформульовано математичну базу для викладання базових методів сегментації.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗКУ НЕЛІНІЙНИХ ОБЕРНЕНИХ ЗАДАЧ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ ДО ПРОЕКТУВАННЯ ВИХРОСТРУМОВИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

Реалізація апріорі заданих характеристик вихрострумів перетворювачів (ВСП) передбачає використання процедур оптимального синтезу їх конструкцій, зокрема, систем збудження (СЗ) на етапі проектування. В результаті оптимального параметричного синтезу визначаються найкращі значення параметрів для вибраної на попередньому етапі структури системи збудження перетворювача із врахуванням усіх вимог до неї, зокрема щодо забезпечення заданого розподілу густини вихрових струмів (ГВС) в об'єкті контролю (ОК).

З точки зору співвідношення причина-наслідок задачу оптимального синтезу перетворювача з однорідною чутливістю в зоні контролю можна віднести до нелінійних обернених задач (ОЗ) математичного моделювання, розв'язок якої дає невідомі параметри СЗ перетворювача, використовуючи в якості вхідних даних апріорі задану їй бажану характеристику. Розв'язок такої ОЗ має певні особливості через що її відносять до класу некоректно поставлених задач. Тоді розв'язання ОЗ полягає в пошуку умовно коректного за А.М. Тихоновим її розв'язку [1], максимально наближеного до точного, стійкого до змін вхідних даних. На даний час не існує універсального методу розв'язку некоректних задач.

В дослідженні коротко наведено огляд та відповідний аналіз математичних методів, що використовуються для розв'язку задач такого класу, а саме, введення шуканого розв'язку до множини коректності, регуляризації із використанням функціоналу Тихонова, методи ітеративної регуляризації, що створені на єдиній схемі поточної апроксимації зворотного оператора, оптимізаційний метод [2, 3]. При виборі методу оптимізації необхідно враховувати певні особливості, притаманні такому формулюванню задачі нелінійного математичного програмування, такі як: багатоекстремальність задачі; необхідність пошуку глобального екстремуму; складну топологію гіперповерхні пошуку; наявність обмежень, введення яких до цільової функції ще більш ускладнює топологію поверхні пошуку; суттєву нелінійність та можливу недиференційованість функції цілі; алгоритмічне або складне аналітичне представлення цільової функції. Тому із врахуванням цих особливостей щодо розв'язку нелінійної ОЗ обрано оптимізаційний метод проектування СЗ ВСП з використанням сучасного метаевристичного стохастичного алгоритму пошуку глобального екстремуму, а саме, алгоритм низькорівневої гібридизації методів оптимізації роєм часток та генетичного алгоритму, який забезпечує еволюційне формування складу рою.

Для розв'язку сформульованої задачі з метою зменшення ресурсоемності оптимізаційних алгоритмів, що використовують складні для розрахунків цільові функції, доведена доцільність застосування сурогатної оптимізації. При цьому задача створення метамоделі зводиться до побудови апроксимаційної функції поверхні відгуку і виконується на попередньому перед оптимальним синтезом етапі. Для її реалізації застосовують комбіновані методи апроксимації із поєднанням методів штучного інтелекту та традиційних математичних методів наближення та аналізу даних.

Список використаних джерел

1. Петров Ю.П., Сизиков В.С. Корректные, некорректные и промежуточные задачи с приложениями. Санкт-Петербург: Политехника, 2003. 261 с.
2. Тихонов А.Н., Гончарский А.В., Степанов В.В., Ягола А.Г. Численные методы решения некорректных задач. Москва: Наука. 1990. 230 с.
3. Тихонов А.Н., Леонов А.С., Ягола А.Г. Нелинейные некорректные задачи. М.: Наука, 1995. 312 с.

ІНТЕРПОЛЯЦІЯ СУПЕРПОЗИЦІЯМИ КООРДИНАТ ТРЬОХ ТОЧОК ПОКАЗНИКОВИХ ФУНКЦІЙ

У даному дослідженні пропонується застосування у поєднанні з чисельним методом скінченних різниць, статико-геометричним методом, математичним апаратом числових послідовностей геометричного апарату суперпозицій, що дозволяє істотно підвищити ефективність і розширити можливості процесу дискретного моделювання геометричних образів (ГО), а також дає можливість збагачення їх новими ефективними алгоритмами, вдосконалення їх моделюючих можливостей, розширення кола практичних завдань і оптимізації створюваних для їх реалізації моделей. Зокрема моделювати одновимірні ГО без складання і розв'язання великих систем лінійних рівнянь,

Метою даного дослідження є розроблення способу, що дозволяє розв'язувати задачі суцільної дискретної інтерполяції та екстраполяції числовими послідовностями будь-яких одновимірних функціональних залежностей (визначати ординати шуканих точок дискретних кривих за трьома заданими ординатами вузлових точок) без трудомістких операцій складання та розв'язання великих систем лінійних рівнянь.

Згідно доведеної властивості [1, с 728], координати будь-якої точки одновимірної множини точок є суперпозицією (1) координат трьох довільних точок цієї множини:

$$\begin{aligned} x_0 &= k_1 x_1 + k_2 x_2 + k_3 x_3 \\ y_0 &= k_1 y_1 + k_2 y_2 + k_3 y_3 \end{aligned} \quad (1)$$

де: $k_3 = 1 - k_1 - k_2$.

Виведено загальні формули обчислення величин коефіцієнтів суперпозиції трьох заданих довільних точок $A_1(i+p_1)$, $A_2(i+p_2)$, $A_3(i+p_3)$ одновимірних числових послідовностей що представляють нескінченні дискретні форми певних функціональних залежностей, для визначення координат невідомих вузлових точок даних послідовностей.

При введенні позначень: $i + p_n = V_n$, $i + p = V$, $T_n = T_n(V_n)$, $T = T(V)$, система рівнянь для визначення коефіцієнтів суперпозиції матиме вигляд (2):

$$\begin{cases} \sum_{n=1}^3 k_n = 1 \\ \sum_{n=1}^3 k_n V_n = V \\ \sum_{n=1}^3 k_n T_n = T \end{cases} \quad (2)$$

Коефіцієнти суперпозиції будуть обчислені за формулами (3):

$$k_s = \frac{\Delta_s}{\Delta}, \quad s = \overline{1,3}. \quad (3)$$

Висновки. На основі геометричного апарату суперпозицій розроблено спосіб, що дозволяє формувати одновимірні ГО у вигляді дискретних рядів точок кривих, які проходять через довільно задані три вузлові точки. На прикладі показникової функціональної залежності показано, що запропонований спосіб дозволяє за трьома довільно заданими точками виконувати суцільну одновимірну дискретну інтерполяцію числовими послідовностями будь-яких функціональних залежностей.

1. Vorontsov O. Discrete modeling of building structures geometric images. / O. Vorontsov, L. Tulupova, O. Vorontsova // International Journal of Engineering & Technology. Vol. 7 No. 3.2 (2018). P. 727 – 731.

2. Воронцов О.В. Дискретна інтерполяція суперпозиціями одновимірних точкових множин показникових функцій. // Прикладна геометрія та інженерна графіка.: зб. наук. праць – Вип. 94. – К.: КНУБА, 2018. – С. 296-300.

ОГЛЯД МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ АНОРМАЛЬНИХ НЕВРОЛОГІЧНИХ РУХІВ З УРАХУВАННЯМ КОГНІТИВНИХ FEEDBACK-ВПЛИВІВ НЕЙРОВУЗЛІВ КОРИ ГОЛОВНОГО МОЗКУ

Використовуючи новітні технології, зокрема: штучний інтелект, нові високопродуктивні обчислювальні рішення з урахуванням сучасних архітектур програмного забезпечення, систем паралельних багатокрокових обчислень, нових алгоритмів багатопараметричної ідентифікації та ін. можна забезпечити системний підхід до проектування методів цифрової діагностики стану здоров'я, особливо для людей, уражених критичними захворюваннями нервової системи [1].

В основу апаратного рішення покладено планшет із шаблоном спіралі Архімеда, пристрій графічного цифрового пера з вбудованим 3D-мікроакселерометром та електроенцефалограф (ЕЕГ). За допомогою використання вбудованого модуля 3D-мікроакселерометра в цифрове перо графічного планшета забезпечується умова збереження існуючої задовільної точності вимірів з додатковою можливістю контролю відриву пера від поверхні.

Мікроконтролер (цифрове перо) зчитує та обробляє інформацію з тривимірного датчика (мікроакселерометра). Відповідно до запропонованих формул визначаються покази миттєвих координат положення акселерометра в просторі [2]. У паралельному потоці отримується інформація про рух електронного пера по площині графічного планшета. Оцифроване значення положення ручки передається на комп'ютер. Дані про рух пера у вигляді 3D-моделі формуються з можливістю розкладання складних 3D-рухів на три проекції (x, y, z) та подальшого аналізу кожного з них. Для вимірювання сигналів протягом його тривалості використовується система датчиків у вигляді спеціального шолома, який контактує з відповідними нейронами кори головного мозку пацієнта протягом усього часу використання цифрової ручки, яка реєструє поведінку кінцівки. Дані електроенцефалограм, записані датчиками шолома, зберігаються у базі даних.

Відповідно, можна простежити кореляцію розподілу трендів ЕЕГ-сигналів, яка контролює коливальний неврологічний рух і в цілому визначає динаміку руху для кожного відрізка маршруту (траси). Розподілення можна встановлювати автоматично і довільно, з будь-якою кінцевою кількістю сегментів, довжини яких можуть бути різними залежно від рівня деталізації ділянок руху та вибору основних функцій та побудови на їх основі прийнятних залежностей їх наближення. Одним із критеріїв визначення довжини елементів розподілення можуть бути амплітудні характеристики окремих тенденцій рухів та інші [2].

Розроблена методика дозволяє збільшити якість і точність ідентифікації рухових патологій, значно оптимізувати обсяги обчислень через їх розпаралелювання, зменшити кількість обчислювальних елементів, забезпечити реальний час при зростанні вимог до кількості даних, розробити платформу незалежні динамічні архітектури програмного забезпечення.

1. Rajaraman V., Jack D., Adamovich S. V., Hening W., Sage J., Poizner H. A Novel Quantitative Method for 3D Measurement of Parkinsonian Tremor. *Clinical Neurophysiology*. 2000. Vol. 11. Issue 2. P. 187–369.
2. Mykhalyk D., Mudryk I., Hoi A., Petryk M. Modern Hardware and Software Solution for Identification of Abnormal Neurological Movements of Patients with Essential Tremor. *Proceeding of the 9th International Conference on Advanced Computer Information Technologies* (Czech Republic, Budejovice, June 5-7, 2019). 2019. P. 183–186.

АНАЛІЗ ІННОВАЦІЙНИХ BIM-ТЕХНОЛОГІЙ В БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ

Технологія BIM - ця аббревіатура, розшифровується як Building Information Modeling, тобто створення інформаційного моделювання будівель і споруд. Готовий проект з використанням даної технології повинен бути виконаний в тривимірному просторі. Він повинен складатися не просто з несучих ліній і текстур, як при класичному 3D-моделюванні, а і з безлічі штучних елементів, які в реальному житті мають фізичні властивості.

Про будь-які процеси, що будуть відбуватися у вже зведеній будівлі, можна дізнатися, використовуючи технологію BIM. Це обумовлюється перекладом в цифровий масштаб усіх знань про матеріали, технологічності тих чи інших будівельних рішень, а також про кліматичні умови, інтенсивність експлуатації та інше. Також незаперечною перевагою інформаційного моделювання перед САД моделюванням є можливість виявлення набагато більшого відсотка помилок, колізій і невідповідностей всередині єдиного проекту.

Проблема впровадження програмних комплексів BIM є важливою і вкрай актуальною для проектних організацій нашої країни. Інформаційний підхід в розробці проектів відкриває нові горизонти в питаннях економії ресурсів, особливо фінансових і тимчасових. Метою даної статті є визначення і вивчення інноваційної BIM-технології в галузі проектування мостів, а також розкриття проблеми впровадження BIM-технологій в мостове проектування.

У багатьох країнах Європи впровадження передових BIM технологій проводиться цілеспрямованими діями влади. Зокрема, у Великобританії, ще в 2010 році, був затверджений план заходів, відповідно до якого, починаючи з 2016 року всі фінансовані державою будівельні проекти повинні розроблятися відповідно до стандартів BIM. Україна також не відстає від решти спільноти, і з 2019 року розробляє концепцію впровадження BIM на будівництві.

Використання BIM у галузі цивільного будівництва стало досить поширеним явищем, але в області будівництва штучних транспортних споруд, процес впровадження даних технологій йде зі значним відставанням.

Вченими ХНАДУ був проведений аналіз експлуатаційного стану мостів Харківської області станом 2016 року і до цього дня, котрий показав наявність в експлуатації більше 800 мостових споруд. З них 84% – залізобетонні мости, 9% – металеві, 5% – сталобетон мости і 2% – дерев'яні. Велика частина металевих мостів (46%) виконані з прогонових споруд довжиною 24-34м, 19% – 16-24м, 19% – 10-16м, 6% – 34-70м, 6% – 4-6м та 4% – 6-10м. Як показали матеріали обстежень і розрахунків мостів 46% споруд не відповідають сучасним навантаженням. Це мости споруджені до 1962-1963 років, запроектовані під навантаження Н-10, Н-13 і НГ-60.

Нами були вивчені статті, що в повній мірі розкривають можливості BIM-проектування, і статті, що відображають рівень поширеності інформаційних технологій в цивільному будівництві та конкретно будівництві мостів на даний момент. Ми можемо констатувати, що будівельна галузь, разом із суміжними, має тенденцію до переходу з виробництва креслень до генерації та управління інформацією як інтелектуальним, аналітичним активом, що суттєво змінює сам підхід до всіх процесів і зміщує акцент з їхнього лінійного покрокового поступу на більш інтерактивний.

Висновки. В результаті застосування BIM-технологій, час реалізації проекту скорочується в два рази, а також значно простіше і зручніше здійснюється обслуговування готового об'єкта. Відповідно до визначеної мети були вирішені такі завдання, як виявлення переваг і недоліків використання BIM-технологій в мостовому проектуванні, а також вивчення факторів, що впливають на перехід до використання даних технологій в проектних організаціях.

ПАРАМЕТРИЧНИЙ ПІДХІД ДО ТРИВИМІРНОГО КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОРНАМЕНТІВ

Основою процесу технологічної підготовки автоматизованої орнаменталії є створення віртуальної моделі орнаменту в форматі, що дозволяє на її основі програмувати автоматизоване виробниче обладнання. Використання такої програми як Autodesk Inventor може дозволити суттєво спростити розробку конструкцій, що містять елементи геометричних орнаментів різних типів, пришвидшити аналіз обраної геометрії.

Сучасні засоби комп'ютерного геометричного моделювання, дають широкі можливості для створення параметричних моделей, що допускають найширші діапазони зміни геометрії моделі при зміні всього декількох чисельних значень в таблиці параметрів (у тому числі з використанням вбудованої мови програмування iLogic). В роботі було застосовано параметричний підхід до моделювання, трансформування та відтворення за допомогою програми Autodesk Inventor геометричних орнаментів в традиційному стилі декоративно-прикладного мистецтва. Була виконана розробка та апробація в середовищі програми алгоритмів побудови параметричних тривимірних комп'ютерних моделей первісних фігур геометричних орнаментів, що містять у своєму складі спіралі різних типів або циклоїдальні криві. Розроблено рекомендації до моделювання орнаментів, що характеризуються різними видами симетрії. Як приклад, на рис. 1 наведено результати побудови моделей первісної фігури, ескізами для якої стали подовжені епі- та гіпоциклоїди, та сітчастого орнаменту на її базі.

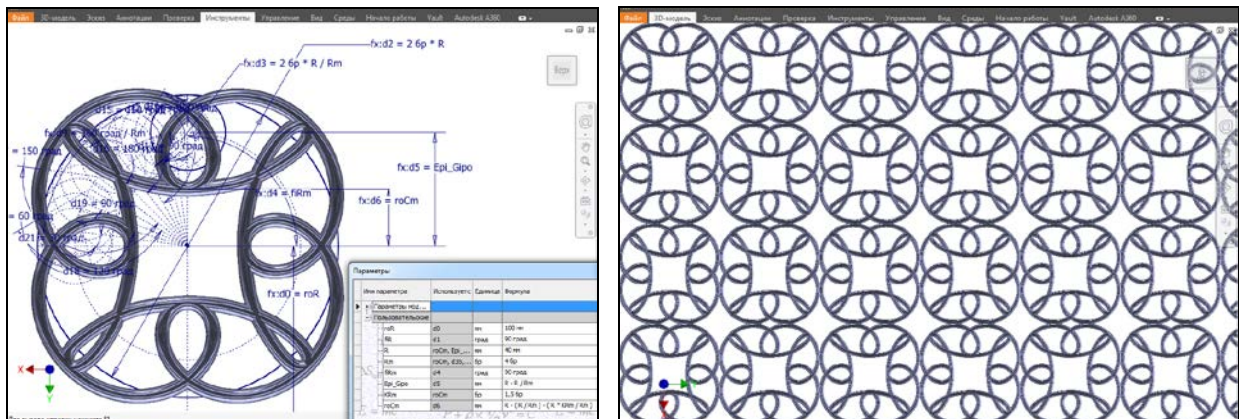


Рис. 1. Параметричний первісний елемент та сітчастий орнамент на його базі.

В роботі запропоновано алгоритми швидкого переходу від епі- до гіпоциклоїди (подовженої або скороченої) як при геометричному, так і при аналітичному завданні кривих, що застосовуються при подальшому тривимірному моделюванні геометричних орнаментів.

Програма Autodesk Inventor дає змогу здійснювати перенесення і копіювання об'єктів, масштабування, поворот об'єктів на заданий кут, симетричне копіювання елементів, копіювання з поворотом навколо зазначеної точки (використовується, для створення "розетки"), копіювання уздовж прямої (для отримання "бордюру"), створення прямокутної сітки (дозволяє отримати сітчастий орнамент).

Висновки. Комп'ютерні технології можуть суттєво прискорити проектування виробів, що містять у собі орнаментальні зображення. Наведені алгоритми та підходи до створення комп'ютерних моделей було апробовано на орнаментах розеткового, стрічкового (бордюри) та сітчастого типів. Всі отримані моделі є параметричними, тобто дають змогу швидко створювати та аналізувати різні варіанти дизайнерських рішень.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТА АЛГОРИТМ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗА МАСОЮ ТРАНСМІСІЇ ГУСЕНИЧНОГО ТРАНСПОРТЕРА-ТЯГАЧА МТ-ЛБ

В Україні та в інших країнах широко застосовується легкий багатоцільовий гусеничний транспортер-тягач МТ-ЛБ. На сьогодні він не відповідає тактико-технічним характеристикам з точки зору потужності та середніх швидкостей руху. За останні роки запропоновано багато варіантів його модернізації, більшість з яких полягає в заміні двигуна на більш потужний. При цьому виникає проблема перевантаження трансмісії, але підвищити її навантажувальну здатність шляхом збільшення габаритів неможливо. Це зумовлено лімітованим об'ємом моторно-трансмісійного відділення (МТВ). Тому проектування нової, оптимальної за масою, трансмісії при забезпеченні її навантажувальної здатності, довговічності та умови розміщення в існуюче МТВ є актуальною науково-практичною задачею [1].

Було побудовано цільову функцію для випадку мінімізації маси трансмісії. У якості змінних проектування обрано геометричні параметри зачеплень – модулі зачеплень m , числа z та кути нахилу β зубців. З метою скорочення розмірності задачі числа зубців ведених коліс коробки не є змінними проектування, а розраховуються через числа зубців привідних коліс та наперед задані передавальні відношення трансмісії.

Сформовано систему обмежень на змінні проектування та запропоновано методику динамічного змінення обмежень на числа зубців коробки передач. Обмеження враховують конструктивні особливості трансмісії, геометричні та кінематичні характеристики зубчастих передач, міцність та витривалість зачеплень, а також габарити існуючого МТВ. Запропоновано послідовність перевірки обмежень, яка дозволить зменшити обсяг та час розрахунків для знаходження найкращого рішення.

Розв'язання задачі виконується на основі зондування простору параметрів, для пробних точок в одиничному багатомірному кубі використовуються точки ЛПт-послідовності [2].

Також було розроблено прикладну методику та докладний алгоритм оптимального проектування трансмісії. Вони враховують конструктивні, технічні та технологічні особливості останньої, а також дають змогу підвищити точність розрахунків за рахунок керуванням похибками обчислень передавальних відношень та рівності міжосьових відстаней зачеплень коробки передач та додаткового редуктора трансмісії. Алгоритм містить наступні етапи: ввід вхідних даних; генерування зовнішньої ЛПт-послідовності; перевірка відповідних обмежень; перевірка обмеження на міжосьові відстані; розрахунок для пробної точки передавальних відношень коробки передач; визначення граничних чисел зубців; генерування внутрішньої ЛПт-послідовності; перевірка відповідних обмежень; пошук найкращого варіанта; збільшення точності розрахунків; уточнення параметрів; додаткові перевірені розрахунки.

Висновки. В результаті досліджень отримано математичну модель, прикладну методику та алгоритм оптимального проектування трансмісії багатоцільового гусеничного транспортера-тягача МТ-ЛБ. Його застосування дозволить швидко і ефективно знайти конструктивні параметри трансмісії, що забезпечують її мінімальну масу при виконанні умов навантажувальної здатності, довговічності та потрібних габаритів.

1. Александров Е. Е., Самородов В. Б. Проблемы многокритериальной оптимизации трансмиссий транспортных средств. *Машиноведение и техносфера на рубеже 21 века*. Т. 1. Донецк, 1999, с. 26–29.
2. Соболев И. М., Статников Р. Б. *Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями*. Москва, Дрофа, 2006. 175 с.

ОЦЕНКА МОЩНОСТИ НЕКОТОРЫХ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ ТРЕНДА

Выбор трендовых критериев для решения прикладных задач является сложной проблемой, поскольку требования к ним всегда являются противоречивыми. С одной стороны, трендовые критерии должны иметь высокое быстродействие для установления и предупреждения развития аварийных ситуаций, с другой стороны, такие критерии должны иметь высокую достоверность, т.е. минимальное значение вероятности ошибочных решений, которые могут сопровождаться необоснованным снятием диагностируемого объекта из эксплуатации (ошибка первого рода, ошибочная тревога), или пропуском тренда (ошибка второго рода).

Предлагается подход к выбору и сравнению критериев, которые применяются при анализе временных рядов параметров регистрации технического состояния сложных технических объектов. Подход основан на установленных важной характеристике трендовых критериев, а именно мощности таких критериев, которые рассматриваются как критерии различения сложных гипотез. Для анализа избраны наиболее распространенные непараметрические критерии тренда: критерий Вальда-Вольфовитца; критерий Бартлеса; критерий инверсий; а также параметрический корреляционный критерий для сравнения.

