

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕРІАЛИ ХХІІ МІЖНАРОДНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ З
МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ



Херсон – 2021

**МАТЕРІАЛИ XXII МІЖНАРОДНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
З МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

**МАТЕРИАЛЫ XXII МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
ПО МАТЕМАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ**

**MATERIALS OF 22TH INTERNATIONAL CONFERENCE
OF MATHEMATICAL MODELLING**

Збірка матеріалів конференції

**13-17 вересня 2021 року
Херсон, Україна**

**13-17 сентября 2021 года
Херсон, Украина**

**September 13-17, 2021
Kherson, Ukraine**

Організатори конференції

Херсонський національний технічний університет
Українська асоціація з прикладної геометрії
Чорноморський національний університет ім. П. Могили (м. Миколаїв)
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова (Херсонська філія)
Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна
Дніпровський національний університет ім. Олеса Гончара
Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Akademia Ekonomiczno-Humanistyczna w Warszawie, Polska
Instituto politécnico nacional, seri-esime-zacatenco, ciudad de México, México
Брестський державний технічний університет (м. Брест)
Херсонська державна морська академія

Організаційний комітет:

Голова Бардачов Ю.М. – д.т.н., професор, ректор ХНТУ (Херсон)
Заступники голови: Астіоненко І.О. – к.ф.-м.н., доцент кафедри ВМ і ММ ХНТУ (Херсон)
Литвиненко О.І. – к.т.н., доцент кафедри ІТ та ФМД ХФ НУК (Херсон)

Програмний комітет

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

Члени комітету:

Абрамов Г.С. к.ф.-м.н. (Херсон);
Андрейцев А.Ю. к.ф.-м.н. (Київ);
Babichev S.A. PhD (Czech Republic);
Баклан І.В. к.т.н. (Київ);
Бень А.П. к.т.н. (Херсон);
Ванін В.В. д.т.н. (Київ);
Вахненко В.О. д.ф.-м.н. (Київ);
Вирченко Ю.П. д.ф.-м.н. (Белгород); Гвоздева І.М. д.т.н. (Одеса);
Гнатушенко В.В. д.т.н. (Дніпро);
Guchek P., Dr.Sc. (Poland);
Дудченко О.М. к.т.н. (Херсон);
Жолткевич Г.М. д.т.н. (Харків);
Комяк В.М. д.т.н. (Харків);
Корчинський В.М. д.т.н. (Дніпро);
Куклін В.М. д.ф.-м.н. (Харків);
Куценко Л.М. д.т.н. (Харків);
Лазурик В.Т. д.ф.-м.н. (Харків);
Лебеденко Ю.О. к.т.н. (Херсон);
Литвиненко В.І. д.т.н. (Херсон);
Литвинова М.Б. д.п.н. (Херсон);
Ляшенко В.П. д.т.н. (Кременчук); Мазманішвілі О.С. д.ф.-м.н. (Харків);
Мельник І.В. д.т.н. (Київ);
Миргород В.Ф. д.т.н. (Одеса);
Michtchenko O.V. (México);
Мусій Р.С. д.ф.-м.н. (Львів);
Найдиш А.В. д.т.н. (Мелітополь);
Несвідомін В.М., д.т.н. (Київ);
Петрик М.Р. д.ф.-м.н. (Тернопіль);
Пилипака С.Ф. д.т.н. (Київ);
Плоский В.О. д.т.н. (Київ);
Поливода О.В. к.т.н. (Херсон);
Редчиць Д.О. д.ф.-м.н. (Дніпро);
Рожков С.О. д.т.н. (Херсон);
Розов Ю.Г. д.т.н. (Херсон);
Самохвалов С.Є. д.т.н. (Кам'янське);
Smolarz A. Prof. dr hab. inż. (Poland);
Свешников В.М. д.ф.-м.н. (РАН);
Смирнов І.В. д.т.н. (Київ);
Стрельнікова О.О. д.т.н. (Харків);
Тарасов С.В. к.т.н. (Дніпро);
Човнюк Ю.В. к.т.н. (Київ);
Шоман О.В. д.т.н. (Харків);
Шуть В.Н. к.т.н. (Брест);
Wojcik W. Prof. dr hab. inż. (Poland);
Zimek Z. PhD (Poland);
Эфендиев Горхмаз Джаваншир оглы. PhD (Азербайджан).

