

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 ПОЛПШЕННЯ 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

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 -вимірному евклідовому 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.

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