Целью работы является обоснование подхода к оценке мощности ряда непараметрических трендовых критериев и их сравнительный анализ.

Для анализа предлагается статистическая модель порождения данных в виде совокупности детерминированной трендовой и случайной составляющих. Детерминированная составляющая рассматривается в виде линейного приближения ее разложения в ряд Тейлора. Случайная составляющая принимается в виде выборки из генеральной совокупности независимых случайных величин, которые имеют нормальное распределение.

Параметром развития тренда избрано отношения прироста тренда за время анализа к СКО случайной составляющей. Для рассмотренных трендовых критериев получены зависимости их мощности от параметра развития тренда и вероятности ошибки первого рода (ошибочная тревога), а также оперативные характеристики критериев. Анализ выполнен методами аналитических оценок и статистического моделирования. Установлено, что в случае альтернативы статистики анализируемых критериев нормализуются, а статистика корреляционного критерия своего вида не изменяет.

Выводы. Сравнение трендовых критериев по мощности при равных значениях вероятности ошибки первого рода позволяет установить преимущество критерия инверсий, а худшие показатели имеет критерий Вальда-Вольфовитца. Оценка мощности критериев тренда имеет важное значение для прикладных применений, поскольку позволяет установить вероятность ошибки второго рода.

1. Myrhorod, V. "Two-dimensional trend analysis of time series of complex technical objects diagnostic parameters" / V. Myrhorod, I. Hvozdeva, Y. Derenh / 11th International Conference for Promoting the Application of Mathematics in Technical and Natural Sciences - AMiTaNS'19, AIP Conference Proceedings, 060013 (2019), vol. 2164, №1, pp. 040011-1-040011-12, DOI: 10.1063/1.5130815
2. M. Kendall and A. Stuart, The advanced theory of statistics (Hafner, New York, 1979, Vol. 2), 748 p.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ЛЮДИНО-МАШИННОГО ІНТЕРФЕЙСУ СУДНОВОЇ ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ

На судах з класами автоматизації AUT 1 - ICS і AUT 2 - ICS проблеми контролю і управління судновими технічними засобами вирішуються судновими інтегрованими системами (СІС), які з'єднані в єдиний комплекс систем автоматичного управління. Під інтеграцією систем розуміється цілеспрямоване об'єднання їх програмних і апаратних засобів в цілісну систему, що реалізує задані функції і задовольняє заданим вимогам. Основне завдання, яке вирішується судновими інтегрованими системами, полягає в інформаційній підтримці рішень, прийнятих обслуговуючим персоналом. Найбільш важливими вимогами, що пред'являються до СІС як к інформаційним системам, є вимоги до швидкості процесів обробки, видачі даних і оперативності виконання завдань оператора.

На сучасному етапі розвитку технологій бездротових засобів зв'язку ще не в повній мірі використовуються всі можливості ефективного використання людино-машинного інтерфейсу [1]. Тому тема дослідження, спрямованого на підвищення оперативності та надійності функціонування СІС шляхом удосконалення людино-машинного інтерфейсу є актуальною.

Мета дослідження полягає в підвищенні оперативності та надійності функціонування суднових інтегрованих систем шляхом удосконалення людино-машинного інтерфейсу на основі застосування сучасних інформаційних технологій.

В роботі розглянута СІС, яка розділена на чотири рівня управління, має модульний дизайн і будується на з'єднанні операторної станції з модулями вводу/виводу за допомогою локальної інформаційної мережі. Для вирішення завдань створення мобільних людино-машинних інтерфейсів на основі проведеного експерименту визначена кількість, моделі та місця розташування роутерів і точок доступу, необхідних для забезпечення достатнього покриття Wi-Fi зони судна. Процес розробки та побудови бездротової локальної обчислювальної мережі здійснений на основі використання спеціалізованого програмного забезпечення, зокрема застосований планувальник бездротових мереж D-Link Wi-Fi Planner PRO [2].

Для забезпечення зв'язку мобільних робочих місць з судною автоматизованою системою управління розроблено програмне забезпечення, яке ґрунтується на технологіях побудови web-додатків за допомогою мови JavaScript. Зв'язок обслуговуючого персоналу з автоматизованою системою управління здійснюється через встановлений на мобільному робочому місці браузер. Стеження за графічним відображенням технологічних процесів здійснюється за допомогою моделей, побудованих на основі когнітивних технологій.

Висновки. Використання в складі суднових інтегрованих систем розроблених переносних пультів управління дозволить оперативно управляти технологічними процесами в зоні покриття Wi-Fi, що дозволить підвищити оперативність та надійність функціонування цих систем.

1. Митрофанов А.А., Гвоздева И.М. Повышение оперативности управления судовыми интегрированными системами путём усовершенствования человеко-машинного интерфейса. *Суднова електроінженерія, електроніка і автоматика*: матеріали міжнародної науково-технічної конференції, 5-6 листопада 2019 р. Одеса, НУ “ОМА”, 2020. С. 68–71.
2. Інтернет джерело: <http://www.dlink.ru/by/products/5/2067.html>

АЭРОДИНАМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ТУРБОГЕНЕРАТОРНОГО ТИПА В УСЛОВИЯХ ПЕРЕМЕННОГО ВЕТРА

На основе предложенного подхода получено в безразмерном нормированном виде математическое описание [1, 2] динамики безмультипликаторной турбогенераторной ветроэнергетической установки (ВЭУ). Предлагаемая математическая модель использована для оценки располагаемых запасов аэродинамической устойчивости ВЭУ для различных ветровых условий.

Предложенный подход основан на формировании уравнений динамики вращательного движения винтовых групп с использованием законов сохранения и равновесия с учетом аэродинамических характеристик ветроколеса и турбомашин. Затем на основе метода эквивалентных преобразований математических моделей получены уравнения динамики ветроэнергетической установки в нормированном виде относительно быстроходностей ветроколеса и каждой из турбомашин. Уравнения динамики ветроэнергетической установки в нормированном виде представляют собой систему нелинейных параметрических дифференциальных уравнений, параметры которых зависят как от конструктивных особенностей установки, так и от параметров ветрового потока. Предлагаемые уравнения динамики в нормированном виде имеют симметричный вид и могут быть использованы на этапе проектирования для различных схем построения ВЭУ.

Наиболее важным результатом исследования является установленная зависимость параметров нелинейных уравнений динамики ВЭУ от градиента скорости ветра. Методами компьютерного моделирования выполнено исследование зависимости запасов аэродинамической устойчивости установки от скорости ветрового потока и градиента этой скорости. Установлено, что при наличии положительного градиента скорости ветрового потока запасы аэродинамической устойчивости ВЭУ при постоянной нагрузке снижаются. Положительный градиент скорости ветрового потока может быть вызван, например, порывами ветра либо сдвигом ветра. Эффект уменьшения запасов аэродинамической устойчивости ВЭУ более значительный при меньших скоростях ветрового потока.

Выводы. Предлагаемые уравнения динамики ВЭУ в нормированном виде могут быть использованы для решения широкого круга задач проектирования и исследования динамических режимов ветроэнергетических установок для условий переменного ветрового потока. Перспективы дальнейших исследований заключаются в исследовании влияния турбулизации ветрового потока.

1. Миргород В.Ф., Ранченко Г.С., Голубенко Н.С. Моделирование динамических режимов ветроэнергетической установки большой мощности. *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. 2006. № 4(30). С. 96–99.
2. Гвоздева И.М., Миргород В.Ф., Деренг Е.В., Полищук П.И., Глазева О.В. Преобразование математической модели динамики ветроэнергетической установки к нормированной форме. *Електромеханічні і енергозберігаючі системи*. 2012. № 3(19). С. 456–458.

OPTIMIZED VOLUME RENDERING USING OCTREE ON A GPU

Volumetric data is a three-dimensional array of cubic elements (voxels) representing units of 3D space. Volume visualization is the process of converting volume data, after pre-processing, into a two-dimensional image, which can be shown on a computer screen, representing an object or phenomenon in a realistic way, visually transmitting them the internal structure [1]. A review of existing methods for accelerating algorithms for tracking and discarding rays shows that most of them are based on one or more principles: coherence in voxel space; coherence in pixel space; coherence of rays; coherence of frames; spatial jumps (space-leaping) [2].

In this paper, we propose a method for speeding up calculations using the octal tree structure.

When performing volume rendering, usually only a small amount is used the percentage of all voxels actually contributes to the final the image, the rest remain invisible. The goal is to reduce the selection of voxels in 3D areas that contain the same or similar values. First, a low-frequency sample of volume points is considered when the beam passes through. To do this, take a large step between the selection points, if between two neighboring selection points show a large difference in values, and an additional point is selected between them. This the basic idea is generalized in order to reduce the sample size in areas where opacity makes a small contribution or areas where the volume is uniform. Every octree node corresponds to a cuboid part of the voxel volume. A cuboid is divided into eight parts, corresponding to the child nodes. Octree is kept in main memory. It describes the area of the visible data.

For trilinear interpolation, the cell is defined as a cube whose eight corners are adjacent to the voxel values. For each position inside the cell, the intensity value is defined as a trilinear interpolation of angular values. Hence, the cell it can be completely empty only if it has eight angular values they are completely transparent after application the transfer function. Each node of the octal tree has a variable describing the ratio of visible data to the total amount of data in the cube. At the last level of the tree, each node represents one cell that is either completely filled in or empty. Every higher octree level nodes ratio is calculated by averaging the ratios of its children. This calculation only needs to be performed when the transfer function has changed. In process traversing a node, its children have to be sorted in a front to back order. While a node is to be drawn, the cuboid box corresponding to this node is sliced, and the slices are rasterized and blended into the previously drawn slices.

A software model was developed and implemented to ensure the most effective interactive work with the GPU [3, 4]. The model is based on presenting the entire work to the user in a hierarchical tree, where individual elements represent the current work parameters and possible settings.

With this approach, the continuous process of getting an image on the screen looks like a dynamically managed data interpretation pipeline, with the ability to enable/disable and configure individual nodes. All settings that you can change are grouped into separate elements, which allows you to work with them (including writing and saving) as with ready-made sets. Each key stage of visualization corresponds to an element in the tree that is presented to the user. To ensure that the tree is represented and interacts effectively with it, the class representing each element inherits basic functions from a single class. This class provides:

- visual presentation elements (for example, that the active elements are shown in bold and full-color icons), change notification status or properties of an item all related items and their Windows, shortcut, and popup menus, etc.;

- the installation and removal activity element and, after the appropriate check constraints, the corresponding changes in the rendering process;
- basic properties (name, file path, whether the item can be copied, deleted, etc.), templates to ensure that these properties are changed, loaded, and saved;
- All work with descendants in the tree (for example, limiting the maximum number of active descendants and checking its execution, etc.);

To ensure uniform interaction between the element and its representation to the user, this class, in turn, is inherited from the MFC - class CDocument, which makes available all the functionality of the "document-view" architecture.

The most important element is an element that represents a data file in some format. This element has internal structures that describe values at volume points, and can describe multiple fields at each point, such as density and temperature. All these fields are visually represented in the tree as descendants of the "data file" element and can be active (i.e. rendered) just double-click on the corresponding element. In this way, various fields can be drawn together or separately, including from different files. To do this, just drag and drop (or copy and paste) the desired field element from one data file element to another and make it active. All processes and necessary transformations to get a new volume from different fields, such as data re-scaling, are implemented so that the user's participation is minimal. The values at the points of each field can be converted to color and transparency values via a separate table (CLUT - Color Lookup Table), which is represented to the user by the fact that each element of the "field" type has descendants of the "CLUT" type, of which only one can be active, i.e. enabled.

The translation table field values to color and transparency, is presented to the user separately for each component of RGBA (Red Green Blue Alpha) plane, where one axis represents the possible value of the field at point and the other with the corresponding value of the component.

Testing was performed on a computer with an Intel Core 2 CPU E8400 3.0 GHz, and a GeForce 8800 GTX graphics accelerator. Performance was tested on 512³-size scenes, and the optimized version worked much faster. Visualization of the non-optimized version took an average of 9 frames per second, while the optimized version took 80 frames per second.

Conclusion

In this paper, we present a method for accelerating volumetric rendering based on the GPU. Using the octal tree structure, it becomes possible skipping data that is not visible after applying the transfer function. Therefore, if the rasterization is eliminated bottleneck.

Optimal ratio the parameters of the octal tree are determined by the rasterization phase and the compromise between the number of rasterization operations and the data throughput. Because octree depends on the transfer function, it must be recalculate when the transfer function changes. The results show that parameters can be optimized for various graphics cards.

References

1. Barthold Lichtenbelt, Randy Crane, Shaz Naqvi, "Introduction to Volume Rendering" (Hewlett-Packard Professional Books), Hewlett-Packard Company 1998.
2. Sobierajski L., D. Cohen, A.Kaufman, R.Yagel, and D.Acker, "A Fast Display Method for Volumetric Data", The Visual Computer, 10(2):116-124, 1993.
3. Романюк О. Н., Довгалюк Р. Ю., Олійник С. В. Класифікація графічних відео-адаптерів // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Сер. : Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка. - 2011. - Вип. 14. - С. 211-215.
4. Романюк О. Н., Дудник О. О., Костюкова Н. С Реалізація альтернативного конвеєра рендерингу на GPU з використанням об-числювальних шейдерів // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія : «Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка». – 2017. – № 2. – С. 103-109.

ПРО ЗАДАЧУ ЧИСЕЛЬНОГО ІНТЕГРУВАННЯ ПО ОБЛАСТІ ОКТАЕДРА

При розв'язанні задач математичної фізики методом скінченних елементів (МСЕ) для об'ємних областей із використанням решіток тетрадрально-октадральної структури існує задача вибору певного базису октаедра та формули чисельного інтегрування по даному багатограннику. Чисельний розв'язок задачі є розв'язком системи лінійних алгебраїчних рівнянь з коефіцієнтами, які є елементами матриць жорсткості та мас. Елементи локальних матриць жорсткості та мас знаходять інтегруванням добутків базисних функцій та їх похідних по області скінченного елемента (СЕ). Від точності кубатурних формул залежить точність розв'язку граничної задачі.

Чисельне інтегрування є невід'ємною частиною програмної реалізації МСЕ. Вибір певної кубатурної формули залежить від геометрії та порядку СЕ. Якщо розрахункова область дискретизована решіткою тетрадрально-октадральної структури, існує задача побудови кубатурних формул по октаедру, який не включено до бібліотеки СЕ відомих програмних комплексів. Питання чисельного інтегрування по області тетраедра докладно описано в роботах [1, 2] та використовується при алгоритмізації МСЕ сучасними системами скінченно-елементного аналізу.

При дискретизації розрахункової області лінійними октаедром та тетраедром задачу чисельного інтегрування по області октаедра частково розв'язано. Побудовані кубатурні формули для обчислення локальної матриці жорсткості для октаедра з кусково-лінійним, тригонометричним та поліноміальними другого порядку базисами. Кубатурна формула для обчислення елементів локальної матриці мас побудована для октаедра з тригонометричним базисом. Кубатурні формули для октаедра з тригонометричним та поліноміальними другого порядку базисами є точними, відповідно, для тригонометричного окремого виду та алгебраїчного третього порядку поліномів та містять мінімальну кількість вузлів інтерполяції.

У даній роботі побудовано кубатурну формулу для квадратичного октаедра з поліноміальним четвертого порядку базисом [3]. Дана формула є точною для алгебраїчних тривимірних поліномів сьомого порядку та має два різних набори координат вузлів та вагових коефіцієнтів. Отримано оцінку залишкового члена кубатурної формули для підінтегральних функцій, які належать класу $C^8(\Omega)$. Теоретичні результати перевірено при обчисленні елементів локальної матриці жорсткості для системи поліноміальних четвертого порядку базисних функцій квадратичного октаедра. За результатами обчислень визначено оптимальну за точністю кубатурну формулу для знаходження елементів локальної матриці жорсткості квадратичного октаедра з поліноміальними четвертого порядку базисними функціями. Вагові коефіцієнти даної формули є додатними, одна з чотирьох груп вузлів інтерполяції не належить області октаедра.

Побудована кубатурна формула може бути застосована при розв'язанні граничних задач математичної фізики для об'ємних областей, які дискретизовані решіткою тетрадрально-октадральної структури.

1. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. Москва, 1975. 541с.
2. Пинежанинов Ф. Интегрирование конечных элементов. URL: <http://old.exponenta.ru/soft/mathemat/pinega/a8/a8.asp#3> (дата звернення: 13.07.2020).
3. Мотайло А.П. Побудова гармонічного базису квадратичного октаедра. *Сучасні технології промислового комплексу: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції (Херсон, 10–15 вересня 2019 р.)*. Херсон: ХНТУ, 2019. С.178–180.

АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ РЕШЕНИЯ ОБЩЕЙ ТРЕХМЕРНОЙ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ ДЛЯ СИСТЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ

соиск. А.Г. Овский, к.ф.-м.н., ЗНУ, г. Запорожье

Обоснована необходимость внедрения алгоритма решения общей задачи теории упругости в цилиндрической системе координат. Получены новые результаты в системе компьютерной математики Maxima по автоматизации метода начальных функций

В.З. Власова [1].

Реализация алгоритма вошла в пакет подпрограмм, разработанный автором [3], позволила расширить класс решаемых задач. Таким образом, достигнута универсальность метода начальных функций. Ранее осуществлялось математическое моделирование с применением метода начальных функций [4] лишь в декартовой системе координат, алгоритмы для полярной системы координат в двухмерном случае и цилиндрической системы координат - в трехмерном, позволяют перейти к новым классам задач. Как и ранее [3], используется упрощающая символика, которая заменяет операции дифференцирования алгебраическими операциями умножения.

Решение, полученное в СКМ совпадает с решением В.В. Власова [2]. Это позволяет применять его в математическом моделировании задач на ЭВМ (электронно-вычислительной машине). Для каждой конкретной задачи теории упругости в цилиндрической системе координат необходимо задание начальных функций и символические преобразования над линейными дифференциальными операторами решения. Это также выполняет СКМ, используя специальные подпрограммы библиотеки.

Для того чтоб получить операторы решения в СКМ Maxima вводится система команд: **load(vlas)** – загрузка основной библиотеки; **operators(D3, cylindric)** – выбор алгоритма получения операторов для цилиндрической системы координат, здесь **D3** – размерность системы координат (трехмерная), **cylindric** – тип системы координат соответственно. Результат – линейные дифференциальные операторы решения. Они хранятся в переменных системы $L_{uu}, L_{uv}, L_{uw}, \dots, L_{rr}, A_u, \dots, A_r, B_u, \dots, B_r, C_v, C_t$.

Список литературы: 1. Власов В.З. Избранные труды. Том I. Очерк научной деятельности. «Общая теория оболочек». Статьи. / В.З. Власов – Москва. Издательство АН СССР, 1962. – 528 с. 2. Власов В.В. Метод начальных функций в задачах теории упругости и строительной механики / В.В. Власов – М.: Стройиздат, 1975. – 223 с. 3. Овский А.Г. Препроцессор решения статических двумерных и трехмерных задач теории упругости / А.Г. Овский, В.А. Толок // Журнал информационные технологии моделирования и управления. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет. Липецкий государственный университет. Бакинский государственный университет. – 2014. - №1(85). – С. 47-58. 4. Овський О.Г. Математичне моделювання деформування тришарової пластини на пружній основі / О. Г. Овський, В. В. Леонт'єва, Н. О. Кондрат'єва // Вісник Запорізького національного університету. Фізико-математичні науки. - 2016. - № 2. - С. 192-201.

SOME QUESTIONS OF MODELLING THE LASER-INDUCED OPTICAL BREAKDOWN OF MATTER

Problems of studying the laser-induced optical breakdown and shock processes in matter as Nonlinear (NLO) and Relaxed (RO) Optical processes are connected with acoustic (thermal), electromagnetic (plasma and Nonlinear optical) and photochemical nature [1-4]. These processes may be connected with diffractive stratification of laser beam, self-focusing, self-trapping, generation of supercontinuum radiation (ordered – Cherenkov radiation, and disorder – plasma radiation) [4, 5].

We present this problem from one point of view for all media – from gases to solid [1-4]. The attempt of observation this problem in main detail in whole are represented in [4] only.

According to [1-4], optical breakdown is understood as catastrophic damage caused by strong laser radiation, The cause of optical breakdown is avalanche ionization [1,2]. This process is differed from heat breakdown, which is result of laser-induced heat of irradiated matter, to direct optical multiphotonic ionization. Roughly speaking the optical breakdown is result of rapid introducing energy to matter with laser help. Optical breakdown determine a limit laser intensity of laser radiation, which irradiated matter can absorb.

In whole this problem [1-4] is very complex problem. From physical-chemical point of view the optical breakdown is the regime of fool breakage of all chemical bonds in irradiated matter in zone of laser irradiation [3, 4]. In this case we can determine the threshold of breakdown of irradiated matters with help methods of RO (cascade model of excitation the proper chemical bonds in the regime of saturation the excitation) [3, 4]. This regime may be received with help three ways. First is thermal. In this case the basic relaxation of first order processes of optical excitation are thermal [2, 3]. Examples of these processes may be regimes of continuous and milisecond laser irradiation of matter [3, 4]. Second is plasma. In this case the main role of the optical breakdown has process of formation “collective” electromagnetic (electron-ionic) process [2, 3]. The examples of this processes are the irradiation in the nanosecond, millisecond or nanosecond regimes of irradiation [2, 3]. In this case laser-induced plasma radiated continuum optical spectra in all direction (star effect) [2]. Third is direct optical [4]. In this case we have direct multiphotonic ionization and these processes have oriental nature [3, 4]. The second order irradiation has Cherenkov nature [3, 4]. The experimental data were received for nanosecond, picosecond and femtosecond regimes of irradiation [3, 4]. This differentiation is connected with various nature of relaxation of first-order optical excitations. Thus we have three ways for the receiving of laser-induced breakdown.

The comparative analysis of three types modeling is represented. We show that third direct laser-induced breakdown is companioned by the nonlinear optical transformation of initial radiation (diffraction stratification, Cherenkov radiation and interference of its radiation). The chain of corresponding models for various media (solid, liquid and gas) are represented and discussed [3,4].

Thus we show that large value for the laser-induced optical breakdown has nonlinear optical processes and therefore this process has complex chain nature this fact must be included for the modeling these processes [3, 4].

1. Shen Y. R. Principles of Nonlinear Optics. New-York: Wiley Interscience, 2002. 563 p.
2. Veyko V. P., Libenson M. N., Chervyakov G. G., Yakovlev E. B.. Interaction laser irradiation and matter. Force optics. Moscow: Phyzmatlit, 2008. 312 p. (In Russian)
3. Trokhimchuck P. P. Relaxed Optics: Modeling and Discussions. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2020. 249 p.
4. Trokhimchuck P. P. Some Problems of the Modeling the Optical Breakdown and Shock Processes in Nonlinear and Relaxed Optics. *IJARPS*. 2020. Vol.7, is.5. P. 17-30.

ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОСТОРОВОГО ТА РАДІОМЕТРИЧНОГО РОЗРІЗНЕННЯ БАГАТОСПЕКТРАЛЬНИХ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ НА ОСНОВІ ЇХ АНАЛІТИЧНИХ СИГНАЛІВ

Мета тематичного аналізу зображень, сформованих засобами дистанційного зондування з аерокосмічних носіїв у низці спектральних інтервалів проміння – носія видової інформації полягає у визначенні характеристик візуалізованих матеріальних об'єктів [1]. Найважливішими характеристиками таких зображень є просторова та радіометрична розрізнявальні здатності.

У роботі запропоновано метод збільшення просторового та радіометричного розрізнення цифрових зображень дистанційного зондування, зафіксованих у довільній кількості спектральних інтервалів проміння – носія видової інформації. Метод базується на використанні аналітичних сигналів, які відповідають функціям розподілу яскравості зображень окремих спектральних каналів, і побудованих з використання перетворення Гільберта цих функцій.

Показано, що спряжені за Гільбертом складові аналітичних сигналів, ортогональні функціям розподілу яскравості зафіксованих зображень спектральних каналів, мають розширений діапазон розподілів рівнів яскравості і тим самим мають збільшене радіометричне розрізнення. На основі аналізу аналітичних сигналів, що подають розподіли яскравості цифрових зображень, зафіксованих у різних спектральних каналах, запропоновано спосіб включення до розподілів яскравості зображень цих каналів складових з більш високою, ніж вихідна, лінійною розрізнявальною здатністю при збереженні спектральної інформації. Реалізація запропонованого методу включає низку етапів: попарна ортогоналізація розподілів яскравості зображень спектральних каналів; визначення аналітичних сигналів для кожної ортогоналізованої спектральної компоненти багатоспектрального зображення; заміну спряжених за Гільбертом складових аналітичних сигналів зображень спектральних компонент відповідною складовою зображення спектрального каналу з максимальним просторовим розрізненням. Реконструкція розподілів яскравості синтезованих запропонованим способом зображень здійснюється послідовним застосуванням оберненого перетворення Гільберта від сформованих спряжених компонент аналітичних сигналів, що подають розподіли яскравості спектральних складових багатоспектрального зображення, та перетворення, оберненого стосовно використаного способу ортогоналізації розподілів яскравості зображень спектральних каналів.

Встановлено високий рівень збереження структурної схожості функцій розподілів яскравості вихідних та синтезованих зображень спектральних каналів.

Метод узагальнено на цифрові сигнали довільної вимірності на основі способу її редукації, запропонованому у роботі [2].

Висновки. Запропоновано новий метод подання та аналізу багатоспектральних зображень дистанційного зондування, який забезпечує збільшення характеристик їх інформаційної значущості для тематичного аналізу. Результати роботи можуть бути використані при розробці нових інформаційних технологій ідентифікації багатоспектральних цифрових зображень дистанційного зондування.

1. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. . М.: Техносфера, 2010. 556 с.
2. Корчинский В.М. Многомерное векторное представление распределений яркости многоспектральных растровых изображений дистанционного зондирования Земли. *Вестник Херсонского национального технического университета*. 2014, № 3(50). С. 90-93.

ЗАСОБИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ТЕКСТИЛЬНІЙ ТА ЛЕГКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Штучний інтелект та експертні системи успішно використовуються в багатьох видах промисловості. Незважаючи на ряд прикладів використання даних засобів в легкій промисловості, їх потенціал ще повністю не використовувався. Однією з причин обмеженого застосування таких систем у текстильній промисловості є особливості областей знань і «ноу-хау» в цій галузі. З іншого боку, саме конкурентоспроможність є ключовим чинником для даної індустрії. Очевидно, що модернізація повинна бути спрямована на зниження витрат і збільшення обсягу виробництва. Це зазвичай досягається за рахунок зниження витрат на робочу силу і підвищення рівня автоматизації. Однак досвід майстрів, які все життя пропрацювали в цьому секторі, не може бути легко автоматизований. Ця інформація зазвичай втрачається, якщо не робляться зусилля для зберігання знань і досвіду в спеціалізованій системі. Підкреслюється, що вибір конфігурації для кожної системи буде залежати від ряду факторів. Подібні системи мають розроблятися фахівцями з інформаційних технологій спільно з експертами у галузі [1].

Швидкий розвиток інформаційних технологій з одного боку, і постійне підвищення вимог до якості та екологічності продукції з іншого, призвели до появи компактних пристроїв, що здатні у режимі реального часу аналізувати структуру виробу чи вміст хімічних елементів у ньому.

У роботі була запропонована структура системи експрес-експертизи, де функції експертизи відводяться системі на базі штучного інтелекту, з якою через мережу з'єднані портативні пристрої (клієнти). Пропонується застосування таких пристроїв особисто (покупець у магазині), на підприємствах (магазини одягу, текстильне виробництво), у державних органах (митна служба). У кожному з цих випадків система може мати спеціалізований адаптований функціонал: платні і безоплатні послуги, відкриті і конфіденційні бази даних, рекламні послуги.

Результати досліджень мають сприяти впровадженню нових систем контролю якості текстильних виробів, які дозволять підвищити якість продукції на ринку, що в кінцевому рахунку буде сприяти відновленню економіки України.

Висновки. У роботі досліджується можливість створення компактних пристроїв, що здатні у режимі реального часу аналізувати структуру виробу чи вміст хімічних елементів у ньому. На основі отриманих даних проводиться порівняння з відомими зразками (зібраними самою системою або наданими виробниками) і робиться висновок про відповідність. У подальшому планується провести поглиблені теоретичні дослідження у сфері штучного інтелекту, оцінити доцільність застосування експертних систем, нейронних мереж і методів розпізнавання образів для експрес-експертизи продукції та перевірки її на відповідність стандартам. Мають бути протестовані спеціалізовані сенсори, що виготовлені за різними технологіями, і на основі відібраних моделей планується створити прототипи та провести практичні випробування у різних умовах.

Таким чином, у роботі обґрунтовується можливість створення українських зразків портативних приладів для експрес-експертизи продукції, що не будуть поступатися закордонним зразкам.

1. Омельчук А.А., Лаговський В.В., Гнатюк С.С. Портативні засоби для експрес-експертизи продукції за допомогою спектрального аналізу. Матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених з автоматичного управління присвяченої Дню космонавтики. Ред. Г.В. Рудакової та ін. (м. Херсон, 08 – 10 квітня 2020 р.). Херсон: Видавництво ФОП Вишемирський В.С., 2020. С. 58-59.

КОМП'ЮТЕРНА МОДЕЛЬ ГЕНЕРАЦІЇ ВІДПОВІДЕЙ У ПОШУКОВІЙ СИСТЕМІ НА ОСНОВІ НЕСТРУКТУРОВАНОЇ БАЗИ ЗНАНЬ

Описана модель є розвитком попередніх досліджень про побудову системи автоматичної генерації текстів на основі концепції моделі м'якого розуміння та побудову семантичної моделі наукового тексту [1]. Алгоритм роботи системи умовно поділений на п'ять основних кроків: Крок перший - отримання і обробка запиту користувача, що є типовою поведінкою систем запит-відповідь. Крок другий - для кожного окремого ключового слова із запиту користувача відбувається операція пошуку відповідних кластерів-стем, множини яких формують семантичні мітки документа, за якими і буде генеруватися результуюча відповідь. Алгоритм побудови семантичної моделі документа і виділення кластерів-стем був описаний у роботі [1] і є інноваційною розробкою створеною в рамках цього дослідження. Його концепція представляє собою застосування латентно-семантичного аналізу та послідовності просторових операцій на двомірній площині для отримання семантичної структури наукового тексту, приклад якої зображено на рис.1.

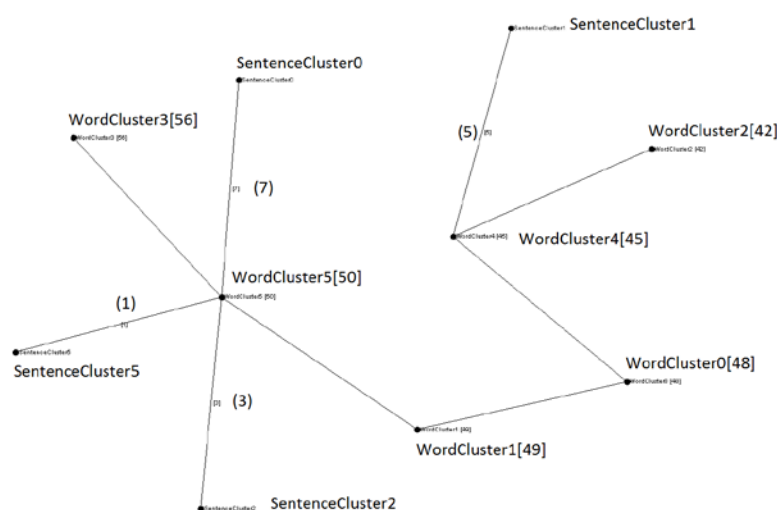


Рис.1. Семантична мережа наукового тексту

Крок третій - для кожного кластера-стеми із семантичних моделей текстів проводиться перевірка входження його елементів в користувальницький запит, для чого використовується розроблений механізм визначення загальної частини на основі відстані Левенштейна. Крок четвертий - для подальшого аналізу система повинна ранжувати кластери-кандидати за їх співвідношенням із вхідним запитом. Заключний крок - генерація текстової відповіді користувачеві. Для перевірки отриманої системи були проведені індивідуальні оцінки відповідей системи за бальним методом, що являє собою сукупність оцінок вимог до згенерованої відповіді від 0 до 1 із кроком 0,1. Усього таких вимог 5, а саме: присутність відповіді, ступень збігу із тематикою запиту, повнота викладу, присутність тематичних розривів та присутність сенсових розривів. Усього у ході дослідження було проведено 100 тестів, середнє значення усіх проведених експертних оцінок склало 0,839, що вказує на задовільні результати роботи системи.

1.O.S. Volkovsky, Y. R. Kovylin. Computer System of Building of the Semantic Model of the Document // 2018 IEEE Second International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP) - p. 322-327 – Lviv, 2018. DOI: 10.1109/DSMP.2018.8478591

ПІДХІД ДО 3D УНАОЧНЕННЯ ВПРАВ ФЕЙСБІЛДІНГУ

Сьогоднішній світ перейшов на новий етап життя, де головну роль виконують ІТ-технології. Інформаційні технології надають змогу збирати, опрацювати, демонструвати, зберігати і розповсюджувати інформацію в інтересах її користувачів. Способи подання інформації з розвитком ІТ - технологій значно виросли не тільки в кількості, але також і в якості. За допомогою комп'ютерної графіки з'явилась можливість унаочнити те, що не можливо побачити у реальному житті: зазирнути, роздивитись, навіть торкнутись речей, які раніше були тільки представлені на ілюстраціях [1,2].

На сьогодні існує велика кількість програм, додатків, Інтернет ресурсів, цифрових атласів, відео що презентують пристрої складних механізмів, явища природи, анатомію людини, виконання фізичних вправ та інш. Не дуже розвиненою сферою, з точки зору цифрового унаочнення, виявилась сфера фейсбілдингу. Вправи презентовані на малюнках, або представлені на реальних відео, що не демонструють м'язів, на які йде навантаження. Необхідно відмітити, що розуміння внутрішнього розподілу зусиль на відповідні м'язи при виконанні вправ приводить до кращого результату та допомагає уникнути помилок.

В роботі наведено загальну схему 3D моделювання, текстурування, ригу, анімації та візуалізації для створення базової моделі інструктора фейсбілдингу із застосуванням таких програмних пакетів, як Autodesk Maya, Zbrush, Adobe Photoshop. Розроблено спосіб 3D унаочнення на анатомічному рівні певних груп м'язів обличчя та шийного відділу. За базові вправи приймались вправи спортивно-оздоровчого комплексу для обличчя розроблених лікарем-косметологом центра лазерних технологій. На основі розробленої моделі, підходу унаочнення, рекомендацій лікаря-косметолога створені демонстраційні відео виконання фізичних вправ фейсбілдингу засобами Sony Vegas Pro з урахуванням аудіо супроводження. (рис. 1).



Рисунок 1 — Кадри з відео ролику вправ для м'язів шийного відділу

Висновки. В роботі проаналізовано сучасні види 3D унаочнення м'язів людини. На основі отриманих знань було розроблено підхід до візуалізації вправ для м'язів шийного відділу та обличчя. В ході роботи було створено 3D модель та анімацію інструктора фейсбілдингу, на базі цього було застосовано розроблений спосіб унаочнення м'язів обличчя та отримано ряд демонстраційних відео з урахуванням аудіо супроводження.

Практична направленість результатів полягає в провадженні отриманих результаті у медичну практику центра лазерних технологій «ЛОРЕДАН ПЛЮС». Розроблені демонстраційні відео можуть бути використані в медичній практиці або косметології.

1. Said. C.S., Khairulanuar S., Ramlah M., Rasyidi J., Firdaus. S., The Application of 3D Visualization Tool in Anatomy Education. Conference: International Conference on University Teaching and Learning, At Shah Alam, Malaysia. 2014. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4403.3445>
2. Brazina. D., Fojtik. R., Rombova. Z., 3D Visualization in Teaching Anatomy. Procedia - Social and Behavioral Sciences 143. 2014, P 367–371. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.07.496>

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ КОНЦЕПТОВ И ПОНЯТИЙ НА ОСНОВАНИИ МЕР АССОЦИАЦИИ

Автоматизация построения онтологий и баз знаний является актуальной проблемой инженерии знаний, и предполагает автоматическое извлечение из текстов различных сущностей и отношений между ними. Одной из достаточно простых, но эффективных языковых моделей, часто применяемых при решении задач извлечения информации, является n -граммная модель, в случае которой текст представляется как результат пересечения подмножеств из n слов (устойчивые подмножества, при этом, принято называть коллокациями). В качестве коллокаций могут выступать сущности различного рода: термины, ключевые слова, понятия, концепты и др. Статистические меры силы связи слов в n -грамме (меры ассоциации) характеризуются различными селективными способностями в отношении каждого из видов коллокаций. Несмотря на то, что проблема извлечения терминов, ключевых слов и именованных сущностей в значительной мере решена, проблема извлечения понятий и концептов остается открытой.

В данной работе представлены результаты оценки качества двоичной классификации пар слов (биграмм) на основании различных мер ассоциации, в ходе которой выполнялось разделение биграмм на два класса: "концепты и понятия" и "прочие биграммы". Показано, что обычное ранжирование объектов на основании значений меры ассоциации, с последующим применением пороговой фильтрации (либо отбором фиксированного количества первых элементов сортированного списка), позволяет получить лишь некоторую вершину рейтинга, но не позволяет достичь эффективного решения задачи классификации.

Предложенный авторами подход основан на пороговой фильтрации не значений меры ассоциации, но вероятности принадлежности биграммы классу "концепты и понятия" при заданном значении меры ассоциации. Указанная вероятность рассчитывается на основании значений функций плотности вероятности (ФПВ), соответствующих распределениям меры ассоциации как случайной величины в обоих классах. Построение эмпирических ФПВ выполнено посредством анализа размеченной обучающей выборки.

Определение порогового значения вероятности сведено к решению одномерной задачи оптимизации, в ходе которой максимизируется отношение количества объектов, идентифицированных как "концепты и понятия", к количеству объектов, отнесенных к классу "прочие биграммы".

Определение характера статистического распределения большинства рассмотренных мер ассоциации вызывает затруднение (отклонение нулевой гипотезы для основных известных распределений по итогам χ^2 -теста), в силу чего была использована аппроксимация ФПВ методом окна Парзена-Розенблатта. Подобное решение позволило существенно увеличить качество классификации (прирост F_1 -меры до 58% для отдельных мер ассоциации).

Установлено, что применение функции логарифмического правдоподобия (как меры ассоциации), совместно с предложенным алгоритмом пороговой фильтрации, позволяет достичь классификации с единичным значением F_1 -меры (по данным, полученным для использованных обучающей и тестовой выборок).

Выводы:

1. При решении задач извлечения информации из текстов на основании мер ассоциации, первостепенным является не столько значение меры, сколько характер ее статистического распределения.

2. Функция логарифмического правдоподобия обеспечивает наилучшее качество классификации (в сравнении с прочими рассмотренными мерами ассоциации), что объясняется учетом контекста n -граммы при расчете указанной меры.

КОМБИНИРОВАННАЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫСОТЫ ОБЪЕКТА

В настоящем исследовании разработаны комбинированная геометрическая модель и оптимизационный подход к определению параметров недоступной точки объекта [1-7].

Выявлена проблема и поставлены первостепенные задачи.

Суть проблемы – объективное противоречие между необходимостью получения точного значения определяемого параметра и наличием погрешности при любом измерении.

Цель настоящей работы — разработать комплексно комбинированную трехмерную геометрическую и аналитическую модели определения минимальной области (окрестности) значений параметров недоступной точки объекта.

Задачи статьи: 1. Разработать комбинированную трехмерную геометрическую модель со скрещивающимися визирными лучами для бесконтактного определения координат недоступной точки объекта при заданном расположении геодезического оборудования. 2. Разработать оптимизационную аналитическую модель определения области (окрестности) значений параметров недоступной точки объекта в соответствии с предложенной трехмерной геометрической моделью со скрещивающимися визирными лучами.

В предлагаемом оптимизационном подходе разработана комбинированная трехмерная геометрическая модель со скрещивающимися визирными лучами для определения координат недоступных точек объекта (Рис. 1).

Определяемая точка C располагается в области $[C_{DM}, C_{EM}]$ минимального расстояния ρ_{min} между скрещивающимися визирными лучами.

Оптимизационная задача определения координат недоступной точки объекта в пространстве сводится к задаче определения минимального расстояния между двумя скрещивающимися визирными лучами.

Задача имеет единственное решение, если визирные лучи не параллельны.

Поиск экстремума функции расстояния между двумя визирными лучами, и именно минимума, имеет реальную геометрическую интерпретацию.

Функция расстояния $\rho=f(t_{CD}, t_{CE})$ достигает своего экстремума ρ_{min} , когда её частные производные по каждой переменной равны нулю. Поэтому решается система дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{df(t_{CD}, t_{CE})}{dt_{CD}} = 0 \\ \frac{df(t_{CD}, t_{CE})}{dt_{CE}} = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Искомая точка $C(x_C, y_C, z_C)$ может, например, располагаться в середине минимального отрезка $[C_{DM}, C_{EM}]$.

Предложенный теоретический подход проверен на реальных экспериментальных данных при восстановлении Спасо-Преображенского собора в городе Одессе, Украина (Рис. 2).

Определялись координаты самой высокой точки колоны пилястра C и точки C' уровня земли относительно горизонтальной плоскости с нулевыми визирными лучами.

Пусть искомая точка $C(x_C, y_C, z_C)$ располагается в середине минимального отрезка $[C_{DM}, C_{EM}]$ и её отклонение от профильной плоскости находится в пределах одного процента срединного отклонения по оси абсцисс Ox . Тогда её координаты легко рассчитываются — $x_C=0,0005$ мм, $y_C=23615,95$ мм, $z_C=9147,65$ мм.

Абсолютная погрешность расчетов по каждой из координат составляет $\Delta x=0,0005$ мм, $\Delta y=19,03$ мм, $\Delta z=48,98$ мм. Относительная погрешность решения экстремальной задачи равна $\Sigma x=0,9$ %, $\Sigma y=0,08$ %, $\Sigma z=0,5$ %.

Пусть искомая точка $C'(x_C, y_C, z_C)$ располагается в середине минимального отрезка $[C_{DM}, C_{EM}]$ и её отклонение от профильной плоскости находится в пределах одного процента срединного отклонения по оси абсцисс Ox .

Тогда её координаты легко рассчитываются — $x_C=0,00002$ мм, $y_C=23625,81$ мм, $z_C=1139,71$ мм.

Абсолютная погрешность расчетов по каждой из координат составляет $\Delta x=0,00002$ мм, $\Delta y=0,47$ мм, $\Delta z=9,74$ мм.

Относительная погрешность решения экстремальной задачи равна $\Sigma x=0,9\%$, $\Sigma y=0,002\%$, $\Sigma z=0,85\%$.

Расстояние до верхней точки колоны пилястра C от уровня земли C' равно 10287 мм.

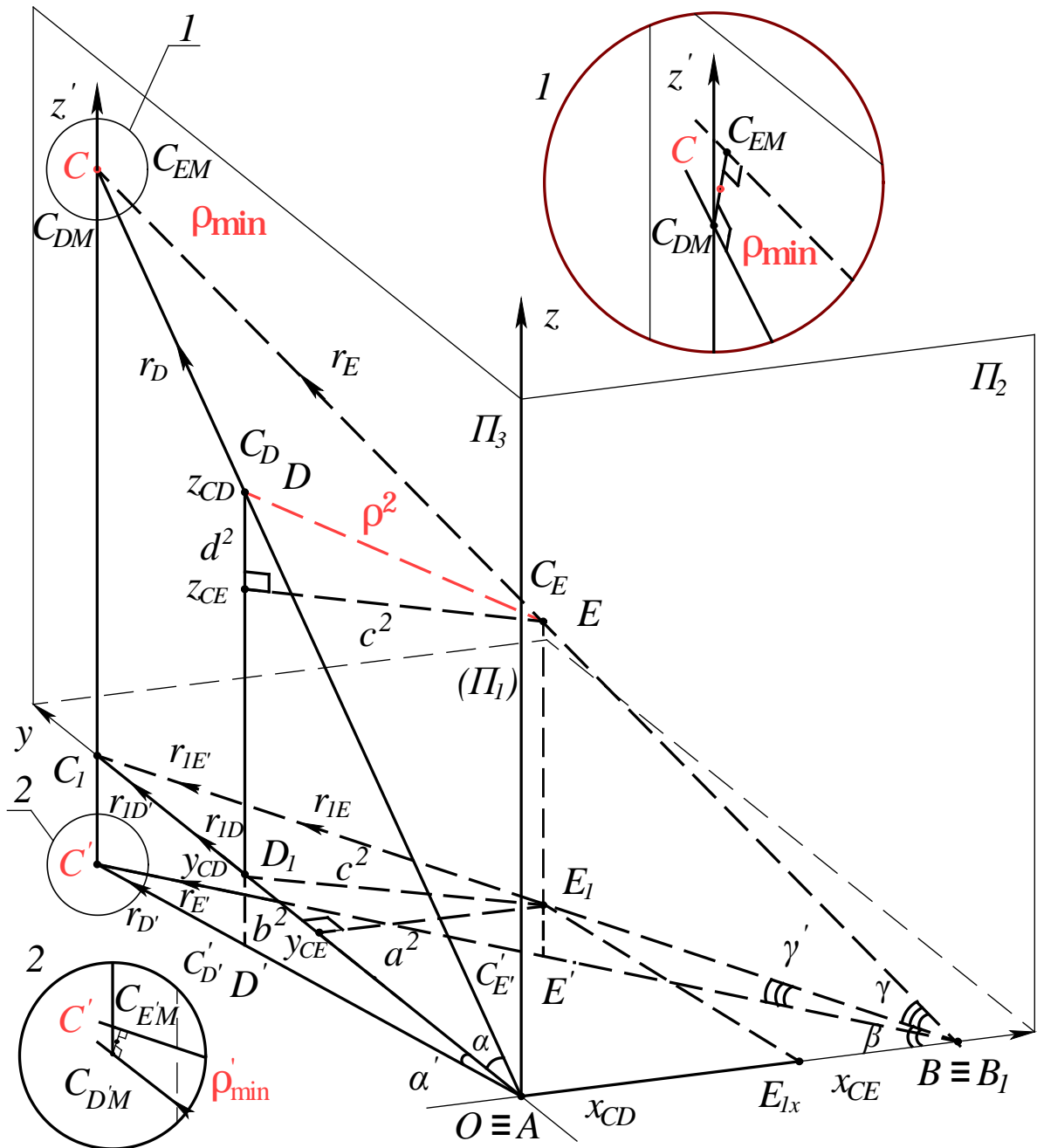


Рис. 1. Комбинированная геометрическая модель для определения расстояния между двумя точками C и C' .