У збірнику представлено матеріали XXII міжнародної конференції з математичного моделювання МКММ-2021, яка відбулася з 13 по 17 вересня 2021 року в ХНТУ і була присвячена актуальним питанням математичного моделювання, прикладної геометрії та інформаційних технологій.

XXII Міжнародна конференція з математичного моделювання (МКММ-2021) [Збірка тез (13-17 вересня 2021 р., м. Херсон)]. – Херсон: ХНТУ, 2021. – 108 с.

ЗМІСТ

А.Ю. АНДРЕЙЦЕВ, Ю.Э. ВЯЛА, А.В. ГЕЙЛИК, О.В. ЛЯШКО АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЕРА И СВЕДЕНИЕ К НЕЙ НЕКОТОРЫХ РОДСТВЕННЫХ ЗАДАЧ	11
А.Ю. АНДРЕЙЦЕВ, И.В. СМИРНОВ, А.В. ЧОРНИЙ, С.Н. МИНАКОВ АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ ЧАСТИЦ ПОРОШКА ПРИ ПЛАЗМЕННОЙ СФЕРОИДИЗАЦИИ	12
Л.Г. АХМЕТШИНА, А.А. ЕГОРОВ УЛУЧШЕНИЕ ПОЛУТОНОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ ЯРКОСТИ НЕЧЕТКИХ ФУНКЦИЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ	13
S. BABICHEV, L. YASINSKA-DAMRI TECHNIQUE OF GENE REGULATORY NETWORK TOPOLOGY OPTIMIZATION BASED ON THE USE OF ANSAMBLE OF THE TOPOLOGICAL PARAMETERS	15
І.В. БАЙРАК, Г.В. РУДАКОВА, Ю.О. ЛЕБЕДЕНКО МЕТОДИ ОБРОБКИ GPS-ДАНИХ ДЛЯ КОНТРОЛЮ КРУГОВОГО РУХУ ДОЩУВАЛЬНИХ МАШИН	17
М.Г. БЕРДНИК., І.Г. ГУЛІНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ І МЕТОД РІШЕННЯ УЗАГАЛЬНЕНОЇ ЗАДАЧІ НЕЙМАНА ТЕПЛООБМІНУ ПАРАБОЛОЇДА ОБЕРТАННЯ	18
С.Г. БЛАЖЕВСЬКИЙ, О.М. ЛЕНЮК, О.М. НІКІТІНА, М.І. ШИНКАРИК МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ДИНАМІКИ МЕТОДОМ ГІБРИДНОГО ІНТЕГРАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ТИПУ ЕЙЛЕРА-БЕССЕЛЯ НА СЕГМЕНТІ	19
В.Д. БОРИСЕНКО, С.А. УСТЕНКО, І.В. УСТЕНКО НОВИЙ ПІДХІД ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ СТАРОВИННИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ЗАДАЧ	20
Л.П. ВАКАЛ, Є.С. ВАКАЛ ПОБУДОВА ЗВУКОВИХ ОБРАЗІВ КОНТУРІВ ОБ'ЄКТІВ	21
К.В. ВАЛЬКО, В.І. КУЗЬМИЧ, Л.В. КУЗЬМИЧ, О.Г. САВЧЕНКО ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ВЗАЄМНОГО РОЗМІЩЕННЯ ТОЧОК МЕТРИЧНОГО ПРОСТОРУ ЗА ДОПОМОГОЮ ДИНАМІЧНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО СЕРЕДОВИЩА GEOGEBRA 3D	22
В.О. ВАХНЕНКО, Д.Б. ВЕНГРОВИЧ СОЛІТОН З ПОЛЮСОМ ДРУГОГО ПОРЯДКУ В ОБЕРНЕНІЙ ЗАДАЧІ РОЗСІЯННЯ	24
I.G. VELICHKO, E.V. STEGANTSEV THE CHROMATIC NUMBER OF THE FUNCTION	25