Выводы. 1. Только шесть параметров разработанной комбинированной геометрической модели определяются прямыми измерениями.

2. Значения двенадцати исходных параметров непосредственно позволяет задать предложенная геометрическая модель. И шесть параметров рассчитываются на основании измеренных параметров и простейших геометрических соотношений.

3. Предложенный оптимизационный подход имеет реальную геометрическую интерпретацию.

4. Решена поставленная задача определения расстояния от верхней точки колоны пилястра C до уровня земли C' . Абсолютная погрешность расчетов координат недоступной точки реконструируемого объекта приемлема в строительстве.

5. Низкая относительная погрешность (1%) расчетов координат недоступной точки доказывает высокую эффективность предложенного оптимизационного подхода.

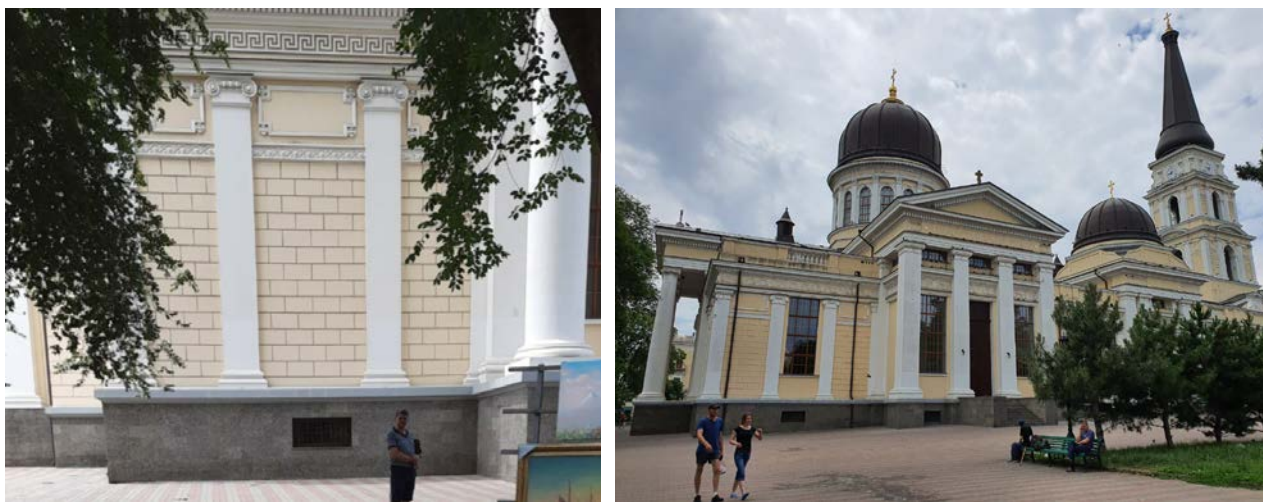


Рис. 2. Спасо-Преображенского собор в городе Одессе, Украина

Список использованной литературы

1. Браилов А. Ю. Инженерная геометрия / А. Ю. Браилов – Киев: Каравелла, 2016. — 472 с.
2. Браилов А. Ю., Панченко В. И., Косенко С. И. Анализ геометрической модели определения параметров недоступной точки объекта / А. Ю. Браилов, В. И. Панченко, С. И. Косенко // Сучасні проблеми моделювання: збірник наукових праць. – Мелітополь: МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2019. – Вип. 14. – С. 38—47.
3. Браилов А. Ю., Панченко В. И., Аналитическое основание геометрической модели измерений параметров недоступной точки объекта // Вестник Херсонского национального технического университета. – Херсон: ХНТУ, 2019. – Вып.2[69]. – Часть 3. – С. 237-243.
4. Браилов А. Ю., Панченко В. И. Алгоритм расчета параметров недоступной точки объекта // Сучасні проблеми моделювання. – Мелітополь: МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2019. – Вип. 16. – С. 39–49.
5. Корн Г. А. Корн Т. М. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1978. – 832 с.
6. Бронштейн И. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. – М.: Наука, 1986 – 544 с.
7. Герасимова Д. Л., Пороник И. Б. Справочник по архитектурным формам. – Одесса: Астропринт, 2005. – 140 с.

ВИКОРИСТАННЯ РІВНЯННЯ ПУАССОНА ДЛЯ ПОБУДОВИ НЕРІВНОМІРНИХ СТРУКТУРОВАНИХ СІТОК

На сучасному етапі в інженерії актуальними є дослідження із застосуванням комп'ютерного моделювання реальних процесів. Математичне моделювання процесів у конструкціях, що складаються з досить великої кількості компонентів і зв'язків між ними, має певні труднощі, які пов'язані зі складністю геометричної форми відповідних областей. Дискретна модель геометричного об'єкта замінює вихідну неперервну область скінченною множиною простих фігур. Загалом на практиці використовують математичне моделювання на базі нерівномірних сіток, в яких відбувається згущення елементів дискретної моделі у «особливих» місцях об'єкта (наприклад, гострі кути, тріщини, отвори тощо). Водночас важливою вимогою є гладкість сітки, яку можна забезпечити використанням диференціального рівняння Пуассона при комп'ютерному моделюванні процесу.

Розробка методів генерації дискретних моделей, скінченні елементи яких згущуються у місцях концентрації напружень і у місцях з особливою формою конструкції, є актуальною задачею, наприклад, у віртуалізації досліджень міцності інженерних конструкцій під час проектування техніки.

Розроблено математичний апарат для побудови нерівномірних структурованих дискретних моделей (сіток) на базі диференціальних методів із заданими параметрами згущення та гарантією якості моделі.

При побудові структурованих дискретних моделей для криволінійної розрахункової області при побудові сітки використовують перетворення координат, що дозволяє криволінійну фізичну область у системі координат (x, y) перевести до прямокутної розрахункової області у системі (ξ, η) . Таке перетворення можна отримати шляхом розв'язання рівняння Пуассона.

Розглянуто вплив параметрів контрольних функцій, за допомогою яких можна виконати згущення до прямих ліній (вертикальних і горизонтальних), на якість сітки, а саме її ортогональність (кути комірок сітки повинні бути близькими до прямих). Щоб виконати згущення вузлів до певної координатної лінії, можна використати контрольні функції, що можуть бути задані формулами:

$$P(\xi, \eta) = -\sum_{n=1}^N a_n \frac{(\xi - \xi_n)}{|\xi - \xi_n|} e^{-c_n |\xi - \xi_n|}, \quad Q(\xi, \eta) = -\sum_{n=1}^N a_n \frac{(\eta - \eta_n)}{|\eta - \eta_n|} e^{-c_n |\eta - \eta_n|},$$

де N – кількість ліній (координатних ліній $\xi = \xi_n$ та $\eta = \eta_n$), біля яких сітка повинна згущуватися, а коефіцієнти a_n, c_n – додатні параметри.

Визначено значення максимального кута кожного елемента нерівномірних структурованих дискретних моделей. Проведено візуалізацію дослідження ортогональності за допомогою розфарбовування елементів дискретної моделі в градаціях сірого кольору відповідно до зміни значення максимального кута кожного елемента сітки. Відповідно до різних значень коефіцієнтів a_n, c_n було отримано різні варіанти згущення і якості сітки.

Під час емпіричного дослідження було отримано залежність між значеннями змінних розрахункової та фізичної областей та вплив геометрії області на цю залежність на прикладі згущення до горизонтальних ліній для ввігнутої області шляхом її розтягування вгору та праворуч від співвідношення ліній 1:1 до 1:10 з кроком 0.25 та коефіцієнтом розтягу k .

Генерація нерівномірних структурованих дискретних моделей еліптичним методом і візуалізація отриманих даних під час дослідження були виконані за допомогою вільно розповсюдженого пакету програм Scilab.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗ СОЛЕВЫХ РЕЖИМОВ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ В АРИДНЫХ РЕГИОНАХ

Прогноз солевого режима орошаемых земель является обязательной составной частью комплекса изысканий и исследований для целей мелиоративного строительства, реконструкции оросительных систем в процессе их эксплуатации. Особой темой является оценка риска засоления подовых почв на юге Украины [1]. В основу современных методов прогнозирования солепереноса положена теория физико-химической гидродинамики пористых сред. Согласно этой теории, процессы массопереноса описываются дифференциальными уравнениями движения и сохранения массы вещества второго порядка в частных производных эллиптического и параболического типов. Для решения практических задач используют одномерные варианты этих уравнений. Это объясняется тем, что солеперенос в зоне аэрации проходит преимущественно в вертикальном направлении [2]. Цель исследований: обосновать возможные оптимальные модели вертикального солепереноса на примере орошаемых земель. Объект исследований представлен подовым понижением земной поверхности в Солонянском районе Днепропетровской области. Соответственно сделанным шагам была составлена схема солепереноса. Начало координат было привязано к поверхности земли. Для этого было задано граничное условие III-рода Данквертса - Бреннера. Его физический смысл: количество солей, которое поступает на поверхность земли в процессе орошения, рассеивается в зоне аэрации по законам молекулярной и конвективной диффузии. Определение миграционных параметров выполняем путем решения инверсной задачи. Скорость вертикального влагопереноса определяем балансовым методом. Для определения параметра гидродисперсии засоление определяли в трех точках по вертикали, применив аналитическое решение Веригина. Прогноз солевого режима почв в подовом понижении на территории предполагаемого орошения с засоленностью 0.9% был выполнен с учетом исходных данных. Проведенные расчеты позволили определить значения параметров солепереноса. Согласно выполненным расчетам засоление почвы на поверхности исследуемой территории составит 0.322%. После увеличения оросительной нормы процесс расчета был выполнен снова. Результаты расчета показывают, что при заданном режиме орошения рассоление верхнего метрового слоя (до содержания солей менее 0,25%) в течение 5 лет не произойдет без увеличения оросительной нормы до 3000 м³/га.

Выводы. В основу математических моделей солепереноса на орошаемых землях положена теория физико-химической гидродинамики пористых сред, согласно которой этот процесс описывается уравнениями движения и сохранения вещества. Использование в прогнозных расчетах минерализации водных вытяжек вместо почвенных растворов позволяет упростить структуру уравнений и подготовку расчетных параметров. Решение серии прямых задач массопереноса дает возможность выбрать оптимальную оросительную норму, позволяющую рассолить верхний метровый слой аэрации за нужный период времени. Решение эпигнозных задач позволяет повысить достоверность определения миграционных параметров.

1. Онойко Ю. Ю. Галогенні ґрунти подів межиріччя Дніпро–Молочна/ Ю. Ю. Онойко// Вісник Львівського університету. Серія географічна, 2013. – Вип. 46. – С.284–291

2. Nachshon U. Cropland Soil Salinization and Associated Hydrology: Trends, Processes and Examples/ U.Nachshon. Water. 2018. 10, 1030; doi:10.3390/w10081030

Д.А. РЕДЧИЦ¹, С.В. ТАРАСОВ¹, А.С. ТАРАСОВ¹, С.В. МОЙСЕЕНКО², И.Б. ЧАШИНА¹

¹Институт транспортных систем и технологий НАН Украины

²Херсонский национальный технический университет

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПОТОКОВ ХОЛОДНОЙ ПЛАЗМЫ В ВОЗДУХЕ

Разработана новая математическая модель низкотемпературной неравновесной идеальной плазмы диэлектрического барьерного разряда в воздухе. В качестве базового выбран диффузионно-дрейфовый подход для описания пространственно-временной структуры, включая нестационарные электродинамические процессы, кинетические явления и плазмохимические реакции. В модели учитываются электронно-возбуждённые и метастабильные состояния молекул азота и кислорода, атомы кислорода, электроны, а также положительные и отрицательные ионы, в общей сложности 14 частиц и 97 плазмохимических реакций, включая поверхностные процессы. Химические реакции включают процессы диссоциации, ионизации молекул электронным ударом из основного состояния, ступенчатую, ассоциативную и фотоионизацию, возбуждение молекул, ионизацию возбужденных (метастабильных) молекул, прилипание и отлипание электронов, рекомбинацию электронов и положительных ионов, химические превращения нейтральных атомов, молекул и ионов, а также процессы вторичной эмиссии электронов из открытого электрода и диэлектрической поверхности.

Новая взаимно согласованная система исходных уравнений низкотемпературной плазмы, состоящая из уравнения для электрического потенциала и уравнений динамики частиц, записывалась в произвольной криволинейной системе координат. Впервые вводится несимметричная конечно-объемная аппроксимация вторых производных для электрического потенциала в уравнениях для динамики заряженных частиц плазмы с целью сохранения физических особенностей процесса адвекции. Аппроксимация производится с учетом несимметрично «отфильтрованного» значения плотности заряженных частиц плазмы, так как формальная математическая аппроксимация оператора с помощью симметричных конечно-разностных соотношений (как для диффузионных слагаемых) приводит к потере физических особенностей процесса переноса потока заряженных частиц в сплошных средах.

Разработана численно-аналитическая модификация уравнения Пуассона для электрического поля в криволинейной системе координат для непосредственного выделения операторов электрического потенциала, вместо опосредованного влияния через значения плотности заряженных частиц в источниковом слагаемом, с использованием противопоточной аппроксимации плотности заряженных частиц во вторых производных для электрического потенциала.

Для нестационарных уравнений динамики плазмы разработан неявный численный алгоритм с подитерациями по псевдовремени, который базируется на конечно-объемном подходе. Уравнение для электростатического потенциала с источниками решалось с помощью метода минимизации обобщенной невязки с неполным LU предобуславливанием. В нестационарных уравнениях для плотности частиц плазмы аппроксимация дрейфовых (адвективных) производных осуществлялась с помощью схемы TVD с функцией-ограничителем MinMod. Реализован единый неявный численный алгоритм для эффективного решения неоднородной системы исходных уравнений.

Проведена серия вычислительных экспериментов по моделированию нестационарных процессов низкотемпературной неравновесной плазмы диэлектрического барьерного разряда, а также ее влияние на управление структурой потока воздуха. Проведено детальное изучение стадий зарождения, развития и гашения катодонаправленного стримера для реальных конфигураций плазменных актуаторов на основе разработанной математической модели. Проанализированы нестационарные характеристики плазмы в области над диэлектрической поверхностью, включая распределение плотности частиц, электрического потенциала и компонент силы Лоренца.

СИНТЕЗ ЦИФРОВИХ РЕГУЛЯТОРІВ ШЛЯХОМ ЗАДАНОГО РОЗМІЩЕННЯ КОРЕНІВ ХАРАКТЕРИСТИЧНОГО РІВНЯННЯ НА Z-ПЛОЩИНІ

Здійснити синтез цифрових регуляторів таким чином, щоб автоматизовані системи керування мали степені стійкості і коливальності не гірше заданих, досить складно. Часто для такого синтезу використовуються кореневі годографи [1]: отримують характеристичне рівняння автоматизованої системи керування, в якому один з параметрів (наприклад, коефіцієнт підсилення цифрового регулятора) виступає в якості незалежної змінної. Змінюючи такий параметр, будують розподіл коренів характеристичного рівняння на z-площині: такий розподіл і є корневим годографом. Відповідність між s- і z-площинами здійснюється шляхом взаємного перетворення

$$z = e^{Ts}, \quad (1)$$

де T – інтервал дискретизації.

В дослідженні розглядався об'єкт керування з неперервною передатною функцією другого порядку

$$W(s) = \frac{1}{(10s+1)(20s+1)}, \quad (2)$$

яка є характерною для багатьох об'єктів керування в промисловості.

Для автоматизованої системи керування таким об'єктом була висунута вимога, щоб її степені стійкості h і коливальності μ були не гірше відповідно 0,3 і 1,2.

В результаті розрахунків було отримано цифровий регулятор з передатною функцією

$$C(z) = \frac{54,6457z - 31,1148}{z + 0,3035}. \quad (3)$$

Корені характеристичного рівняння автоматизованої системи керування $z_1 = 0,4126; 0,3619j$ і $z_2 = 0,4126; -0,3619j$ були розміщені на z-площині (див. рис. 1) в точках пересікання меж зон, обмежених лініями постійного степеня стійкості і постійного степеня коливальності, а корінь $z_3 = 0,1$ – на осі абсцис.

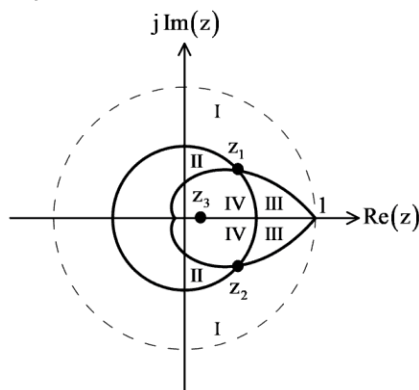


Рис. 1. Корені характеристичного рівняння автоматизованої системи керування

Перехідний процес, побудований за допомогою пакета Simulink, показав відносно непогану відповідність заданим степеням стійкості і коливальності.

Якщо об'єкт керування є більш складним (наприклад, третього порядку), то можливо застосування цифрового регулятора з більш складною структурою. При наявності більшої кількості коренів характеристичного рівняння їх також можна розміщувати заданим чином на z-площині, забезпечивши потрібні значення степенів стійкості і коливальності.

1. Куо Б. Теория и проектирование цифровых систем управления : пер. с англ. Москва : Машиностроение, 1986. 448 с.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМИ СУШКИ ЗЕРНА БЕЗ ВОРУШІННЯ

Автоматизовані сушильні камери використовуються для зменшення ступеня вологості зерна на стадії первинної переробки і є незамінною технічною складовою в процесі обробки та приготування зерна. Багатокамерні сушильні камери не дають достатнього рівня уніфікації та гнучкості, що необхідна сучасним виробництвам при зміні сортів продукції. Так, багатокамерні автоматизовані системи сушки солоду є громіздкими і потребують технічних затрат за необхідності змінити сорта зерна або навіть культуру. Крім того, така схема переробки потребує високої ступені уваги та контролю за виділенням небезпечних побічних продуктів.

Однокамерні автоматизовані сушильні камери позбавлені ряду вказаних недоліків, але для досягнення необхідного рівня універсальності потребують модифікації існуючого обладнання, шляхом впровадження сучасних систем управління. Для вирішення цієї задачі найкраще підходять новітні мікропроцесорні системи, які відрізняються своєю варіативністю, доступністю і простотою програмування, налаштування і управління.

Для модернізації однокамерної автоматизованої системи сушки зерна без ворущіння було вирішено використовувати систему на базі програмованого модульного мікроконтролера Simantic S7-300. Такий підхід відрізняється своєю універсальністю відносно зміни сорту зерна та його типу без необхідності змін в апаратному плані обмежуючись програмним. Розробка програмного забезпечення виконувалась в середовищі Step 7, яке створено для лінійки контролерів Simantic. Модульна система цього середовища дозволяє встановити індивідуальні програмні налаштування для керування під необхідний тип зернової культури. Алгоритм та програма, що були розроблені, передбачають контроль та керування параметрами під час фізіологічної, ферментативної та хімічної фаз обробки продукту. Між кожним етапом є передбаченим період простою, при якому зберігається вже досягнута температура, яка є оптимальною для даного етапу, для того щоб дати зерну «відпочити» від агресивності навколишнього середовища. Контролер Simantic S7-300 дозволяє з'єднати вторинні перетворювачі, що з'єднані з датчиками, що вмонтовані по місцю Profibus-ом, через модульну базу ET 1200. Таким чином біля всіх необхідних елементів можна встановити щити по місцю, та керувати ними через SCADA систему з операторського місця.

Висновки. Використання запропонованої роботи з модернізації дозволить більш ефективно підходити до процесу сушки зерна та мати можливість обирати більш різноманітні сорти та види зернових культур, а також проводити дослідження для визначення оптимальних параметрів процесу на кожному етапі в умовах частоті зміні сортів з урахуванням особливостей кожного окремо. Суттєвою перевагою в практичній діяльності виявляються широкі можливості в програмному налаштуванні мікроконтролера, що дозволяють лише заміною програми змінити обрану зернову культуру та налаштувати процес сушки під необхідні потреби. Значним плюсом в даному плані стає можливість встановити SCADA систему для полегшення роботи з програмою операторам виробництва.

1. Баланов П.Е., Смотраева И.В. Технология солода: Учеб. - метод. пособие. СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. 82 с.
2. Пузік Л.М., Пузік В.К.Технологія зберігання і переробки зерна : навч. посіб. Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. Х. : ХНАУ, 2013. – 312 с.

КЛАССИФИКАЦИЯ КРИВЫХ ВТОРОГО ПОРЯДКА ПО ИХ ПРООБРАЗАМ ПРИ СТЕРЕОГРАФИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ

Цель исследования. Получить критерии распознавания типа кривой второго порядка на плоскости $Z = 0$ по ее прообразу на сфере.

Теорема. Для того, чтобы система уравнений $\begin{cases} F(X, Y, Z) = 0, Z \neq 1, \\ X^2 + Y^2 + Z^2 = 1, \end{cases}$ задавала на сфере

прообраз при стереографической проекции отличной от окружности кривой второго порядка, необходимо и достаточно, чтобы либо функция F была однородным многочленом второй степени относительно $X, Y, 1-Z$, либо можно было с помощью элементарных преобразований перейти к системе уравнений, равносильной приведенной системе, для которой указанное свойство выполняется.

Теорема. Если кривая на сфере является прообразом эллипса, то существует такая окрестность точки $P(0,0,1)$ на сфере, что в этой окрестности нет ни одной точки прообраза. Если кривая на сфере является прообразом гиперболы или параболы, то в любой окрестности точки $P(0,0,1)$ на сфере существуют точки прообраза.