В.М. ВЕРЕЩАГА, О.М. ПАВЛЕНКО ТРИРОЗМІРНІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТРИЦІ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ОБ'ЄМНИХ ОБ'ЄКТІВ ДОВІЛЬНОЇ ФОРМИ	26
І.О. ВЕРУШКІН, О.О. СТРЕЛЬНІКОВА ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОПРУЖНИХ КОЛИВАНЬ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ ГІПЕРСИНГУЛЯРНИХ РІВНЯНЬ	27
О.В. ВОРОНЦОВ, О.В. ВОРОНЦОВА ДИСКРЕТНА ГІПЕРБОЛІЧНА ІНТЕРПОЛЯЦІЯ СУПЕРПОЗИЦІЯМИ КООРДИНАТ ТРЬОХ ДОВІЛЬНО ЗАДАНИХ ТОЧОК	28
D.V. VORONTSOVA, A.O. DASHKEVYCH, H.V. FEDCHENKO, V.V. TIAHLO 3D OBJECTS CREATION APPROACHES	30
І.М. ГВОЗДЕВА, В.Ф. МИРГОРОД, В.В. БУДАШКО ТРЕНДОВИЙ АНАЛІЗ ДВОВИМІРНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ	31
Вікт. В. ГНАТУШЕНКО, Н. Л. ДОРОШ, Т. М. ФЕНЕНКО ДОСЛІДЖЕННЯ ПОМИЛОК НАВЧАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖІ	32
Вікт. В. ГНАТУШЕНКО, К.В. КИТОВА, О.В. ДОРОШ МОБІЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ ВНЗ	34
С. І. ГОМЕНЮК, С. М. ГРЕБЕНЮК, Н. І.-В. МАНЬКО, О. Г. СПИЦЯ ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КОНТАКТНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ШТАМПІВ ТА ГУМОВОКОРДНОЇ СМУГИ	35
І.В. ГОЯНЮК, М.Р. ПЕТРИК, І.Я. МУДРИК МОДЕЛЮВАННЯ ФІЛЬТРАЦІЙНОГО МАСОПЕРЕНОСУ В СЕРЕДОВИЩІ МІКРОПОРИСТИХ ЧАСТИНОК	36
В.В. ГРИЦИК ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕОРІЇ ЗОБРАЖЕНЬ – МНОЖИНИ ТОЧОК І ОПЕРАЦІЙ НАД НИМИ	37
О.М. ГУМЕН, С.С. ЛЯСКОВСЬКА, Є.В. МАРТИН ПОБУДОВА ТРИВИМІРНОГО ЦИЛІНДРА ЧОТИРИВИМІРНОГО ПРОСТОРУ	38
О.П. ДЕМ'ЯНЧЕНКО МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ПОРОЖНИСТОГО ВАЛКА ПРОКАТНОГО СТАНУ З РІЗНИМИ УМОВАМИ ТЕПЛООБМІНУ НА ПОВЕРХНІ	40
В.В. ДУМАНСЬКА, Ю.В. ДОЦЕНКО, Н.В. СИДОРОВА, Л.М. МАКАРЕНКО ПОКРИТТЯ ІЗ ФЕМ З ОСНОВОЮ ІЗ ПІРАМІДАЛЬНОГО ТА РЕБРИСТИХ ЕЛЕМЕНТІВ	41
Н.М. ЗАЩЕПКІНА, В.В. ТАРАНОВ, С.О БОЙЧУН, Д. С. МЕЛЬНИЧЕНКО ВИМІРЮВАННЯ НІТРАТІВ У ВОДІ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ	43