Теорема. Система уравнений

$$\begin{cases} a_{11}X^2 + a_{22}Y^2 + a_{33}(1-Z)^2 + 2a_{12}XY + 2a_{13}X(1-Z) + 2a_{23}Y(1-Z) = 0, \\ X^2 + Y^2 + Z^2 = 1, \\ Z \neq 1. \end{cases}$$

задает прообраз эллипса (параболы, гиперболы) тогда и только тогда, когда число

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} \text{ отлично от нуля, а число } \delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} \text{ положительно (равно нулю, отрицательно).}$$

отрицательно).

Теорема. Система уравнений задает прообраз вырожденной кривой эллиптического (параболического, гиперболического) типа тогда и только тогда, когда число Δ равно нулю, а число δ положительно (равно нулю, отрицательно).

Выводы. В работе получены критерии распознавания типа кривой второго порядка на плоскости $Z = 0$ по ее прообразу при стереографической проекции.

1. Дубровин Б.А., Новиков С.П., Фоменко А.Т. Современная геометрия. Методы и приложения. М.: Наука, 1986. 760 с.
2. Мищенко А.С., Фоменко А.Т. Курс дифференциальной геометрии и топологии. М.: Изд - во Моск. ун –та, 1980. 439 с.
3. Энциклопедия элементарной математики. Книга четвертая – геометрия. М.: Физматгиз, 1963. 568 с.
4. Розенфельд Б.А., Сергеева Н.Д. Стереографическая проекция. М.: Наука, 1973. 48 с.
5. Яглом И.М. Принцип относительности Галилея и неевклидова геометрия. М.: Наука, 1969. 304 с.
6. Кованцов Н.И., Зражевская Г.М, Кочаровский В.Г., Михайловский В.И. Дифференциальная геометрия, топология, тензорный анализ. Сборник задач. К.: Вища школа, 1989. 398 с.
7. Понарин Я.П. Неевклидовы геометрии с аффинной базой. Учебное пособие. Киров, 1991. 121 с.
8. Стеганцев Е.В. Распознавание типа кривой второго порядка по ее прообразу при стереографической проекции. Вестник Херсонского национального технического университета. Вып. 2(47). Херсон: ХНТУ, 2013. С. 319-322.

ЩО ДО ВИБОРУ МОДЕЛІ ТУРБУЛЕНТНОЇ ТЕЧІЙ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОДИНАМІКИ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Реальні течії навколо транспортних засобів є турбулентними. Складна стохастична природа ускладнює процес їх вивчення. Як фізичне так і математичне моделювання таких течій є надзвичайно складним, як фізичної так і з математичної точки зору. Розрахунок характеристик турбулентних потоків і на сьогодні залишається скоріше всього мистецтвом обчислювача. Це пояснюється надзвичайною фізичною складністю турбулентності і також її стохастичною природою. Турбулентна течія носить тривимірний нестационарний характер. Вона має широкий спектр просторово-часових масштабів. Дослідження показують, що разом з "універсальною" дрібномасштабною турбулентністю, істотний вплив на параметри турбулентних потоків проводять відносно стійкі великомасштабні (з розмірами порядку макро-масштабу течії), принципово тривимірні нестационарні турбулентні структури. Характеристики цих структур залежать від конкретної геометрії даної течії і межових умов і, отже, не можуть бути описані у рамках напівемпіричних моделей, що не враховують цих важливих обставин.

В результаті цілеспрямованих зусиль обчислювальної аеродинаміки вдалося накопичити велику і, що особливо важливо, об'єктивну інформацію про можливості різних напівемпіричних моделей турбулентності при розрахунку тих або інших типів турбулентних течій. Аналіз цієї інформації свідчить про те, що стосовно задач зовнішньої аеродинаміки, пов'язаних з розрахунком безвідривних течій і течій з обмеженими відривними зонами, найбільш високий "рейтинг" мають дві моделі турбулентності: модель Спаларта - Аллмараса (SA модель), та модель Ментера ($k-\omega$ Shear Stress Transport або SST модель).

Перша з них містить тільки одно диференціальне рівняння перенесення (для модифікованої турбулентної в'язкості $\tilde{\nu}$ а друга - два такі рівняння, для кінетичної енергії турбулентності k і питомій швидкості її дисипації ω . На жаль, віддати однозначну перевагу одній з цих моделей не представляється можливим, внаслідок чого вибір тією або іншою з них при розрахунку тієї або іншої течії є значною мірою "ділом смаку" дослідника. З певною упевненістю можна констатувати лише те, що SA модель, як правило, дещо "затягує" відрив примежевого шару, що індукується несприятливим поздовжнім градієнтом тиску.

Як показують дослідження, обидві моделі занижують темп релаксації примежевого шару, що формується вниз за потоком від точки приєднання, до свого "рівноважного" стану і значно завищують розміри так званого "кутового відриву", тобто, відриву від поверхні двогранного кута за наявності несприятливого градієнта тиску (наприклад, кута між крилом і фюзеляжем літака) [2]. Зниження темпу релаксації примежевого шару характерно в тому або іншому ступені усім відомим напівемпіричним моделям турбулентності. Слід також відмітити, що навіть для деяких приєднаних течій ні та, ні інша модель не дозволяють отримати результати, що задовольняють дослідника.

Близькі і досить точні результати дають обидві моделі при розрахунку обтікання профілю NASA0012 навіть при досить великих кутах атаки і при моделюванні багатьох інших аналогічних течій. Проте при розрахунку відривних течій ситуація помітно змінюється. Слід також відмітити, що навіть для деяких приєднаних течій ні та, ні інша модель не дозволяють отримати результати, що задовольняють сучасним вимогам до точності розрахунку аеродинамічних характеристик.

Таким чином слід відзначити, що напевне впродовж найближчих десятих років основним робочим інструментом для вирішення прикладних завдань аеродинаміки залишатимуться напівемпіричні методи, що базуються на використанні RANS у поєднанні з різними напівемпіричними моделями турбулентності, і метод DES, який також значною мірою спирається на ці моделі.

С.А. РОЖКОВ¹, Н.Я. ХЛОПЕНКО¹, К.В. ТИМОФЕЕВ¹,
 Т.И. ТЕРНОВАЯ¹, А.Е. СОКОЛОВ²
 Херсонская государственная морская академия¹
 Херсонский национальный технический университет²

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕОРИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

Основная цель работы состоит в дополнении подходов и формализации к построению моделей процессов получения, передачи, обработки и хранения информации в информационном пространстве [1-5]. На основе анализа системы распознавания образов в информационном пространстве в работе будут рассмотрены общие подходы к построению алгоритмов распознавания образов.

Представим зависимость вероятности от информации в виде ряда

$$P = P(I^*) + \frac{1}{2} \frac{dP}{dI} \Big|_{I^*} \Delta I + \frac{1}{2} \frac{d^2P}{dI^2} \Big|_{I^*} \Delta I^2 + \dots + R. \quad (1)$$

Как следствие (1) для линейного приближения получаем уравнение, решение которого $P(x, C)$ позволяет определить правило оценки информации с учетом начальных $I(0)$ и граничных $I(1)$ условий

$$\left. \begin{array}{l} \frac{dP}{dI} = \varphi(x, P); \\ I(0) = I_0; \\ I(1) = I_1 \end{array} \right\} \rightarrow P = f(I) \rightarrow I = f^{-1}(P). \quad (2)$$

Выражение (2) основывается на знании особенностей процесса в пространстве событий и их отражения в вероятностном пространстве, над которым строится оценка информации. Предполагая, что выполняется условие органического роста, Хартли получил меру информации для $I(0) = \infty$ и $I(1) = 0$ в виде

$$\left. \begin{array}{l} \frac{dP}{dI} = -\lambda P; \\ I(0) = \infty; \\ I(1) = 0 \end{array} \right\} \rightarrow \ln(P) = -\lambda I + C \rightarrow I = -\frac{1}{\lambda} \ln(P). \quad (3)$$

Доопределив λ в (3), получим стандартное выражение для оценки информации

$$\lambda = \log_a e \rightarrow I = -\log_a(P). \quad (4)$$

Учитывая тот факт, что объектов и процессов множество, то для информационного пространства существует множество соответствующих им норм и метрик. Следовательно, пространство Хартли, как и современная теория информации, только частный случай информационного пространства.

Выводы. Информационное пространство является нормированным метрическим пространством над множеством событий. Разнообразие процессов, порождающих события, определяет разнообразие норм и метрик для информационного пространства, а необратимость времени определяет однонаправленность информационного потока.

1. Hartley R. V. L. Transmission of information. *Bell System Technical Journal* , 1928. 535 - 563.
2. Стратонович Р.Л. Теория информации. М.: Сов. радио, 1975. 424 с.
3. Колмогоров А.Н. Теория информации и теория алгоритмов. М.:Наука, 1987. 304 с.
4. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. М.: Издательство иностранной литературы 1963. 824 с.
5. Гренадер У. Лекции по теории образов: Анализ образов. Т.2. Пер. с англ. М.: Мир, 1981. 488 с.

1. Рожков Сергей Александрович – д.т.н., профессор, заведующий кафедры эксплуатации судового электрооборудования и средств автоматики Херсонской государственной морской академии, e-mail: rozhkov_ser@rambler.ru, ORCID: 0000-0002-1662-004X.

Рожков Сергій Олександрович - д.т.н., професор, завідувач кафедри експлуатації суднового електрообладнання і засобів автоматики Херсонської державної морської академії.

Rozhkov Sergii – Doctor of Technical Sciences, Full Professor, Department of Ship Electrical Equipment and Automatic Devices, Kherson State Maritime Academy.

2. Хлопенко Николай Яковлевич – д.т.н., профессор кафедры эксплуатации судового электрооборудования и средств автоматики Херсонской государственной морской академии, e-mail: khlopenko.n@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7773-4721.

Хлопенко Микола Якович – д.т.н., професор кафедри експлуатації суднового електрообладнання і засобів автоматики Херсонської державної морської академії.

Khlopenko Mykola – Doctor of Technical Sciences, Full Professor, Department of Ship Electrical Equipment and Automatic Devices, Kherson State Maritime Academy.

3. Тимофеев Константин Васильевич – к.т.н., доцент кафедры эксплуатации судового электрооборудования и средств автоматики Херсонской государственной морской академии, e-mail: kvtimofeev@rambler.ru, ORCID: 0000-0002-8668-6159.

Тимофеев Костянтин Васильович - к.т.н., доцент кафедри експлуатації суднового електрообладнання і засобів автоматики Херсонської державної морської академії.

Tymofeiev Kostiantyn – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor at the Department of Ship Electrical Equipment and Automatic Devices, Kherson State Maritime Academy.

4. Терновая Татьяна Ивановна – к.т.н., доцент кафедры эксплуатации судового электрооборудования и средств автоматики Херсонской государственной морской академии, e-mail: tti.kherson@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1902-6804.

Тернова Тетяна Іванівна – к.т.н., доцент кафедри експлуатації суднового електрообладнання і засобів автоматики Херсонської державної морської академії.

Ternova Tetyana – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor at the Department of Ship Electrical Equipment and Automatic Devices, Kherson State Maritime Academy.

5. Соколов Андрей Евгеньевич – к.т.н. доцент кафедры информационных технологий Херсонского национального технического университета, e-mail: sokolovandrew84@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8442-6137.

Соколов Андрій Євгенович - к.т.н., доцент кафедри інформаційних технологій Херсонського національного технічного університету

Sokolov Andrii – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor at the Department of Information Technology, Kherson National Technical University

ІоТ-СИСТЕМА МОНІТОРІНГУ ПОКАЗНИКІВ МІКРОКЛІМАТУ

Ринок ІоТ-систем швидко та бурхливо розвивається та складає мільярди доларів. Інтернет речей охоплює всі сфери діяльності людини від розумних невеличких гаджетів до розумних міст, концепція яких реалізована а державному рівні. Інтернет речей, або "ІоТ" - це розширення потужності Інтернету за межами комп'ютерів та смартфонів на цілий ряд інших речей, процесів та середовищ. За останні кілька років ІоТ став однією з найважливіших технологій 21 століття. За допомогою недорогих обчислень, хмарних технологій, великих даних, аналітики та мобільних технологій фізичні речі можуть обмінюватися та збирати дані з мінімальним втручанням людини. У цьому гіперпов'язаному світі цифрові системи можуть записувати, контролювати та регулювати кожен взаємодію між підключеними речами. Фізичний світ відповідає цифровому світу, і вони співпрацюють [1-3].

Програмна частина складається зі скрипту опитування СОМ-порту, на якому знаходиться мікроконтролер Arduino. Дані збираються та кожні 5 хвилин відправляються на сервер Things Speak. Для створення слухача СОМ-порту використана високорівнева мова програмування Python. Використовуючи бібліотеку PySerial, яка має готовий механізм роботи з СОМ портами та готовий функціонал для швидкої розробки, проводимо опитування всіх портів та підключаємось до СОМ-порту до якого під'єднаний мікроконтролер, і зчитуємо звідти значення з певною частотою. Така періодичність відправки даних виключає ситуації, коли прилад або затримався із отриманням даних від сенсору (для модуля DHT22 за документацією час опитування 2 секунди, модуль МН-Z19 може повертати результат із затримкою до 8 секунд). В програму опитування СОМ порту був доданий таймер, який збирає дані протягом 5 хвилин та потім висилає на сервер середнє арифметичне по кожному показнику. Таким чином на сервері ми отримуємо дані за 5 хвилин стабільно, без затримок. Якщо відправка даних на сервер не була успішною – програма робить одне додаткове коло із опитуванням мікроконтролера та висилає все на сервер. На сторінці користувача сервісу Things Speak, можливо створити свій «канал», де будуть зберігатися всі дані з приладу та можливо створення інфографіки за кожним показником. До даних з серверу має доступ Телеграм-бот, який повідомляє користувача про підвищення показників вище припустимих значень, та має меню команд для «спілкування» з приладом.

Система була протестована як система розумного робочого місця ІоТ-система була протестована на системі розумного робочого місця [4], яке складалося із датчиків температури повітря, вологості повітря, кількості вуглецевого газу, яскравості освітлення, атмосферного тиску.

Висновки. Розроблена ІоТ-система була протестована як система розумного робочого місця, а також моніторингу віддаленого виробничого приміщення, при відповідній доробці її функціонал може бути розширений і для контролю стану здоров'я людини, а також вона може бути інтегрована у систему розумного дому.

1. Lake, D., Rayes, A., and Morrow, M., "The Internet of Things," The Internet Protocol Journal, Volume 15, No. 3, September 2012.
2. The Internet of Things: Mapping the Value Beyond the Hype. (2015, Червень). Офіційний сайт McKinsey Global Institute. http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/the_internet_of_things_the_value_of_digitizing_the_physical_world \$3.9 trillion–11.1 trillion per year in 2025
3. Andrea Laura. 7 Amazing IoT (Internet of Things) Trends To Keep Your Eye On In 2020 April 16, 2020 <https://elearningindustry.com/iot-internet-of-things-trends-2020>
4. Н.О.Соколова, А.С.Белов. Інформаційна система моніторингу мікроклімата робочого місця. Вісник ХНТУ No 2(69), частина 2, 2019 р. – С.250-255.

ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДИНАМІКИ ПАРАМЕТРІВ ЗЕРНОВОЇ МАСИ У ПРОЦЕСІ КОНВЕКТИВНОГО СУШІННЯ

Основним способом сушіння зерна є конвективна сушка, при якій теплота передається до зерна від нагрітого повітря. Підведена конвективним шляхом передачі теплота витрачається на підігрів вологи до температури випаровування, на утворення пари і на нагрів самого зерна. Утворені водяні пари поглинаються повітрям і виводяться із зони сушіння. Нагріте повітря виконує функції не тільки теплоносія, а й вологопоглинача й називається агентом сушіння [1]. При конвективному способі сушіння випаровування вологи залежить від температури агента сушіння: з підвищенням температури випаровування збільшується. Але при порушенні рекомендованих режимів сушіння зерна у ньому відбуваються незворотні процеси, що можуть привести до негативних наслідків, таких як втрата схожості, погіршення хлібопекарських властивостей та повного псування зерна.

Одним з перспективних напрямків удосконалення процесу сушіння зерна є застосування конвеєрних сушарок з конвективним методом сушіння. Сушіння проводиться за рахунок продування зернового шару нагрітим повітрям. Після закінчення процесу сушіння зерно відправляють на відлежування, тобто застосовують принцип «сухої аерації», коли зменшення вологості зерна відбувається за рахунок отриманої теплової енергії [2]. У зв'язку з тим, що процес сушіння складається з двох етапів, які можуть повторюватися декілька разів в залежності від початкового стану зернової маси та технологічних характеристик зерносушильного обладнання, доцільно розробити математичну модель процесу сушіння зерна, яка дозволить прогнозувати динаміку температури та вологості зернової маси як на етапі активного сушіння, так і при «сухій аерації».

Метою дослідження є аналіз, удосконалення та експериментальне дослідження математичної моделі динаміки вологості і температури зернової маси в процесі конвективного сушіння з використанням зерносушильного обладнання конвеєрного типу та сучасних апаратних і програмних засобів автоматизації.

При виборі оптимального режиму сушки і раціональної конструкції зерносушильного обладнання в першу чергу слід забезпечити умови, необхідні для отримання заданих технологічних властивостей зерна. Це завдання пов'язане зі знаходженням нестационарних полів вологовмісту і температури в процесі сушіння, тобто з рішенням системи диференціальних рівнянь тепло- і масопереносу. При розробці моделі динаміки параметрів зерна запропоновано використовувати метод кінцевих різниць. Підкреслено важливість формулювання початкових та граничних умов з урахуванням конструктивних та технологічних особливостей зерносушарок, та істотний вплив цих умов на адекватність загальної моделі динаміки процесу сушіння. Для перевірки адекватності математичної моделі процесу сушіння зерна, проведено ряд експериментальних досліджень з використанням сушильної шафи, трьох датчиків температури, датчику вологості та програмно-апаратні засоби Arduino для обробки отриманих даних.

Висновки. Перевірка адекватності математичної моделі, з використанням отриманих експериментальних даних, довела, що розроблену модель, реалізовану у програмному пакеті Matcad, можна використовувати для оптимізації процесу сушки з урахуванням кількісних характеристик теплофізичних і термодинамічних властивостей зерна, що впливають на процес тепло- і масопереносу в зерновому шарі.

1. Гинзбургер А. С. Влага в зерне. М.: Колос, 1969. 221 с.
2. Jan A. Delcour and R. Carl Hosenev: Principles of Cereal Science and Technology. 3rd ed., St. Paul, Minn.: AACC International, 2010. 270 p.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СУДОВОЮ КОМПЛЕКСНОЮ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЮ ТУРБОКОМПРЕСОРНОЮ УСТАНОВКОЮ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ЗОВНІШНІХ ФАКТОРІВ

В даний час для підвищення ефективності суднових енергетичних установок (СЕУ) широко застосовуються системи відбору тепла відпрацьованих газів [1]. Одним з перспективних напрямків утилізації тепла відпрацьованих газів є використання турбокомпресорних систем, у яких енергія відпрацьованих газів використовується безпосередньо для приводу газової турбіни, що передає енергію на привод компресора наддуву або на привод електрогенератора [2]. Однак, на роботу такого складного комплексу, як суднова комплексна електроенергетична турбокомпресорна установка (СКЕЕТКУ), суттєво впливають зовнішні фактори, що може спричинити проблеми з підтриманням високої економічності та ефективності комплексного використання паливно-енергетичних ресурсів суднової енергетичної установки (СЕУ) в зв'язку з невідповідністю налаштування параметрів систем керування. Тому необхідно виконати аналіз ефективності роботи СКЕЕТКУ в різних кліматичних умовах.

Отримана модель СКЕЕТКУ [3] дозволяє здійснювати моделювання процесів в системі при будь-яких перехідних режимах та проводити аналіз ефективності систем керування, побудованих за різними принципами. Метою досліджень є аналіз процесів, що протікають в СКЕЕТКУ в перехідних режимах роботи, та оцінка ефективності застосування певних регуляторів при змінах кліматичних умов.

Для моделювання залежності зміни потужності суднових дизельних установок від температури і вологості та залежності питомої витрати умовного палива від температури зовнішнього повітря на вході МОД і потужності двигуна застосовано регресійні моделі. Проведено імітаційні експерименти шляхом комп'ютерного моделювання роботи дизеля із базовим варіантом звичайного турбокомпресора та із запропонованим гібридним при короткочасному накиді навантаження на 20% при різних значеннях вологості та температури зовнішнього повітря.

Проведення імітаційного експерименту підтверджує ефективність запропонованих конструктивних рішень. Як видно з отриманих результатів, підвищення температури та вологості погіршують ефективність роботи дизеля та призводять до збільшення витрати палива, причому застосування додаткового наддуву дозволяє зменшити час перехідних режимів та, як наслідок, зменшити втрати палива у таких випадках. Подальше підвищення ефективності роботи системи наддуву можливе за рахунок зміни параметрів налаштування контуру регулювання додаткового наддуву, тобто впровадження адаптивної системи керування.

1. Седаков Л. П., Баракан Г.Х., Калинина Л.И. Резервы повышения экономичности современных судовых дизельных энергетических установок. Судостроение. 1987. № 11. С. 20-25.

2. Рябенкий М.В., Короленко О.В., Вороненко С.В., Короленко Є.О. Головний двигун та суднова генераторна система в когенераційній установці судна. Електротехнічні та комп'ютерні мережі. 2017. №26(102). С.9-16.

3. Вороненко С.В., Субботін О.В., Лебеденко Ю.О., Рудакова Г.В. Моделювання суднової комплексної електроенергетичної турбокомпресорної установки в перехідних режимах. Прикладні питання математичного моделювання. 2019. Т.2, № 2. С. 13-22.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПАРАМЕТРИЧНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ВОЛОГОСТІ З ЧАСТОТНИМ ВИХОДОМ

В останні роки вдосконалення технологій виробництва сенсорів фізичних величин відбувалося за рахунок швидкісних, малопотужних та недорогих мікроелектронних інтегральних схем подальшої обробки, сучасних методів отримання та обробки інформативних сигналів. На даний час методи моделювання та автоматизованого проектування успішно використовуються для прогнозування та покращення вихідних параметрів радіоелектронних схем первинних параметричних перетворювачів перед впровадженням у масове виробництво, даючи можливість заощадити час і підвищити якість. Широке застосування параметричних первинних сенсорів вологості знайшли як в інтелектуальних системах так і в різних галузях промислової індустрії. Використання первинних перетворювачів вологості в частотних пристроях, в яких вологість перетворюється у частоту, дозволяє значно підвищити чутливість, точність вимірювання вологості, спростити схеми подальшої обробки інформації.