Т.С. КАГАДІЙ, А.Г. ШПОРТА, Ю.О. БІЛОВА, О.В. БІЛОВА, І.В. ЩЕРБИНА ЗАСТОСУВАННЯ АСИМПТОТИЧНОГО МЕТОДУ ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ГЕОМЕТРИЧНО НЕЛІНІЙНОЇ ТЕОРІЇ ПРУЖНОСТІ	45
С.Л. КАРПЕНКО, Г.В. РУДАКОВА, В.М. ПОЛЩУК МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ЗОВНІШНІХ ФАКТОРІВ НА ГІДРАВЛІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАКРИТОЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ	47
В.М. КОМЯК, К.Т. КЯЗИМОВ ФОРМАЛІЗАЦІЯ ОБМЕЖЕНЬ В ЗАДАЧІ МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ГРУП ЛЮДЕЙ ПРИ ЕВАКУАЦІЇ З БУДІВЕЛЬ ВАНТАЖЕМ	48
Є.С. КОНОНЕНКО КОЛИВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ ПІД ДІЄЮ ПЕРІОДИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ З УРАХУВАННЯМ ЕФЕКТІВ ГІДРОПРУЖНОСТІ	49
В.М.КОРЧИНСЬКИЙ ВІДНОВЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБ'ЄКТІВ ЗА БАГАТОСПЕКТРАЛЬНИМИ ЦИФРОВИМИ ЗОБРАЖЕННЯМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ	50
В.М.КОРЧИНСЬКИЙ, Д.М.СВИНАРЕНКО ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ КАНАЛІВ ПЕРЕДАЧІ БАГАТОСПЕКТРАЛЬНИХ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ	51
ЛІСІН Д.О., ЛІСІНА О.Ю., ШИЛЬМАН Ю. АВТОМАТИЗАЦІЯ КОНСТРУЮВАННЯ ГРАФІВ ОДИНИЧНИХ КРУГІВ	52
М.Б. ЛІТВІНОВА, О.Д. ШТАНЬКО, С.О. КАРПОВА, К.О. ЯНОВСЬКА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ТЕПЛООБМІНУ В ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОМУ ГЕНЕРАТОРІ ПІД ЧАС УТИЛІЗАЦІЇ ЕНЕРГІЇ ДИМОВИХ ГАЗІВ ПОБУТОВОЇ ОПАЛЮВАЛЬНОЇ ПЕЧІ	53
В.І. МАГРО, С.В. ПЛАКСІН, В.О. СВЯТОШЕНКО ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ МЕРЕЖ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ І ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ	54
В.І. МАГРО, С.В. ПЛАКСІН, В.О. СВЯТОШЕНКО ПОБУДОВА МОДЕЛІ ТЕСТУВАННЯ І МОНІТОРИНГУ В МІКРОСЕРВІСНІЙ ІНФРАСТРУКТУРІ	55
А.С. МАЗМАНИШВИЛИ, Н.В. МОСКАЛЕЦ, А.А. ЩЕРБАКОВ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЭМИССИИ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЭЛЕКТРОНОВ И МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОТОКА ФОТОНОВ В КАНАЛЕ ВЫВОДА СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НАКОПИТЕЛЯ "НЕСТОР" ННЦ ХФТИ	56
І.В. МЕЛЬНИК, С.Б. ТУГАЙ ДИСКРЕТНИЙ АЛГОРИТМ КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНИМ ЗАСОБОМ, ОСНОВАНІЙ НА МЕТОДАХ ТЕОРІЇ СКІНЧЕННИХ АВТОМАТІВ	57

І.В. МЕЛЬНИК, С.Б. ТУГАЙ, В.О. КИРИК, Д.В. КОВАЛЬЧУК ОЦІНЮВАННЯ РОБОЧОГО ТИСКУ ГАРМАТ ВИСОКОВОЛЬТНОГО ТЛЮЧОГО РОЗРЯДУ В ТЕХНОЛОГІЇ ЗВАРЮВАННЯ	59
І.В. МОСУР, О.В. ПОЛИВОДА, Г.В. РУДАКОВА, В.В. ПОЛИВОДА МОДЕЛЮВАННЯ МЕТОДІВ РОЗМІЩЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ПІДСИСТЕМИ ЗБОРУ ДАНИХ ПРИ ДИСТАНЦІЙНОМУ МОНІТОРИНГУ ЗЕМЛЕРОБСТВА НА ОСНОВІ ІоТ	61
Р.С. МУСІЙ, У.В. ЖИДИК, Н.Б. МЕЛЬНИК, В.К. ШИНДЕР, О.М. М'ЯУС, Р.А. НАКОНЕЧНИЙ ТЕМПЕРАТУРНЕ ПОЛЕ В ШАРУВАТІЙ АНІЗОТРОПНІЙ ЦИЛІНДРИЧНІЙ ОБОЛОНЦІ ЗА ЛОКАЛЬНОГО НАГРІВУ	62
Р.С. МУСІЙ, Н.Б. МЕЛЬНИК, А.Й. НАКОНЕЧНИЙ, Л.В. ГОШКО, Б.Й. БАНДИРСЬКИЙ ТЕМПЕРАТУРНЕ ПОЛЕ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОЇ КУЛІ ЗА КОРОТКОЧАСНОГО ІНДУКЦІЙНОГО НАГРІВУ	63
D.O. NECHAI USING METADATA TO GENERATE INFORMATION SYSTEMS	64
А. Ю. НИЦЫН СВЯЗЬ ГРУППЫ СИММЕТРИИ ОРНАМЕНТА НА ЭСКИЗЕ М. К. ЭШЕРА «МОРСКИЕ КОНЬКИ» С ДВИЖЕНИЯМИ ПЛОСКОСТИ, ОПИСЫВАЮЩИМИ ПОСТРОЕНИЕ ЕГО ФИГУРНОЙ ПЛИТКИ	66
О.В. ОСТАПЧУК, Ю.В. ШКІЛЬ, І.В. ТИМЧЕНКО МОДЕЛЮВАННЯ ШВИДКОДІЙНОЇ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ІЗОЛЯЦІЇ ВИСОКОВОЛЬТНИХ ЛІНІЙ	67
Ю.І. ПЕРШИНА ВІДНОВЛЕННЯ ТРИВИМІРНОГО ТІЛА З ВИКОРИСТАННЯМ ОПЕРАТОРА МІШАНОЇ АПРОКСИМАЦІЇ ПОЛІНОМАМИ БЕРНШТЕЙНА	68
Б. В. ПЕТРИК, В. І. ДУБРОВІН DETECTION OF DOS ATTACKS IN NETWORK TRAFFIC BY WAVELET TRANSFORM	69
Т.А. ПРОКОФЬЕВ, А.В. ИВАНЧЕНКО, В.В. ГНАТУШЕНКО МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ИЗЛУЧАЮЩИХ ЦЕНТРОВ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ С ШИРОКИМИ СПЕКТРАМИ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ	70
Д.А. РЕДЧИЦ, А.В. ЗИНЧЕНКО, О.Б. ПОЛЕВОЙ, С.В. МОИСЕЕНКО, В.А. ЗАЙКА МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ СВЯЗАННЫХ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ ЖИДКОСТИ, ГАЗА И ПЛАЗМЫ	72
С.О. РОЖКОВ, А.А. ІВАНОВ, К.В. ТИМОФЕЄВ, І.Б. БУТАКОВ ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ ПОТУЖНІСТЮ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ СУДНА	73