Параметричний перетворювач вологості з частотним виходом розроблено на основі біполярної транзисторної структури, що утворює активну індуктивність з динамічним від'ємним опором, яка з вологочутливим конденсатором C_W утворює коливальний контур перетворювача (рис.1). Конденсатор C_1 та резистор R_3 утворюють фазозсувне коло.

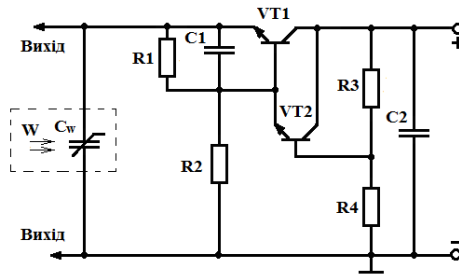


Рис. 1. Електрична схема перетворювача вологості з частотним виходом

Розроблено математичну модель частотного параметричного перетворювача вологості з ємнісними елементами виготовленими на основі: NaCl+полімер, NaCl; BaCl₂+полімер, BaCl₂, а також ємнісних елементів виготовленими на основі комплексних сполук. Математичне моделювання та експериментальні дослідження показали, що в діапазоні відносної вологості від 30 % до 100 %, діапазон зміни ємності для вологочутливого елемента на основі NaCl становить від $0,030 \cdot 10^{-8}$ Ф до $3,9 \cdot 10^{-8}$ Ф, а для двошарової структури на основі NaCl+полімер – від $0,125 \cdot 10^{-8}$ Ф до $3,9 \cdot 10^{-8}$ Ф. Для вологочутливого елемента на основі BaCl₂ – діапазон зміни ємності становить від $0,060 \cdot 10^{-8}$ Ф до $3,9 \cdot 10^{-8}$ Ф, а для двошарової структури на основі BaCl₂+полімер – від $0,130 \cdot 10^{-8}$ Ф до $3,9 \cdot 10^{-8}$ Ф. На основі експериментальних досліджень встановлено, що на чутливість сенсора впливає склад комплексних сполук, а саме найчутливішим в діапазоні вологості від 7 % до 27 % є ємнісний елемент виготовлений на основі гетерометалевої комплексної сполуки II, яка містить два атома стибію. Чутливість такого ємнісного елемента набуває значення 285 пФ/%. Залежність ємності від відносної вологості, в діапазоні від 30 % до 75 %, практично лінійна, а чутливість дорівнює 135 пФ/%. В діапазоні 75...95 % спостерігається різке зростання чутливості аж до 450 пФ/% для всіх ємнісних елементів виготовлених на основі гетерометалевих комплексних сполук I – IV. На основі математичного моделювання отримано графічні залежності функції перетворення та чутливості частотного параметричного перетворювача вологості. Найбільша чутливість частотного параметричного перетворювача вологості для зміни вологості навколишнього середовища становить 62...107 кГц/%.

РОЗПОДІЛЕНІ ОБЧИСЛЕННЯ ТА ЗАПЕРЕЧУВАНЕ ШИФРУВАННЯ ДАНИХ

Вступ. Інформаційний простір в 21 ст. став невід’ємною частиною життєдіяльності людини. Він поширюється майже на усі галузі її діяльності. Мережа Інтернет та кожний пристрій користувача перенасичені різноманітною інформацією. Деяка інформація має цінність безпосередньо для користувачів, інша може бути використана для управління інформаційним простором і доступом до інформації користувачів. Будь-яка інформація має цінність та може бути використана третіми особами для особистої вигоди.

Основний матеріал. З метою попередження несанкціонованого доступу інформації створена велика кількість технічних і організаційних засобів захисту інформації, зокрема засоби криптографічного захисту. Однак вони мають свої недоліки та особливості застосування, які в теперішніх умовах зменшують надійність їх захисту [1].

Одним з ефективних засобів захисту є алгоритми заперечуваного шифрування даних. На теперішній час розроблена велика кількість механізмів, які реалізують заперечуване шифрування. Їх надійність ґрунтується на обчислювальній та алгоритмічній стійкості перетворень, що дозволяє захистити інформацію до та після її витоку і користувачів цієї інформації від застосування примусу з боку третіх осіб. В іншому випадку обчислювальна криптографічних засобів захисту $P_{\text{coeff}} \rightarrow 0$ [2].

Враховуючи вищевказане вивчення механізмів заперечуваного шифрування та розробка відповідного програмного забезпечення на їх основі є досить перспективним напрямом досліджень в галузі інформаційної безпеки. Разом з тим встановлено, що вказані алгоритми мають недоліки, які не дозволяють їх практичне використання, зокрема низьку продуктивність. Причиною цього є важкі лінійні математичні обчислення та зосередженість їх структури. З метою виправлення вказаного недоліку авторами запропоновано декілька рішень, зокрема використання розподілених обчислень [3]. Застосування вказаного підходу, в теорії, повинно знизити сумарне навантаження на клієнтські робочі станції в k -разів та в m -разів додатково, залежно від налаштувань клієнтів.

Разом з тим встановлено, що запропонований підхід створює можливість перехоплення даних, якими обмінюються клієнти та сервери для виконання обчислень, що в подальшому створює умови для проведення криптоаналізу та атак на алгоритми заперечуваного шифрування. Як рішення, при використанні розподілених обчислень, можуть бути використані наступні заходи з протидії: неухильне дотримання організаційно-технічних правил інформаційної безпеки на локальних на клієнтських станціях і серверах, використання ізольованих локальних мереж (без доступу до мережі Інтернет), використання локальних мереж (з доступом до мережі Інтернет) та відповідних засобів захисту мережевого трафіку. Останній варіант не є дієвим, в разі використання квантових обчислень.

Висновки. В даній роботі були розглянуті стан інформаційного простору та роль інформаційної безпеки в ньому. Автори розглянули можливість використання алгоритмів заперечуваного шифрування для підвищення рівня захищеності даних і обмеження, які не дозволяють їх практичне використання. Для подолання вказаних недоліків запропоновано використання розподілених обчислень та виконана попередня оцінка їх впливу на продуктивність і рівень захисту механізмів заперечуваного шифрування інформації.

Список використаної літератури

1. Грошева Е.К. Информационная безопасность: Современные реалии / Е.К. Грошева, П.И. Невмержицкий // Бизнес-образование в экономике знаний. – 2017. – № 3. – С. 35-38.
2. Goldwasser S. Probabilistic encryption / S. Goldwasser, C. Micali // Journal of Computer and System Sciences. – 1984. – Vol. 28. – P. 277-299.
3. Введение в распределенные вычисления / М.С. Косяков. – СПб: НИУ ИТМО, 2014.–155 с.

АНАЛІЗ І ПОЛІПШЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ДВОФАЗНОГО СТРУМУ КИСНЮ

В роботі проведено розробку програмного засобу з обробки зображень двофазного струму кисню стосовно до задачі визначення розмірів області конденсації пари кисню. У роботі [1] представлені результати експериментальних досліджень струминної конденсації газоподібного кисню у рідині кисню. В результаті експериментальних досліджень були одержані фотографії, на яких зафіксований момент вдуву газоподібного кисню в рідкий кисень при різних параметрах: тиску і температури. Приклад фото з зображенням вдуву пари кисню у трубопровід з рідиною кисню наведений на рисунку 1. Область пари має форму факелу. Інтерес представляє розмір області конденсації.

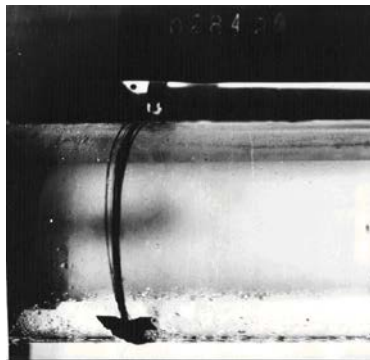


Рисунок 1. Фото газоподібного кисню у рідині кисню

Спочатку, до визначення розмірів області конденсації, бажано покращити зображення. Запропоновано алгоритм програмного засобу для обробки зображень (Рисунок 2).

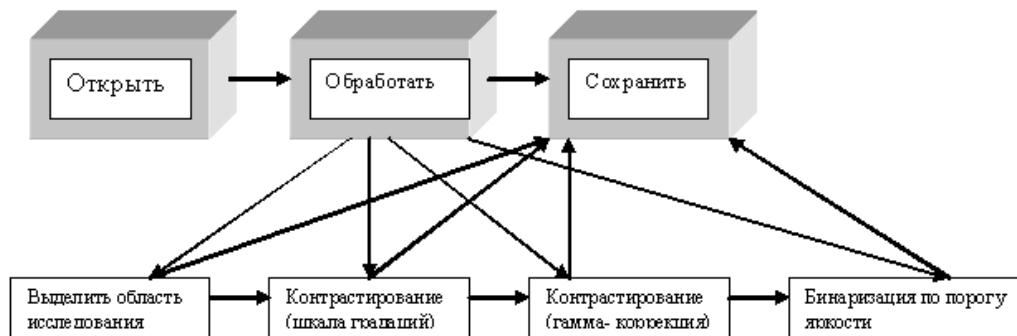


Рисунок 2. Алгоритм програмного засобу

Обрані методи обробки зображень: детектори Собеля та Кані, метод контрастування з гама-корекцією, метод бінарзації за порогом яскравості [2].

Висновки. Розроблено програмний засіб та проведено аналіз зображень двофазного потоку кисню. Використання контрастування з гама-корекцією суттєво покращує і виділяє область конденсації.

1. Пилипенко В.В., Дорош Н.Л., Манько И.К. Экспериментальное исследование конденсации пара при вдуве струи газообразного кислорода в поток жидкого кислорода. Техническая механика. - К., Наук. Думка. – вып.2. - 1993. –С. 77-80.
2. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде MatLab. М: Техносфера, 2006. – 616 с.

ПРОСТОРИ ДІАГРАМ СТІЙКОСТІ

Обсяг інформації, яким оперує людство, невинно збільшується і зараз вимірюється у дзетабайтах (1 дзетабайт = 10^{21} байтів). Тенденція до збільшення інформації виглядає стійкою, і у зв'язку з цим виникає проблема оперування (збереження, передачі і т. і.) з великими масивами даних. Останніми десятиліттями до цього інтенсивно залучається апарат різних математичних дисциплін, зокрема, геометричні й топологічні методи. Вони особливо ефективні для задачі візуалізації великих масивів даних.

З геометричної точки зору великий масив даних є скінченною підмножиною n -вимірною евклідового простору. Метрика евклідового простору індукує метрику на цій підмножині, перетворюючи її у скінченний метричний простір. Для дослідження таких скінченних метричних просторів використовується апарат алгебраїчної топології – а саме апарат стійких гомологій (persistent homology). Для стислого опису цього апарату нагадаємо спершу, що n -вимірним симплексом у евклідовому просторі називаємо опуклу оболонку $n + 1$ лінійно незалежних точок простору. Скінченний набір симплексів називаємо симпліціальним комплексом, якщо перетин кожного з двох симплексів цього набору є підсимплексом кожного з них. Для кожного симпліціального комплексу X можна означити групи симпліціальних гомологій $H_i(X)$ при $i = 0, 1, 2, \dots$.

Маючи масив даних Y у n -вимірному евклідовому просторі, для кожного числа $r > 0$ можемо означити так званий комплекс Ріпса $R_r(Y)$: набір точок y_1, y_2, \dots, y_n з Y визначає n -вимірний симплекс в $R_r(Y)$ тоді і лише тоді, коли попарна відстань між точками y_1, y_2, \dots, y_n не перевищує r . Тепер для симпліціального комплексу $R_r(Y)$ можемо обчислити його групи гомологій $H_i(R_r(Y))$ при $i = 0, 1, 2, \dots$. Зауважимо, що при $r < s$ існує природний гомоморфізм $H_i(R_r(Y)) \rightarrow H_i(R_s(Y))$ груп гомологій. Одержані групи і гомоморфізми груп сукупно є алгебраїчними характеристиками масиву даних Y .

Твірними елементами групи $H_i(R_r(Y))$ є так звані i -вимірні цикли. Образно кажучи, 1-вимірні цикли — це петлі в симпліціальному комплексі, які не можна стягнути в точку, а 2-вимірні цикли можна уявляти як отвори в пористому матеріалі. Для кожного такого i -вимірного циклу можна виділити значення параметра r , при якому цей цикл з'являється і при якому цей цикл зникає (тобто перетворюється в нуль). Період існування кожного циклу можна відзначити відрізком на так званій штрих-кодовій діаграмі. При цьому можна розрізнити цикли, які існують довго, і цикли, які існують коротко. Останні можна трактувати як “шум”, який істотно не впливає на масив даних.

Поряд зі штрих-ковою діаграмою розглядають, також, так звану діаграму стійкості (persistence diagram). Вона складається з точок вигляду (r, s) на площині, де r означає момент появи циклу, а s – момент його зникнення. Оскільки $r < s$, то точки з діаграми стійкості розміщені над прямою $x = y$ (діагоналлю). Зрозуміло, що чим ближче точка діаграми до діагоналі, тим коротша “тривалість життя” відповідного циклу.

Позначимо через D множину всіх діаграм стійкості. Близькість чи віддаленість двох різних діаграм стійкості свідчить про близькість чи віддаленість відповідних масивів даних. Ось чому множину D наділяють різними метриками (метрикою Васерштайна, метрикою шийки пляшки (bottleneck distance) і т. і.)

Відстань шийки пляшки між двома діаграмами стійкості знаходять за такою процедурою. Спершу вирівнюють число точок у двох діаграмах за допомогою дописування точок діагоналі (вони відповідають циклам, у яких тривалість існування рівна нулеві, тобто ними можна знехтувати). Далі встановлюємо взаємно однозначну відповідність між точками двох діаграм і обчислюємо максимальну відстань між точками, що перебувають у відповідності. Одержуємо число, що залежить від дописування діагональних елементів та відповідності між точками діаграм. Інфімум чисел, які можна одержати такою процедурою,

називають відстанню шийки пляшки між діаграмами. Відстань між діаграмами стійкості є кількісною характеристикою віддаленості між собою великих масивів даних, тому отриманий метричний простір D є об'єктом вивчення багатьох дослідників. Зокрема, в [1, 2] зазначено, що множина діаграм стійкості тісно пов'язана з відомою конструкцією алгебраїчної топології – нескінченним симетричним добутком у сенсі Дольда і Тома [3].

Зауважимо, що отриманий метричний простір не є повним. Поповнений простір \tilde{D} діаграм стійкості складається з діаграм зі зліченими множинами точок, що задовольняють певні природні умови. Можна показати, що доповнення до множини D у множині \tilde{D} є гомотопійно нехтуваним у ній.

Оскільки простори діаграм стійкості є, як правило, нескінченновимірними, природним є застосування до їх дослідження методів нескінченновимірної топології, зокрема, топології нескінченновимірних многовидів. На цьому шляху вже вдалося одержати певні результати, що дають опис топології просторів діаграм стійкості.

Зауважимо, що застосування геометричних і топологічних методів до аналізу великих масивів даних далеко не обмежуються згаданими вище. Зокрема, існують різноманітні методи зменшення числа вимірів великих масивів даних [4, 5], аж до знаходження одновимірних об'єктів (графів), що дають змогу структурувати великі масиви даних. На даний момент маємо значну кількість літератури у цьому напрямку (див., наприклад, оглядову статтю [6], та список цитувань у ній). Існують, також, методи геометризації метричних просторів, які полегшують візуалізацію результатів аналізу великих масивів даних [7, 8]. Зокрема, у таких просторах можливо будувати аналоги класичних геометричних фігур, та використовувати відомі аналітичні співвідношення між їх елементами [9]. Прикладами таких аналогів можуть служити поняття прямолінійно та плоско розміщених множин точок метричного простору [10, 11].

1. Kiosak V., Savchenko A., Zarichnyi M. Strong topology on the set of persistence diagrams. *AIP Conference Proceedings*. 2019. № 1(2164). С. 040006-1–040006-4.
2. Savchenko A., Zarichnyi M. On topology of spaces of persistence diagrams. *International Conference "Morse theory and its applications" dedicated to the memory and 70th anniversary of Volodymyr Sharko, Institute of Mathematics of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine, September 25 -28*. 2019. С. 43-44.
3. Dold, Thom R. Quasifaserungen und unendliche symmetrische Produkte. *Annals of Mathematics, Second Series*. 1958. Vol. 67. С. 239–281.
4. Eldén L. *Matrix Methods in Data Mining and Pattern Recognition*. SIAM, 2007.
5. Strange H., Zwiggelaar R. *Open Problems in Spectral Dimensionality Reduction*, in: SpringerBriefs in Computer Science, Springer, 2014.
6. Snášel V., Nowaková J., Xhafa F., Barolli L. Geometrical and topological approaches to Big Data. *Future Generation Computer Systems*. 2017. Vol. 67. С. 286–296.
7. Кузьмич В. І. Геометричні властивості метричних просторів. *Укр. мат. журн.* 2019. № 3(71). С. 382–399. DOI: 10.1007/s11253-019-01656-1
8. Кузьмич В., Кузьмич Л. Побудова прямолінійно розміщених множин при вивченні метричних просторів. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Серія: Педагогічні науки*. 2018. № 9(382). С. 30-36.
9. Kuz'mych, V. I., Savchenko A. G. Geometric relations in an arbitrary metric space. *Matematychni Studii*. 2019. № 1(52). С. 86-95. DOI: [10.30970/ms.52.1.76-85](https://doi.org/10.30970/ms.52.1.76-85)
10. Кузьмич В. І. Плоско розміщені множини точок у метричному просторі. *Вісник Львівського університету. Серія: механіко-математична*. 2017. Вип. 83. С. 58–71.
11. Кузьмич В. І., Кузьмич Л. В. Вивчення властивостей прямолінійно та плоско розміщених множин точок метричного простору. *Вісник Черкаського університету. Серія «Педагогічні науки»: збірник наукових праць*. 2018. Випуск № 9. Черкаси: Видавництво Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. С. 77-89.

ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ У МАШИННОМУ НАВЧАННІ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ КВАДРАТНОЇ ПЛАСТИНКИ З ІЗОТРОПНОГО МАТЕРІАЛУ

Розвиток систем автоматизованого проектування здійснюється при постійному швидкому удосконаленні як засобів, так і програмного забезпечення автоматизованого проектування. Використання на практиці основоположних знань потребує додаткового цілеспрямованого ознайомлення з новими сучасними засобами і програмами.

У сучасному виробництві широке поширення одержали системи автоматизованого проектування, які дозволяють проектувати технологічні процеси з меншими витратами часу та засобів, зі збільшенням точності спроектованих процесів і програм обробки, що скорочує витрати матеріалів та час обробки, завдяки тому, що режими обробки також розраховуються та оптимізуються за допомогою ЕОМ.

Розробка методів і моделей машинного навчання дозволяє робити швидкі оцінки необхідних параметрів стану об'єкту. З практичної точки зору моделі машинного навчання для прогнозування значень параметрів стану конструкції можуть слугувати як інтерактивні асистенти у процесі проектування.

Задачу прогнозування параметрів стану об'єкта за його геометричними та фізико-механічними параметрами можна віднести до класу задач регресії. У запропонованій роботі на прикладі прогнозування напружено-деформованого стану затисненої за периметром квадратної пластинки з ізотропного матеріалу, яка знаходиться під дією рівномірно розподіленого по поверхні поперечного тиску, досліджено метод використання генетичного алгоритму для моделі машинного навчання та можливі реалізації цих моделей.

В практичних задачах саме структурна та параметрична оптимізація вимагає суттєвих часових затрат та експертних знань предметної області. Одним з методів, що дозволяє уникнути такого ручного налаштування роботи системи є генетичні алгоритми. Загальна схема застосування генетичних алгоритмів до нейронних мереж полягає у наступному. На першому етапі слід обрати спосіб кодування суттєвих параметрів нейронної мережі у вигляді бінарного або числового вектору. Такі вектори формують деяку базову множину розв'язків, в якій здійснюється пошук оптимального розв'язку. Після цього, обирається цільової функція, яка буде визначати найбільш вдалу архітектуру окремих нейронних мереж та структуру. Така функція повинна бути близькою за значенням до функції втрат, що використовуються при навчанні нейромереж. Суттєвим етапом генетичних алгоритмів є визначення генетичних операторів: селекції, кросоверу, мутації та відбору. Вибір цих операторів впливає на збіжність та ефективність методу в цілому. Генетичний алгоритм є прикладом метаевристичних методів. Збіжність таких методів у загальному випадку досить важко довести формально. Однак, застосування генетичного алгоритму під час налаштування нейронних мереж дозволяє знизити втручання користувача до мінімуму. Іншим відомим підходом до покращення ефективності систем розпізнавання є використання ансамблів – поєднань декількох моделей з генерацією спільного результату.

Одним із актуальних питань застосувань нейронних мереж є їхня структурна оптимізація, тобто, вибір оптимальної кількості шарів, нейронів, функцій активації тощо. Така оптимізація може проводитися як вручну, за умови відносно невеликої кількості параметрів, так і в автоматичному режимі.

Висновки. Розроблено штучну нейронну мережу для прогнозування за допомогою генетичного алгоритму напружено-деформованого стану квадратної пластинки із ізотропного матеріалу, яка знаходиться під дією рівномірно розподіленого по поверхні поперечного тиску. Доведена можливість практичного використання розробленої нейронної мережі.

SIMULATION OF THE WELDING PROCESS PHENOMENA

Today the finite element method (FEM) is a suitable method for simulating the phenomena of the welding process. It is possible to predict the geometry of the weld by optimizing the welding parameters [1], and FEM simulates the weld shape, stress, strain, and metallurgical changes for various combinations of welding parameters.

In this work, the finite element method will analyze welded joints of temperature fields and phase composition of titanium alloys obtained by argon-arc welding. For this, the thermophysical properties of the titanium alloy were obtained, namely, its thermal conductivity was calculated according to the Neumann-Kopp rule. A three-dimensional mathematical model of thermal processes during welding of titanium alloys with a scanning heat source was built, which is based on the differential equation of thermal conductivity.

Using the diagram of anisotropic transformations obtained from the literature sources [2] (Fig. 1), one can say that in the modes without preheating with high cooling rates, a larger number of metastable phases will be fixed. With decreasing cooling rates, a greater decomposition of the metastable β -phase will occur along the entire length of the welded joint, resulting in a more uniform two-phase ($\alpha + \beta$) structure, which should positively affect the mechanical properties of the welded joints.