О. Н. РОМАНЮК, О. В. РОМАНЮК, О. М. ЦІХАНОВСЬКА, Л. Г. КОВАЛЬ РОЛЬ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ В ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ	75
О.М. СЕРІКОВА, О.О. СТРЕЛЬНИКОВА, В.І. ГНІТЬКО, К.Г. ДЕГТЯРЬОВ, А.М. ТОНКОНОЖЕНКО ВДОСКОНАЛЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙНИХ І МІЦНІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАНОКОМПОЗИТІВ ІЗ НЕВПОРЯДКОВАНИМИ СФЕРИЧНИМИ ВКЛЮЧЕННЯМИ	78
В.Ю. СКОСАР, С.В. БУРИЛОВ, В.О. ДЗЕНЗЕРСЬКИЙ МОДЕЛЮВАННЯ ВИНАХІДНИЦЬКОГО ПРОЦЕСУ НА ПРИКЛАДІ ЛІТІЙ-ІОННИХ АКУМУЛЯТОРІВ	80
В.Ю. СКОСАР, О.С. ВОРОШИЛОВ, С.В. КОМАРОВ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ МАГНІТНОЇ ЛЕВІТАЦІЇ КОСМІЧНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ	82
Н.О.СОКОЛОВА, П.С.КОРНЮШЕНКО МОДЕЛЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ COVID-19 З ВИКОРИСТАННЯМ МУЛЬТИАГЕНТНОЇ ПАРАДИГМИ	83
S.A. STANKEVICH, M.O. SVIDENIUK, A.R. LYSENKO LAND SURFACE DIELECTRIC PERMITTIVITY SEQUENTIAL RESTORATION BY DUAL-POLARIZATION RADAR IMAGE	85
СТАНКЕВИЧ С.А., ТИТАРЕНКО О.В., ГОЛУБОВ С.И. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕГРАЦИИ ГЕТЕРОГЕННЫХ ДАНЫХ ПРИ ОЦЕНИВАНИИ НЕФТЕГАЗОПЕРСПЕКТИВНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ	87
С.В. ТАРАСОВ, О.В. ДОРОШ, А.С. ТАРАСОВ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ І РОЗРАХУНОК НАПРУЖЕНО- ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ РОЗСУВНИХ ЛОПАТЕЙ І ТРАВЕРС Н-РОТОРІВ ДАР'Є	88
С.В. ТАРАСОВ, І.Ю. КОСТЮКОВ, І.Б. ЧАШИНА КОРИГУВАННЯ ЕМПІРИЧНОГО РІВНЯННЯ ГЛАУЕРТА ДЛЯ КОЕФІЦІЄНТА ОСЬОВОЇ СИЛИ ПОТОКА В ІМПУЛЬСНИХ МОДЕЛЯХ Н-РОТОРА ДАР'Є	89
М.О. ТЕРЕЩУК, О.О. ГОЛОВА, О.О. ЛЕБЕДЕВА, Н.М. ЛИНОК, О.В. ГОЛОВЧЕНКО ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОСТОРУ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ	90
Н. К. ТИМОФІЄВА ОПТИМІЗАЦІЙНІ ЗАДАЧІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА ПІДХОДИ ДО ЇХНЬОГО РОЗВ'ЯЗАННЯ	91
Р.В. ТРЕМБОВЕЦЬКА, В.Я. ГАЛЬЧЕНКО, В.В.ТИЧКОВ ОПТИМАЛЬНЕ СУРОГАТНЕ ПРОЕКТУВАННЯ НАКЛАДНИХ ВИХРОСТРУМОВИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ	92

P. P. TROKHIMCHUCK SOME QUESTIONS OF MODELLING THE ELIOTIC-INDUCED ATOMIZATION OF MATTER	94
О.В.ТУМАШОВА ВПЛИВ ГРАНИЧНИХ УМОВ ТА ДОВЖИНИ ГНУЧКОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ПАНЕЛІ НА ЇЇ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН	95
А. В. УСОВ, М. В. КУНЦИН, Ю. І. ЗАЙЧИК МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ПО ЗАБЕЗПЕЧЕННЮ ЯКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ КОНІЧНИХ ВИРОБІВ НА ФІНІШНИХ ОПЕРАЦІЯХ	96
А. В. УСОВ, М. В. КУНЦИН, Ю. Є. СІКІРАШ МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ГЕТЕРОГЕННОЇ СТРУКТУРИ СПЛАВІВ НА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ НА ФІНІШНИХ ОПЕРАЦІЯХ	97
Л.А.ФРОЛОВА, Т.Є. БУТИРІНА, М.О. САВЧЕНКО, М.К. СУХИЙ ВИКОРИСТАННЯ СИМПЛЕКС-РЕШІТЧАСТИХ ПЛАНІВ ШЕФФЕ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ СКЛАДІВ Mn-Ni-Zn ФЕРИТІВ	98
Н.Н. ХАРИТОНОВ, И.И. КЛИМКИНА, О. В. ТИТАРЕНКО, Л.Б. АНИСИМОВА ГЕОПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ДОБЫЧИ УГЛЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЛАНДШАФТОВ В ПОЙМЕ РЕКИ САМАРА	99
А. Н. ХОМЧЕНКО, О.І. ЛИТВИНЕНКО, І.О. АСТІОНЕНКО МОДЕЛІ КОНОЇДІВ ТА МЕТОД ПЕРЕРІЗІВ НА ПРИКЛАДІ БІКВАДРАТИЧНОГО СКІНЧЕНОГО ЕЛЕМЕНТА	100
.В. ЧЕРНІКОВ, О.В. АРХІПОВ, О.А. ЄРМАКОВА, Я.С. КОРЕЦЬКИЙ АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ МАЙСТРА ПРОЕКТУВАННЯ ВАЛІВ ПРОГРАМИ AUTODESK INVENTOR ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ДЕТАЛЕЙ РІЗНОЇ ГЕОМЕТРІЇ	101
О.В. ЧЕРНІКОВ, Н.Є. КАЛЮЖНА, А. ЛАМДАІНІ РОЗРОБКА ДОДАТКІВ ДО ПРОГРАМИ AUTODESK INVENTOR З ВИКОРИСТАННЯМ API	102
О. В. ЧОПОРОВА, С. В. ЧОПОРОВ, А. О. ЛІСНЯК ВИКОРИСТАННЯ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ КРУГЛОЇ ПЛАСТИНКИ	103
І. Ф. ШАСХОВА, Ю.О. ОЛІЙНИК ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ АРХІТЕКТУРИ ГЕТЕРОГЕННОЇ МУЛЬТИКОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ПЛАНУВАННЯ ЗАДАЧ	104
В.Н. ШУТЬ, Е.В.ШВЕЦОВА, Е.Е. ПРОЛИСКО СБОР И АНАЛИЗ ДАННЫХ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК В ГОРОДСКОЙ ПАССАЖИРСКОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЕ	106

ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ВЗАЄМНОГО РОЗМІЩЕННЯ ТОЧОК МЕТРИЧНОГО ПРОСТОРУ ЗА ДОПОМОГОЮ ДИНАМІЧНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО СЕРЕДОВИЩА GEOGEBRA 3D

Робота присвячена побудові математичної моделі зображення геометричних образів у метричних просторах за допомогою основних понять метричної геометрії. Головною особливістю цієї геометрії є можливість використання лише однієї характеристики, що встановлюється між точками метричного простору – відстані між ними, або метрики простору [1]. Це накладає на дослідження з метричної геометрії значні обмеження, та збільшує складність аналітичних співвідношень між її основними геометричними образами – прямолінійним розміщенням точок, плоским розміщенням точок, кутом і його числовою характеристикою. Образи класичних геометричних фігур евклідової геометрії – трикутник, тетраедр і таке інше можуть мати достатньо незвичні форми та властивості у метричній геометрії. Значний розвиток метричної геометрії у наш час зумовлений численними її застосуваннями у різних галузях науки та інженерії. Складність аналітичних перетворень у метричній геометрії частково компенсується можливістю застосування до них сучасних засобів обчислювальної техніки та комп'ютерної візуалізації геометричних образів.

Однією із перепон до використання комп'ютерної візуалізації є необхідність використання формул перерахунку відстаней між точками метричного простору у декартові координати цих точок. Сучасні програмні засоби для зображення геометричних образів використовують, у основному, задані координати точок. Це утруднює геометричну інтерпретацію цих образів та їх перетворення. У роботі пропонуються формули переходу від значень відстані між точками метричного простору до їх декартових координат у випадку геометричного образу тетраедра. Цей образ відіграє значну роль у встановленні фактів прямолінійного та плоского розміщення точок простору і дає можливість візуалізації впливу метрики простору на його геометричні властивості.

Програмне забезпечення результатів роботи використовує як стандартні обчислювальні засоби та засоби візуалізації (електронні таблиці Excel, динамічне геометричне середовище GeoGebra 3D), так і окремі комп'ютерні застосунки для обчислення об'єму тетраедра за довжинами його ребер [2]. За допомогою вказаних засобів можна провести візуалізацію таких основних геометричних понять, як прямолінійне розміщення точок метричного простору [3], плоске розміщення точок метричного простору [4]. Ці поняття аналогічні відповідним поняттям класичної геометрії Евкліда, однак у метричних просторах вони можуть набувати окремих властивостей неевклідових геометрій. Деякі з класичних аналітичних співвідношень між елементами фігур та тіл геометрії Евкліда можуть бути виражені у термінах метричної геометрії [5], що свідчить про їх універсальність, та залежність від властивостей множини дійсних чисел.

Метою цієї роботи є представлення математичної моделі візуалізації взаємного розміщення точок метричного простору за допомогою динамічного геометричного середовища GeoGebra 3D, на прикладі візуалізації взаємного розміщення чотирьох точок простору (візуалізація тетраедра і плоского розміщення точок).

Слід зазначити, що коли чотири точки метричного простору задані, то питання візуалізації їх взаємного розміщення наштовхується на питання можливості існування (побудови) тетраедра із заданими довжинами його ребер. Ця задача схожа із задачею про побудову трикутника за заданими довжинами його сторін, однак, для тетраедра вона значно складніша, оскільки усіх можливих варіантів побудови тетраедра (його орієнтації) набагато більше: $6! = 720$. Якщо є однаковий набір шести довжин ребер тетраедра, то при різній його орієнтації тетраедр може існувати (може бути побудованим), може не існувати (не може бути

побудованим), або може бути виродженим (усі його вершини лежать у одній площині) [2]. В останньому випадку вершини тетраедра будуть плоско розміщеними у відповідному метричному просторі. Числові розрахунки об'єму тетраедра, при різних варіантах його орієнтації, можна провести за допомогою спеціального калькулятора [2].

Візуалізація образу тетраедра із заданими довжинами його ребер проводиться у системі тривимірних декартових прямокутних координат, за допомогою спеціально створеного у динамічному геометричному середовищі GeoGebra 3D калькулятора, розрахунки якого базуються на використанні отриманих формул координат вершин тетраедра. При цих розрахунках значною мірою використовуються поняття кута, утвореного трьома точками метричного простору, та його кутової характеристики [4]. За допомогою створеного калькулятора можна прослідкувати зміну геометричних властивостей образу тетраедра при зміні метрики простору. Зокрема, при зміні метрики простору може відбутись «виродження тетраедра» – його об'єм буде дорівнювати нулю, тобто, усі чотири його вершини будуть плоско розміщеними у відповідному метричному просторі.

Оскільки візуалізація геометричних образів відображає взаємне положення точок з певною похибкою, то на цей випадок у калькуляторі передбачене відображення розрахованих числових значень координат вершин тетраедра, квадрату його об'єму, а також значення для перевірки можливості існування кожного з чотирьох трикутників, вершинами яких є вершини тетраедра, за довжинами їх сторін (різниця між сумою довжин двох сторін трикутника та довжиною третьої його сторони).

За результатами роботи можна зробити висновки про те, що застосування сучасних засобів динамічної візуалізації геометричних образів дає можливість проводити геометричну структурування множин точок у різних метричних просторах. Зокрема, з'являється можливість більш глибокого вивчення властивостей функцій та їх взаємозв'язків. Геометричну структурування метричних просторів можна звести до звичних геометричних образів класичної геометрії Евкліда, з можливістю візуалізації елементів неевклідових геометрій.

Подальші дослідження у цьому напрямі слід спрямувати на побудову більш складних геометричних образів, які є композицією образів тетраедра. Крім того, інтерес представляє також питання про моделювання властивостей паралельного та перпендикулярного розміщення точок метричного простору.

Список використаної літератури

1. Savchenko O. A remark on stationary fuzzy metric spaces. *Carpathian Mathematical Publications*. 2011. 3 (1). 124–129.
URL: <http://journals.pu.if.ua/index.php/cmp/article/view/85>.
2. Kuzmich V. I., Kuzmich Y. V. Software tool for calculating the volume of the tetrahedron on the lengths of its edges. *Інформаційні технології в освіті: Збірник наукових праць*. Херсон: Видавництво Херсонського державного університету. 2012. Вип. 12. С. 67-72.
3. 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.
4. Kuz'mich V. I. Geometric Properties of Metric Spaces. *Ukrainian Mathematical Journal*, 2019, volume 71, No. 3, p. 435-454. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11253-019-01656-1>.
5. Kuz'mych, V. I., Savchenko A. G. Geometric relations in an arbitrary metric space. *Matematychni Studii*. 2019. № 1(52). С. 86-95. DOI: <https://doi.org/10.30970/ms.52.1.76-85>.

Збірка тез

**XXII МІЖНАРОДНА КОНФЕРЕНЦІЯ
З МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

МКММ-2021

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