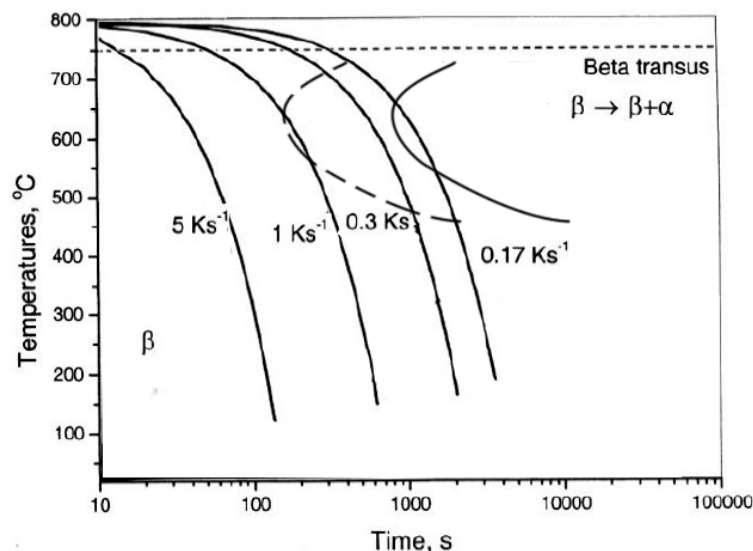


Figure 1 – Diagram of anisotropic transformations of lowcost titanium alloy Timetal LCB

Summary. The specificity of phase and structural transformations in various parts of the welded joint caused by the thermal welding cycle, which results in a large number of metastable phases in the weld metal and HAZ. To reduce the formation of metastable phases, it is necessary to conduct welding with controlled cooling rates. The use of preheating is one of the methods of influencing the cooling rate in a welded joint.

1. Spodyniuk, N., Gumen, O., Omelchuk, O. Thermal processes in industrial premises with using infrared heating systems. *Journal of civil engineering, environment and architecture*. 2017. No 64 (4/17). P. 105-115.

2. Casalino, G., Angelastro, A., Perulli, P., Casavola, C., Moramarco, V. Study on the fiber laser/TIG weldability of AISI 304 and AISI 410 dissimilar weld. *J Manuf Process*. 2018; 35: 216-225.

МОДЕЛЮВАННЯ АВТОНОМНОГО РУХУ БЕЗПЛОТНОГО ТРАНСПОРТУ

Створення роботизованих систем та їх програмування представляють мультидисциплінарну сферу, що є підрозділами алгоритмів штучного інтелекту та машинного навчання. Зокрема задача автономного керування транспортом потребує використання спеціалізованих методів і загальних алгоритмів машинного навчання, зокрема комп'ютерного зору, що базується на обробці зображень. Класична задача комп'ютерного зору, обробки зображень це визначення на відеоданих деяких характерних об'єктів, особливостей чи активностей. Це завдання може бути достовірно і легко вирішене людиною, але до цього часу не вирішене в повній мірі для комп'ютерного зору: випадкові об'єкти в випадкових ситуаціях. Існуючі методи вирішення цього завдання ефективні тільки для окремих об'єктів, таких як прості геометричні об'єкти (наприклад, багатогранники), людські обличчя, друковані або рукописні символи, автомобілі і тільки в певних умовах, зазвичай це певне освітлення, фон і положення об'єкта відносно камери.

Перед нами стояла задача побудови транспортного засобу з автономним керуванням, який мав прийняти участь у змаганнях [Robottraffic](#). Один з етапів змагання – потрібно було створити автономний роботизований транспортний засіб, здатний самостійно пересуватися по лінії (не покидаючи свою смугу руху) і бути частиною моделі міського транспортного руху, дотримуючись правил дорожнього руху. Як результат, було розроблено власний алгоритм для пошуку шляху з етапами бінаризації та сегментації зображення. Цей алгоритм працює за принципом дискретизації всього шляху на частини. Роботу алгоритму можна описати наступними кроками:

1. Отримуємо кольорове зображення з камери, переводимо його у відтінки сірого і зменшуємо розміри зображення для прискорення роботи алгоритму.
2. Бінаризація зображення за допомогою алгоритму адаптивного порогу, для того щоб зменшити вплив освітлення.
3. Розбивка отриманого зображення на горизонтальні частини висотою h пікселей. Чим більше буде висота полоси тим менш імовірним буде вплив шуму на зображенні.
4. На кожній частині визначаються потенційні сегменти шляху. Пошук здійснюється за припущенням що ширина сегменту шляху повинна бути більше ніж наступний сегмент.
5. Комбінування усіх потенційних сегментів у дерево шляхів за наступними умовами:
 - a. центр дочірнього сегмента має бути у межах батьківського сегмента;
 - b. довжина дочірнього сегмента може бути більшою або дорівнювати довжині батьківського.
6. В отриманому дереві шукаємо такий шлях, який задовольняє таким умовам:
 - a. кількість сегментів більша ніж n ;
 - b. зважений центр сегментів шляху знаходиться найближче до центру зображення.Однак алгоритм можна легко модифікувати на віддавання пріоритету лівим або правим шляхам.

Даний алгоритм забезпечує досить швидкий пошук шляху, в межах 20-30 мс. Його було реалізовано на комп'ютерній моделі автомобіля. Віртуальна модель автомобіля успішно проїжджала запропоновані маршрути, повертаючи кермо на певний кут, який обчислювався відповідно до знайденого шляху. Представлений алгоритм може бути застосовано для створення простих та ефективних програм комп'ютерного зору керування безпілотним транспортом.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЗЛИТТЯ СУПУТНИКОВИХ ДАНИХ ВИСОКОГО ПРОСТОРОВОГО РОЗРІЗНЕННЯ

Аналіз супутникових даних є дуже складним завданням і зводиться до обробки (злиття) багатоспектрального та панхроматичного зображень з метою одержання штучного зображення із покращеними показниками інформативності порівняно із первинними знімками. На сьогоднішній день розроблено різні методи злиття супутникових зображень, що дозволяють підвищити інформативність багатоспектральних знімків [1]. Але з'являються нові наукові проблеми, які пов'язані із підвищенням вимог до результатів обробки саме знімків високого просторового розрізнення. Окреме застосування відомих методів злиття в тій чи іншій мірі призводить до появи кольорових спотворень первинних даних. Причиною таких спотворень є поява супутникових даних високого та надвисокого просторового розрізнення. На відміну від панхроматичних зображень супутників SPOT і IRS, довжина панхром-хвилі сучасних супутників (Worldview-2, Worldview-3 та ін.) була розширена від видимого до ближнього інфрачервоного діапазону. Тому методи злиття, які добре зарекомендували себе для зображень супутника SPOT, не можуть дати якісні результати при злитті супутникових зображень високого просторового розрізнення. Виникає необхідність в аналізі існуючих методів злиття для супутникових знімків високого просторового розрізнення.

В даній роботі досліджується ефективність методів злиття, таких як: GIHS, Brovey, HPF, HCT, вейвлет-перетворення та комбінований HSV-HCT для супутникових знімків високого просторового розрізнення [2]. Дослідження впливу методів злиття відбувалися на первинних супутникових знімках високого просторового розрізнення WorldView-2. Після злиття зображень за розглянутими вище методами були отримані зображення, які навіть візуально у порівнянні з первинним багатоспектральним зображенням є більш «чіткими». Для визначення впливу методів злиття на якість зображення отримано кількісні оцінки критеріїв: RMSE та ERGAS. Більш якісний результат дає комбінований метод на основі HSV-HCT: значення безрозмірної глобальної помилки ERGAS та індексу якості RMSE є найменшим (ERGAS=1,659; RMSE =1.659) у порівнянні з методами: GIHS, Brovey, HPF, HCT та вейвлет-перетворенням [3].

Висновки. Отриманні кількісні та візуальні характеристики свідчать про те, що «ідеальний» метод злиття повинен мати принаймні два основних компоненти, тобто підвищення просторового розрізнення та мінімізацію викривлення кольору. Синтезоване зображення на основі комбінованого методу HSV-HCT має вищу інформативність та не містить колірних спотворень, ніж первинні знімки.

1. Hnatushenko V., Hnatushenko Vik., Kavats O., Shevchenko V. Pansharpenting technology of high resolution multispectral and panchromatic satellite images. Scientific Bulletin of National Mining University, Issue 4, 91-98 (2015).
2. Maglione P., Parente C., Vallario A. Pan-sharpenting Worldview-2: IHS, Brovey and Zhang methods in comparison. Int. J. Eng. Technol, (2016), 8, pp.673-679.
3. Dr. Mustafa, Mustafa T. Using Water Indices (ndwi, mndwi, ndmi, wri and awei) to Detect Physical and Chemical Parameters by Apply Remote Sensing and GIS Techniques. International Journal of Research, GRANTHAALAYAH, 2017. Vol. 5, I. 10. P. 117-128. DOI: 10.5281/zenodo.1040209.

ВПЛИВ ПОЧАТКОВИХ НАПРУЖЕНЬ НА КОНТАКТНУ ВЗАЄМОДІЮ ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНИХ ЦІЛЬЦЕВОГО ШТАМПА ТА ПІВПРОСТОРУ

Вплив початкових напружень на контактну взаємодію пружних тіл є одним із важливих факторів, які діють на розподіл напружень та переміщень. Початкові напруження практично завжди присутні в реальних конструкціях і деталях машин, тому розробка ефективних методів розрахунку напружено-деформованого стану з врахуванням початкових деформацій є актуальною і важливою науково-технічною проблемою.

Мета дослідження полягає у тому, що у рамках лінеаризованої теорії пружності [1] для тіл з початковими напруженнями представити постановку та розв'язок задачі про тиск попередньо напруженого кільцевого штампа на півпростір з початковими напруженнями без урахування сил тертя. Дослідження виконати у загальному вигляді для стислих і нестисливих тіл для теорії великих початкових деформацій і двох варіантів теорії малих початкових деформацій при довільній структурі пружного потенціалу. Отримати числові та графічні результати досліджень для пружного потенціалу найпростішої структури для ізотропного стисливого тіла, а також зробити висновки про вплив початкових напружень на контактну взаємодію тіл.

У роботі представлено постановку, граничні умови та розв'язок просторової контактної задачі про тиск попередньо напруженого кільцевого штампа та півпростору з початковими (залишковими) напруженнями.

Побудова аналітичних розв'язків для пружного кільцевого штампа скінченного розміру та півпростору з початковими напруженнями представлена з допомогою методів розділення змінних (метод Фур'є) й інтегральних перетворень Ханкеля, відповідно. Також у дослідженні використаний метод розв'язку парних інтегральних рівнянь з подальшим їх зведенням до нескінченної системи лінійних алгебраїчних рівнянь, яка обчислюється методом редукції і засобами програмного забезпечення.

Числова реалізація методу представлена у вигляді графіків для пружного потенціалу найпростішої структури для ізотропного стисливого тіла, що відповідає квадратичному наближенню при використанні алгебраїчних інваріантів тензора деформацій Гріна у формі [1.46, 1]. Алгоритм розв'язку поставленої задачі реалізовано у пакеті Maple 15.

Висновки. Аналіз результатів досліджень показує, що присутність попередньо напруженого стану при контактній взаємодії пружного кільцевого штампа та пружного півпростору дає можливість регулювати контактні напруження та переміщення при розрахунках конструкцій і деталей механізмів на міцність. Тому, практичне значення отриманих результатів дослідження полягає в тому, що: 1) Дане дослідження орієнтовано на розв'язання просторової осесиметричної задачі про тиск пружного кільцевого штампа та півпростору з врахуванням початкового напруженого стану. Результати проведеного дослідження дозволили сформулювати характерні для потенціалів довільної структури співвідношення компонентів напружено-деформованого стану в зоні контакту; 2) Отримані аналітичні співвідношення та числові розв'язки дали змогу відобразити вплив початкових (залишкових) напружень на закон розподілу контактних характеристик для потенціалів найпростішої структури; 3) Запропонований в статті принцип розв'язку може використовуватися для дослідження ізотропних, трансверсально-ізотропних або композитних матеріалів при проектуванні технологічного обладнання, колон будівель та інших конструкцій.

1. Гузь А. Н., Рудницький В. Б. Основы теории контактного взаимодействия упругих тел с начальными (остаточными) напряжениями : монография. Хмельницький: вид. ПП Мельник, 2006. 710 с.

ПІДГОТОВКА ПОЛЬотної ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ МОДЕЛІ ДИНАМІКИ КВАДРОКОПТЕРУ У РЕЖИМІ ЗАВИСАННЯ

Квадрокоптер належить до множини багатовимірних нелінійних рухомих об'єктів керування, які функціонують в умовах дії стохастичних корисних сигналів, збурень та завад. Отримання польотної інформації на борту квадрокоптера здійснюється шляхом послідовного опитування інтелектуальних сенсорів, які як правило здійснюють вимір фізичних величин відносно різних базисів. Взаємна орієнтація таких базисів під час польоту безперервно змінюється.

Таким чином, пасивна ідентифікація лінеаризованої моделі динаміки квадрокоптера у режимі зависання, яка характеризує зв'язок між сигналами керування приводами гвинтів та параметрами польоту, є нетривіальною задачею та вимагає підготовки польотної інформації. Завдання підготовки полягає у наступному.

За записами сигналів керування швидкістю обертання гвинтів квадрокоптера та сигналів, що характеризують його рух, типом та принципом роботи сенсорів, а також характеристиками апаратури запам'ятовування здійснити синхронізацію значень записаних сигналів та приведення їх до зв'язаної з квадрокоптером системи координат.

Для синхронізації значень записаних сигналів розроблено алгоритм використання методу взаємної кореляційної функції. Застосування цього алгоритму до записів сигналів, отриманих з допомогою мікропроцесорної системи ARDUPILOT під час режиму зависання квадрокоптера, дозволило визначити абсциси максимумів взаємних кореляційних функцій між усіма можливими парами сигналів, виміряних під час польоту, та синхронізувати їх. Наприклад, встановлено, що абсциса максимуму взаємної кореляційної функції між частотою обертання першого гвинта квадрокоптера та кутом його крену складає 0,9 секунди, період дискретизації дорівнює 0,1 секунди, тому першому записаному значенню частоти обертання відповідає дев'яте значення кута крену у записі.

Для приведення сигналів виміряних відносно різних базисів до єдиної системи координат розроблено алгоритм використання принципу однозначного визначення вектору параметрів Родріга-Гамільтона, який розроблено Науменко К.І. у монографії [1]. Суть цього принципу полягає у використанні результатів синхронного вимірювання одного вектору відносно двох системах координат для визначення кватерніону повороту та матриці переходу. Алгоритм застосування даного принципу звів задачу побудови матриці переходу до визначення власного вектору відповідним чином складеної числової матриці. Цей вектор і є кватерніоном повороту квадрокоптера.

Оскільки, під час польоту відбувається безперервна зміна кутового положення квадрокоптера, навіть у режимі зависання, то завдання визначення матриці переходу розв'язане для кожного моменту часу. Знайдена таким чином множина матриць переходу дозволила привести сигнали сенсорів до однієї зв'язаної з квадрокоптером рухомої системи координат та як наслідок отримати експериментальні дані необхідні для ідентифікації динаміки такого літального апарату.

Висновки. Проведені дослідження та експерименти доводять, що підготовка польотної інформації для забезпечення ідентифікації моделі динаміки квадрокоптера обладнаного апаратурою ARDUPILOT полягає у синхронізації експериментальних даних, визначенні множини матриць переходу та розрахунку нових значень сигналів сенсорів, які характеризують динаміку квадрокоптера у зв'язаній з ним системі координат.

1. Науменко К.И. Наблюдение и управление движением динамических систем: монографія. Киев: Наук. думка, 1984. 208с.

ХОМЧЕНКО А. Н.¹, ЛИТВИНЕНКО О.І.², ДУДЧЕНКО О.М.², АСТІОНЕНКО І.О.³

¹Чорноморський національний університет ім. Петра Могили, м. Миколаїв

²Херсонська філія Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова

³Херсонський національний технічний університет

МОДЕЛЮВАННЯ БАЗИСІВ МІШАНИХ СЕРЕНДИПОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Перші моделі серендипових скінченних елементів мали однакову кількість граничних вузлів у напрямках Ox і Oy . Найбільше розповсюдження у практичних розрахунках набули елементи Q8 (біквадратична інтерполяція) та Q12 (бікубічна інтерполяція). Ці елементи цілком придатні і зручні для задач відновлення функцій в ізотропному середовищі. Для задач в ортотропному середовищі потрібні мішані моделі серендипових елементів. Як приклад мішаної моделі ми аналізуємо серендипів елемент Q10 (квадратично-кубічна інтерполяція). У напрямку осі Ox функція змінюється за законом кубічної параболи, а вздовж осі Oy – за законом квадратичної параболи. У роботі розглядаються класичні та нетрадиційні методи конструювання базисів мішаного скінченного елемента Q10, який складається із елементів: Q8 і Q12. Як і передбачалося, класичні підходи (метод оберненої матриці і нематричний метод Тейлора) показали, що мішана модель Q10 успадковує недоліки «інгредієнтів» Q8 і Q12. Мова йде про фізичну неадекватність спектрів еквівалентних вузлових навантажень від одиничної масової сили. Стандартна модель Q10 має від’ємні навантаження у кутових вузлах носія. Це неприродне явище «гравітаційного відштовхування» назвали парадоксом Зенкевича, який у 1971 році вперше звернув увагу на небажану особливість стандартних серендипових SE. На думку Зенкевича, цей недолік усунути неможливо, треба змиритися. У роботі показано, що альтернативи існують. Для побудови математично обґрунтованих і фізично адекватних базисів елемента Q10 пропонується простий і наочний метод геометричного моделювання. Алгоритм використовує лише фрагменти площин. Портрети ліній нульового рівня містять лише відрізки прямих. Побудова починається саме з таких портретів. Лишається виконати процедуру Уачспреса – product of planes. Портрети ліній нульового рівня суттєво спрощують когнітивно-графічний аналіз рельєфу базисних поверхонь. Автори свідомо сконструювали додатково дві несумісні моделі елемента Q10, які успішно витримали кускове тестування.

Результати кускового тестування несумісних моделей залежать від характеру «стрибка» [1, 2]. Дамо просту і зрозумілу інтерпретацію критерію Айронса-Раззака: несумісна модель успішно витримує кускове тестування, якщо інтеграл на $[-1; 1]$ від «стрибка» дорівнює нулю. Проста і зрозуміла інтерпретація критерію Паттерсона [1] для 2D-задач: несумісний елемент успішно витримує кускове тестування, якщо “стрибок” на $[-1; 1]$ як мінімум двічі набуває значення нуль.

Аналіз отриманих результатів дає підстави вважати кусково-планарний метод одним із самих простих, зрозумілих і наочних методів відновлення функцій двох аргументів. У методі скінченних елементів цей підхід однаково ефективний на сумісних і несумісних елементах.

1. Norri D. H., de Vries G. An Introduction to Finite Element Analysis. London: Academic Press, 1978. 301 p
2. Хомченко А. Н., Литвиненко О. І., Астіоненко І. О. Когнітивно-графічний аналіз ієрархічних базисів скінченних елементів. Монографія. Херсон: ОЛДІ-плюс, 2019. 260 с.

МЕТОДОЛОГИЯ ГРАФИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

В проведенных исследованиях обоснована актуальность определение геометрического места образа, равноудаленного от четырех несовпадающих в трехмерном пространстве точек, при создании современных архитектурных сооружений и инженерных конструкций. Выявлена проблема и поставлены первостепенные задачи. Суть проблемы есть противоречие между необходимостью разработки трехмерных объектов и двухмерными способами получения результата. Целью настоящего исследования является разработка методологии, способа и методики определения геометрического образа, равноудаленного от четырех несовпадающих в трехмерном пространстве точек. Задачи публикации: 1. Выполнить анализ предложенного решения олимпиадной геометрической задачи повышенной сложности. 2. Разработать способ и методику графического решения инженерной геометрической задачи повышенной сложности.

Выполнен анализ предложенного решения олимпиадной геометрической задачи повышенной сложности. Предположение 1. Геометрическим местом искомого образа, равноудаленного от четырех несовпадающих в трехмерном пространстве точек A, B, C, D , является точка K . Точка K равноудалена от заданных точек A, B, C, D , если она представляет собой центр сферы, на которой располагаются все четыре несовпадающих в трехмерном пространстве точки A, B, C, D . Предположение 2. Центр K сферы с точками A, B, C, D расположен на пересечении серединных перпендикуляров, восстановленных ко всем ко всем четырем плоским граням пирамиды, вершины которой A, B, C, D принадлежат этой сферической поверхности. Каждый такой серединный перпендикуляр к плоской грани пирамиды $ABCD$ и есть геометрическое место точек, равноудаленных от трех вершин соответствующей грани. Пересечение двух серединных перпендикуляров любых двух плоских граней вписанной в сферу пирамиды и есть точка K , равноудаленная в трехмерном пространстве от заданных четырех несовпадающих точек A, B, C, D .

Для получения требуемого результата графическими методами инженерной геометрии [1-3] решаются три подзадачи. 1. Построить комплексные чертежи четырех центров окружностей, описанных вокруг каждой треугольной грани пирамиды. 2. Построить комплексные чертежи серединных перпендикуляров, восстановленных через центры описанных окружностей к плоским граням пирамиды $ABCD$. 3. Построить комплексный чертеж точки пересечения серединных перпендикуляров (Рис. 1).

Выполненное исследование доказывает справедливость выдвинутых предположений. Предложен способ решения геометрической задачи, заключающийся в графическом построении центров плоских граней пирамиды, вершины которой располагаются на сфере, построении серединных перпендикуляров к каждой грани через их центры и определения точки пересечения этих перпендикуляров. На основании предложенного способа разработана методика графического решения инженерной геометрической задачи.

Предлагаемая методология графического решения инженерной геометрической задачи состоит из ряда обязательных этапов. 1. Анализ сути геометрического явления. 2. Выдвижение предположений о характере результата решения. 3. Определение количества возможных вариантов решения задачи. 4. Разработка способа, методики и алгоритма графического решения. 5. Доказательство истинности и оценка достоверности полученного результата (Рис. 2).

1. Brailov A. Yu. Engineering Graphics. Theoretical Foundations of Engineering Geometry for Design. Springer International Publishing, 2016. 340 p (ISBN 978-3-319-29717-0).
2. Браилов А. Ю. Инженерная геометрия [Учебник]. К.: Каравелла, 2016. 472 с.
3. Браілов О. Ю. Інженерна геометрія [Підручник]. К.: Каравела, 2017. 516 с. (ISBN 978-966-2229-74-5).

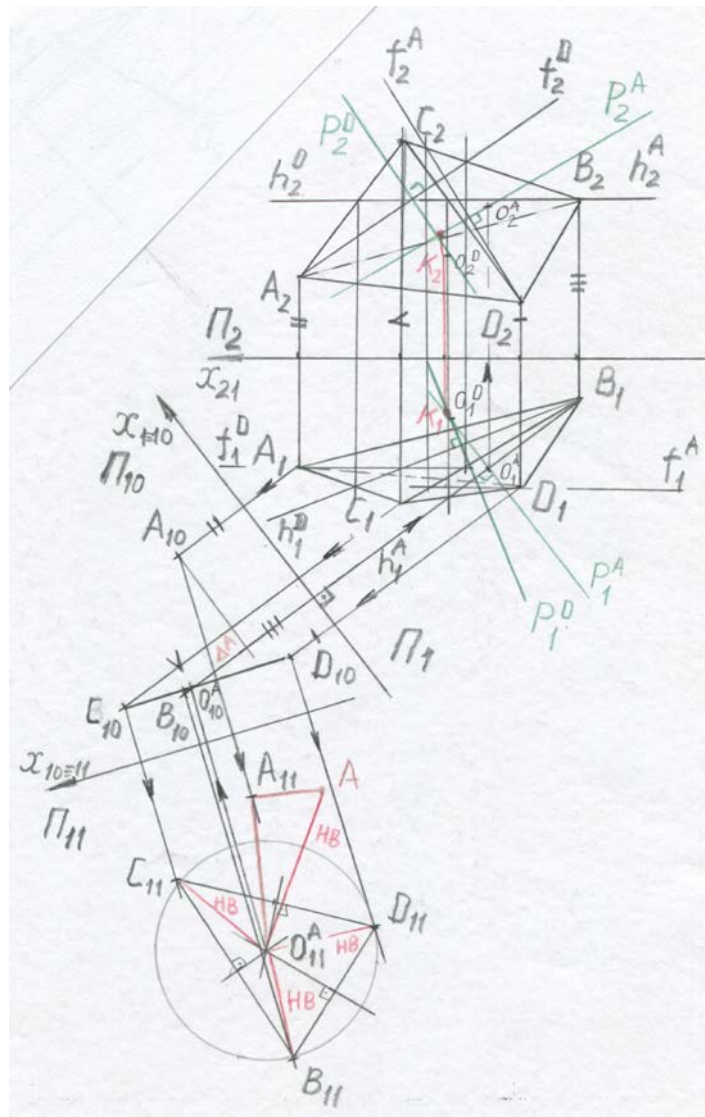


Рис. 1. Построение центра O^A описанной окружности, серединных перпендикуляров r^A , r^D и их точки пересечения $K(K_1, K_2)$

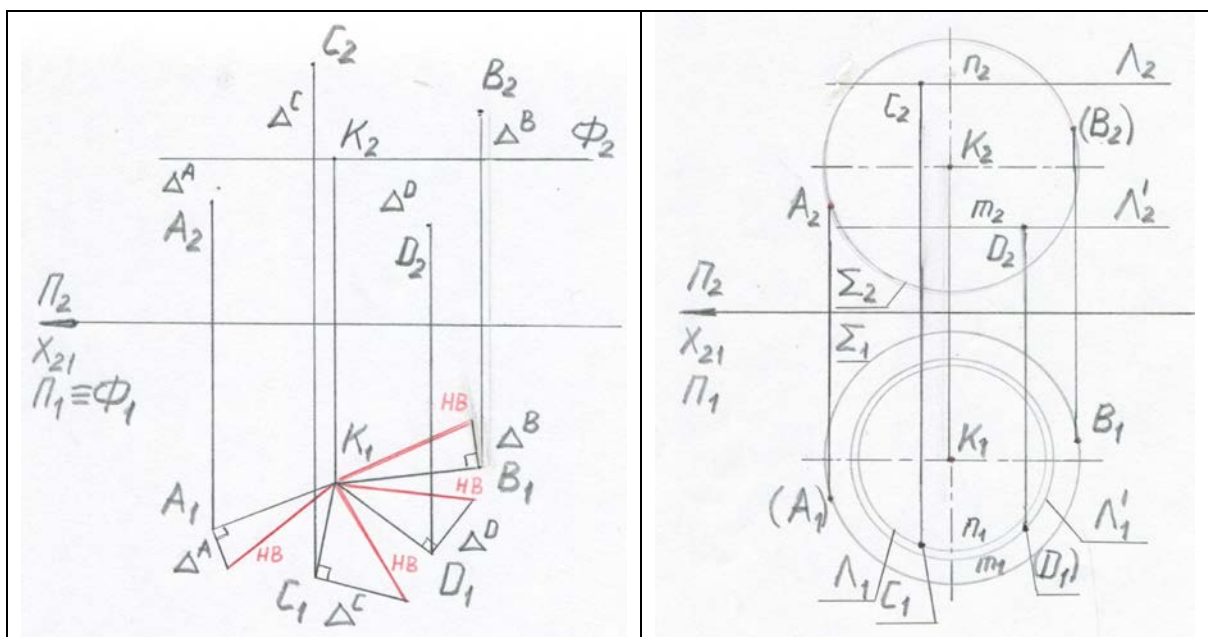


Рис. 2. Графический достоверный результат решения поставленной задачи

Т.Г ВОЙТИК
 Одесский национальный морской университет
 Г.С. ПОЛЕТАЕВ
 Одесская государственная академия строительства и архитектуры
 С.А.ЯЦЕНКО
 Национальный университет "Одесская морская академия"

УРАВНЕНИЕ КРАЕВОГО УСЛОВИЯ РОДСТВЕННОЙ ТИПА РИМАНА-ГИЛЬБЕРТА-ПРИВАЛОВА ЗАДАЧИ С РАЦИОНАЛЬНЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ИЗ ПОДКОЛЬЦА

Рассматриваемое уравнение записывается в виде:

$$A(z)X^+(z) + Y_-(z) = B(z); z \in \mathbb{C} \cup \{\infty\}. \quad (1)$$

При $z = x \in \{-\infty, \infty\}$ это уравнение (1) выражает краевое условие следующей, называемой родственной типа Римана-Гильберта-Привалова задачи, из теории аналитических функций: *"Для заданных рациональных функций – коэффициентов $A(x), B(x)$, $-\infty < x < \infty$ найти пару рациональных функций $X^+(z) \in \mathfrak{R}_r^+$, $Y_-(z) \in \mathfrak{R}_r^-$, все полюсы первой из которых, при существовании, расположены внутри нижней, а второй – внутри верхней полуплоскостей, соответственно, и удовлетворяющих на сомкнутой вещественной оси линейному уравнению:*

$$A(x)X^+(x) + Y_-(x) = B(x); x \in \{-\infty; \infty\}." \quad (2)$$

Продолжено рассмотрение абстрактного уравнения (1). Изучен случай, когда коэффициент $A(z)$ является рациональной функцией, отличной от нуля на бесконечности и такой, что все её полюсы, при существовании, расположены только внутри верхней или только внутри нижней из полуплоскостей, ограниченных вещественной осью. При соответствующих предположениях и правильной факторизации коэффициента, получены формулы решений в \mathfrak{R} [1, 2], а также следствия. Формулы решений таковы:

1. Если $A(z), A^{-1}(z) \in \mathfrak{R}_r^+$, то:

$$X^+(z) = A^{-1}(z)B^+(z), \quad Y_-(z) = B_-(z); \quad (3)$$

2. Если $A(z), A^{-1}(z) \in \mathfrak{R}_r^-$, то:

$$X^+(z) = [A^{-1}(z)B^+(z)]^+, \quad Y_-(z) = B_-(z) + A(z)[A^{-1}(z)B^+(z)]_-. \quad (4)$$

Приведены иллюстративные примеры. Процедура свободна от теории интегралов типа Коши и Фурье, требования гёльдеровости функций, индекса.

1. Voytik T.G., Poletaev G.S., Yatsenko S.A. Projector approach to the general linear equation with variables from the subring of the rational functions and a factorable coefficient. J. of Physics : Conf. Series. 2017. Vol. 918 (2017) 012032 doi:10.1088/1742-6596/918/1/012032 Scopus. - P. 1-5.

2. Войтик Т.Г., Полетаев Г.С., Яценко С.А. Специальные (*) – решения родственных задаче Римана-Гильберта-Привалова уравнений с взаимно обратными рациональными коэффициентами. Вестник ХНТУ. Херсон: ХНТУ, 2019. №2(69), ч. 3. С. 53-61.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕДІНКИ УЗАГАЛЬНЕНИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ТЕОРІЇ {m,n}-АПРОКСИМАЦІЇ

Основна особливість сучасного етапу розвитку механіки пластинкових та оболонкових конструкцій полягає в переході від класичних теорій до узагальнених, які мають високу точність і універсальність. З іншого боку, розв'язування задач теорії пружності у тривимірній постановці призводить до значних математичних труднощів, для подолання яких також використовують узагальнені теорії.

Однією з таких узагальнених теорій є теорія {m,n}-апроксимації, що використовує метод І.Н. Векуа розвинення невідомих функцій за поліномами Лежандра від нормальної координати [1]. Ця теорія дозволяє врахувати зсувну піддатливість, характерну для більшості композиційних матеріалів. Тому дослідження поведінки переміщень, отриманих за допомогою узагальненої теорії {m,n}-апроксимації, має велике наукове і практичне значення.

У рамках наближень {1,0}- і {1,2}-апроксимації компоненти вектора переміщень і тензора напружень мають такі подання:

$$\begin{aligned}
 u_x &= uP_0 + \gamma_x hP_1, & u_y &= vP_0 + \gamma_y hP_1, & u_z &= w_0P_0 + w_1P_1 + w_2P_2; \\
 \sigma_x &= \frac{N_x}{2h}P_0 + \frac{3M_x}{2h^2}P_1 \quad (x \rightarrow y), & \tau_{xy} &= \frac{S}{2h}P_0 + \frac{3H}{2h^2}P_1, \\
 \tau_{xz} &= \frac{Q_{x0}}{2h}(P_0 - P_4) + \frac{3Q_{x1}}{2h}(P_1 - P_3) + \frac{5Q_{x2}}{2h}(P_2 - P_4) \quad (x \rightarrow y), \\
 \tau_{xz} &= \frac{Q_{x0}}{2h}\{P_0 - P_2\} \quad (x \rightarrow y), & \sigma_z &= \frac{R_0}{2h}\{P_0 - P_2\} + \frac{3R_1}{2h}\{P_1 - P_3\},
 \end{aligned}$$

де u, v, w_i ($i = \overline{0,2}$) – аналоги переміщень точок серединної поверхні пластини; γ_x, γ_y – аналоги кутів повороту нормалі; N_i, M_i ($i = x, y$), S, H, Q_{ij} ($i = x, y; j = \overline{0,2}$), R_j ($j = \overline{0,1}$) – узагальнені зусилля і моменти, з яких N_x, N_y, S є аналогами мембранних зусиль; M_x, M_y, H – згинальних і крутного моментів; Q_{x0}, Q_{y0} – перерізувальних сил; h – напівтовщина пластини; $P_k = P_k(z)$ – поліноми Лежандра. Тут суцільною лінією підкреслено доданки, що присутні лише у випадку {1,2}-апроксимації; штриховою лінією – доданки, справедливі тільки в рамках {1,0}-апроксимації.

У роботі розглянуто задачу про дію на трансверсально-ізотропну пластину зосередженого силового навантаження. Для розв'язання даної задачі використано теорію {m,n}-апроксимації, а також метод фундаментальних розв'язків [2]. Узагальнені переміщення знайдено за допомогою двовимірного перетворення Фур'є та методики обертання, що використовує спеціальну G-функцію.

Висновки. Описану методику можна використати під час вивчення напружено-деформованого стану пластин на базі узагальненої теорії {m,n}-апроксимації для випадку утримання більшої кількості членів рядів розвинень шуканих функцій у напрямках, нормальних до площини ізотропії.

1. Пелех Б.Л., Лазько В.А. Слоистые анизотропные пластины и оболочки с концентраторами напряжений : Киев : Наук. думка, 1982. 296 с.
2. Шевченко В.П. Методы фундаментальных решений в теории ортотропных оболочек. *Механика композитов* / под ред. А.Н. Гузя, А.С. Космодамианского. Киев, Т. 7, 1998. С. 159–196.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДБИТТЯ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ХВИЛЬ ВІД ДВОШАРОВОГО ТЕКСТИЛЬНОГО ПАКЕТУ

Акустичний опір середовища, з якого падають на текстильний пакет ультразвукові хвилі, має позначення Z_1 , акустичний опір шару №1 з товщиною h_1 – позначається як Z_2 , акустичний опір шару №2 з товщиною h_2 – позначається як Z_3 і акустичний опір середовища по іншу сторону від пакету – позначається як Z_4 . В переважній більшості випадків, які мають практичне значення [1], текстильний пакет, що досліджується, знаходиться в повітряному середовищі, а опори Z_1 і Z_4 дорівнюють опорі повітря.

Якщо величина $V_L = 1 - \left(1 - \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} \cdot \frac{Z_3 - Z_4}{Z_3 + Z_4}\right) \left(1 + \frac{Z_2 - Z_3}{Z_2 + Z_3}\right) \left(1 + \frac{Z_3 - Z_2}{Z_3 + Z_2}\right)$ та

виконується умова для товщин шарів $h_1 \approx h_2$, тоді для двошарових текстильних пакетів комплексний коефіцієнт відбиття $V_B(\omega)$ хвиль, що відбиваються від матеріалу, приймає наступний вигляд:

$$V_B(\omega) = \frac{\sqrt{V_L} - \sqrt{V_L} \cdot e^{2j\left(\frac{\omega b}{c_{23}} + j\alpha_3\right) \cdot (h_1 + h_2)}}{1 - V_L \cdot e^{2j\left(\frac{\omega b}{c_{23}} + j\alpha_3\right) \cdot (h_1 + h_2)}},$$

де ω – колова частота ультразвукових хвиль; c_{23} – усереднена швидкість розповсюдження ультразвукових хвиль в шарах №1 і №2; α_3 – усереднений коефіцієнт згасання ультразвукових хвиль в шарах №1 і №2; b – коригувальний коефіцієнт.

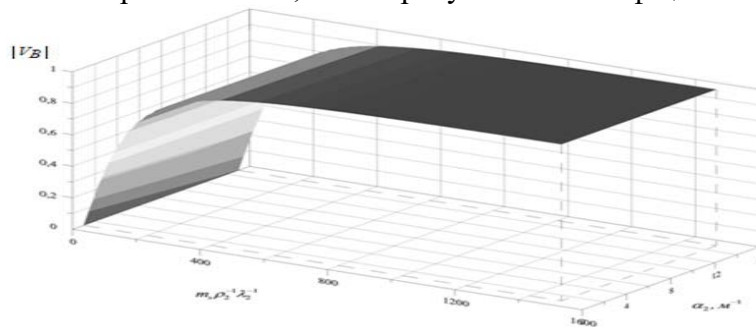


Рис.1. Вплив на модуль $|V_B|$ коефіцієнта згасання α_3 і комплексного параметра $m_s \rho_2^{-1} \lambda_2^{-1}$

На рис.1 представлена залежність $|V_B|$ від α_3 та відношення поверхневої густини m_s пакету до добутку об'ємної щільності та довжини ультразвукової хвилі в матеріалі $\rho_2 \lambda_2$.

Висновки. Запропонований вираз, який описує відбиття ультразвукових хвиль від двошарового текстильного пакету, можна використати при розробці нових засобів контролю текстильних матеріалів.

1. Barylko S. Adaptive ultrasonic method for controlling the basis weight of knitted fabrics / S. Barylko, V. Zdorenko, O. Kyzymchuk, S. Lisovets, L. Melnyk & Olena Barylko // Journal of Engineered Fibers and Fabrics, – 2019. Vol.14. P.1-7.

О.О. БРОВАРЕЦЬ
Київський кооперативний інститут бізнесу та права, Київ,

Ю.В. ЧОВНЮК
Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ

ЗАСТОСОВАННЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ОБЕРНЕНОЇ ЗАДАЧІ ДИФУЗІЇ ДЛЯ БАГАТОШАРОВИХ ГРУНТІВ МЕТОДОМ РЕГУЛЯРИЗАЦІЇ З ЕФЕКТИВНИМ АЛГОРИТМОМ ПОШУКУ РЕГУЛЯРИЗУЮЧОГО ПАРАМЕТРА

У статті для отримання стійкого розв'язання оберненої задачі дифузії (ОЗД) застосовується метод регуляризації А.М. Тихонова з ефективним алгоритмом пошуку регуляризуючого параметра. Шуканий дифузійний потік на границі та т.з. дифузійний контактний опір за часовою координатною апроксимуються сплайнами Шьонберга третього ступеня. Як стабілізуючий функціонал використовується сума квадратів шуканої величини, її першої та другої похідних [1-3]. Як об'єкт дослідження розглядаються багато шаруваті ґрунти або циліндричної форми земельні «утворення» (при дренажу вологи на землях/ґрунтах сільськогосподарського призначення).

У першому наближенні задача розглядається в одновимірній нестационарній лінійній постановці. Співвідношення товщини циліндричної оболонки до її радіуса будемо вважати таким, що у рівнянні дифузії концентрації органічної складової ґрунту кривиною такої «оболонки» можна знехтувати і розглядати її як плоску пластину. Таке припущення обране для спрощення викладення матеріалу і не обмежує застосування викладеної методики у разі осьовної симетрії «оболонки», а також під час переведення матеріальної моделі з прямокутної у циліндричну систему координат. Розглядається три обернені задачі. У перших двох визначаються дифузійні потоки у складному / з кількома прошарками ґрунтів з ідеальним і реальним дифузійним контактом. У третій ОЗД за реальною дифузійною контакту визначається т.з. дифузійний контактний опір. Дифузійні потоки у багато шарових ґрунтах розглядаються у вигляді лінійних комбінацій сплайнів Шьонберга третього ступеня з невідомими коефіцієнтами, які обчислюються шляхом розв'язання системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Ця система є наслідком необхідної умови мінімуму функціонала, у основу якого покладено принцип найменших квадратів відхилення модельованого дифузійного процесу від дифузії, отриманої у результаті дифузійного експерименту (фізичного експерименту). Для регуляризації розв'язків ОЗД використовується стабілізуючий функціонал з параметром регуляризації як мультиплікативним множником. Він являє собою сума квадратів дифузійних потоків, їх перших і других похідних з відповідними множниками. Ці множники вибираються згідно із заздалегідь відомими властивостями шуканого розв'язку. Пошук регуляризуючого параметра здійснюється за допомогою алгоритму, аналогічного алгоритму пошуку кореня нелінійного рівняння.

1. Бек Дж., Блэкуэлл Б., Сент Клер Ч. Некорректные задачи теплопроводности. М.: Мир, 1989. 312 с.
2. Мацевитый Ю.М. Обратные задачи теплопроводности: В 2-х Т. Киев: Наукова думка. Т.1: Методология. 2002. 408 с.; Т.2: Приложения. 2003. 392 с.
3. Коздоба Л.А. Круковский П.Г. Методика решения обратных задач теплопереноса. Киев: Наукова думка, 1982, 360 с.

МОДЕЛЮВАННЯ АБСТРАКТНИХ СТРУКТУР ДЛЯ ДОСЯГНЕННЯ СИНЕРГЕТИЧНОГО ЕФЕКТУ

Зазначимо, що раніше ми розглядали задачі, для яких існували вхідні дані. Тому дослідникам було досить легко вибрати і побудувати ту чи іншу математичну модель. На сьогодні науковцям необхідно створювати нові абстрактні структури (іноді парні об'єкти різного призначення) для того, щоб була можливість досягнути поставлені цілі.

В роботі розглядається дільниця гнучкого автоматизованого виробництва. Обробка деталей мілко серійного типу ведеться з допомогою робото-технічних комплексів (РТК). Деталі конкретного найменування доставляються для обробки зі складу до вказаного РТК з допомогою візочка. Вибрана лінія руху транспортних засобів має кільцевий вигляд, що дає можливість перебувати на трасі декільком візочкам.

Диспетчер керує роботою структурних об'єктів виробничої дільниці. Видача завдання транспортному засобу, а також РТК здійснює диспетчер (програма «Диспетчер»), який включається в роботу через рівні інтервали часу τ , де τ – такт роботи диспетчера.

Необхідно побудувати систему управління дільницею гнучкого виробництва, яка задовольняє декілька цілей. В даній роботі розглянемо більш уважно одну ціль: система повинна бути надійною (ціль С2). Також проаналізуємо взаємодію вказаної дільниці по обробці деталей і обчислювальної системи. Ставиться ціль С1 вищого пріоритету: необхідно синхронізувати діяльність цих двох підрозділів у часі.

Зрозуміло, що для забезпечення цілі С2 потрібно створити запас певного ресурсу, вибрати модель управління запасами. Для системи гнучкого виробництва ми не можемо вказати ресурс, попит на який є постійним або має постійну складову. Констатуємо ситуацію невизначеності. Ставимо задачу створити такий ресурс.

Для реалізації вказаної задачі пропонуємо використати наступні інтелектуальні процедури:

1 – «Маятник» - диспетчер відправляє транспортний засіб до першого РТК, потім до другого РТК, тощо, врешті до максимального номера РТК. Далі схема повторюється у зворотному напрямку від максимального номера до першого номера РТК. В результаті ми отримуємо нову структуру – середовище кортежів квантів часу. Кванти в середині кортежу мають різну довжину. Характеристики квантів в середині кортежів співпадають. Кортеж різних квантів в подальшому застосовується в якості основи для розв'язування оптимізаційної задачі. Кількість таких задач є функція від

кількості кортежів. Режим роботи системи, в якій застосовується процедура «Маятник» назвемо оптимальним;

2 – «Ординарна схема» - диспетчер відправляє візочок до першого номера РТК, потім до другого, тощо, зрештою до максимального номера РТК. Далі схема доставки повторюється. В результаті ми отримуємо середовище квантів однакової довжини. В подальшому ми можемо маніпулювати як кортежами однакових квантів, так і певною кількістю квантів однакової довжини. Режим роботи системи, в якій застосовується процедура «Ординарна схема» назвемо ординарним;

3 – «Комбінована схема» - до кортежу різних квантів часу додається декілька квантів ординарного режиму.

Отже в якості одиниці запасу виступає той чи інший вид кортежу квантів. Фактично ми переходимо з одного середовища в інший. Тому ми повинні ідентифікувати не тільки вид одиниці запасу, а і новий розмір партії для кожної деталі, вказати технологію отримання цієї величини. Це установки для роботи диспетчера.

В роботі використовуються три види розмірів партій деталей: розмір партії, що поступив в систему (на дільницю); розмір партії деталей, що поступив на вхід кортежу; розмір партії деталей, що обробляється в конкретному кванті часу.

Створення абстрактного середовища кортежів квантів та розроблення технології розрахунку розмірів партій деталей, що поступають на вхід цієї структури, дають синергетичний ефект. Цей ефект полягає у зменшенні часу вирішення оптимізаційних задач малої розмірності і зменшенні вартості необхідних ресурсів.

Збірка тез

**XXI МІЖНАРОДНА КОНФЕРЕНЦІЯ
З МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

МКММ-2020

Відповідальний за випуск Хомченко А.Н.
Технічний редактор, комп'ютерна верстка Омельчук А.А.

Херсонський національний технічний університет
Свідоцтво про державну реєстрацію
73000, м. Херсон, Бериславське шосе, 24