

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕРІАЛИ ХХІІ МІЖНАРОДНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ З
МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ



Херсон – 2021

**МАТЕРІАЛИ ХХІІ МІЖНАРОДНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
З МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

**МАТЕРИАЛЫ ХХІІ 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. Олесь 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	10
А.Ю. АНДРЕЙЦЕВ, И.В. СМИРНОВ, А.В. ЧОРНИЙ, С.Н. МИНАКОВ АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ ЧАСТИЦ ПОРОШКА ПРИ ПЛАЗМЕННОЙ СФЕРОИДИЗАЦИИ	11
Л.Г. АХМЕТШИНА, А.А. ЕГОРОВ УЛУЧШЕНИЕ ПОЛУТОНОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ ЯРКОСТИ НЕЧЕТКИХ ФУНКЦИЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ	12
S. BABICHEV, L. YASINSKA-DAMRI TECHNIQUE OF GENE REGULATORY NETWORK TOPOLOGY OPTIMIZATION BASED ON THE USE OF ANSAMBLE OF THE TOPOLOGICAL PARAMETERS	14
І.В. БАЙРАК, Г.В. РУДАКОВА, Ю.О. ЛЕБЕДЕНКО МЕТОДИ ОБРОБКИ GPS-ДАНИХ ДЛЯ КОНТРОЛЮ КРУГОВОГО РУХУ ДОЩУВАЛЬНИХ МАШИН	16
М.Г. БЕРДНИК., І.Г. ГУЛІНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ І МЕТОД РІШЕННЯ УЗАГАЛЬНЕНОЇ ЗАДАЧІ НЕЙМАНА ТЕПЛООБМІНУ ПАРАБОЛОЇДА ОБЕРТАННЯ	17
С.Г. БЛАЖЕВСЬКИЙ, О.М. ЛЕНЮК, О.М. НІКІТІНА, М.І. ШИНКАРИК МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ДИНАМІКИ МЕТОДОМ ГІБРИДНОГО ІНТЕГРАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ТИПУ ЕЙЛЕРА-БЕССЕЛЯ НА СЕГМЕНТІ	18
В.Д. БОРИСЕНКО, С.А. УСТЕНКО, І.В. УСТЕНКО НОВИЙ ПІДХІД ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ СТАРОВИННИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ЗАДАЧ	19
Л.П. ВАКАЛ, Є.С. ВАКАЛ ПОБУДОВА ЗВУКОВИХ ОБРАЗІВ КОНТУРІВ ОБ'ЄКТІВ	20
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	21
В.О. ВАХНЕНКО, Д.Б. ВЕНГРОВИЧ СОЛІТОН З ПОЛЮСОМ ДРУГОГО ПОРЯДКУ В ОБЕРНЕНІЙ ЗАДАЧІ РОЗСІЯННЯ	23
I.G. VELICHKO, E.V. STEGANTSEV THE CHROMATIC NUMBER OF THE FUNCTION	24
В.М. ВЕРЕЩАГА, О.М. ПАВЛЕНКО ТРИРОЗМІРНІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТРИЦІ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ОБ'ЄМНИХ ОБ'ЄКТІВ ДОВІЛЬНОЇ ФОРМИ	25
І.О. ВСРУШКІН, О.О. СТРЕЛЬНІКОВА ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОПРУЖНИХ КОЛИВАНЬ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ ГІПЕРСИНГУЛЯРНИХ РІВНЯНЬ	26

О.В. ВОРОНЦОВ, О.В. ВОРОНЦОВА ДИСКРЕТНА ГІПЕРБОЛІЧНА ІНТЕРПОЛЯЦІЯ СУПЕРПОЗИЦІЯМИ КООРДИНАТ ТРЬОХ ДОВІЛЬНО ЗАДАНИХ ТОЧОК	27
D.V. VORONTSOVA, A.O. DASHKEVYCH, H.V. FEDCHENKO, V.V. TIANLO 3D OBJECTS CREATION APPROACHES	29
І.М. ГВОЗДЕВА, В.Ф. МИРГОРОД, В.В. БУДАШКО ТРЕНДОВИЙ АНАЛІЗ ДВОВИМІРНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ	30
Вікт. В. ГНАТУШЕНКО, Н. Л. ДОРОШ, Т. М. ФЕНЕНКО ДОСЛІДЖЕННЯ ПОМИЛОК НАВЧАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖІ	31
Вікт. В. ГНАТУШЕНКО, К.В. КИТОВА, О.В. ДОРОШ МОБІЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ ВНЗ	33
С. І. ГОМЕНЮК, С. М. ГРЕБЕНЮК, Н. І.-В. МАНЬКО, О. Г. СПИЦЯ ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КОНТАКТНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ШТАМПІВ ТА ГУМОВОКОРДНОЇ СМУГИ	34
І.В. ГОЯНЮК, М.Р. ПЕТРИК, І.Я. МУДРИК МОДЕЛЮВАННЯ ФІЛЬТРАЦІЙНОГО МАСОПЕРЕНОСУ В СЕРЕДОВИЩІ МІКРОПОРИСТИХ ЧАСТИНОК	35
В.В. ГРИЦИК ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕОРІЇ ЗОБРАЖЕНЬ – МНОЖИНИ ТОЧОК І ОПЕРАЦІЙ НАД НИМИ	36
О.М. ГУМЕН, С.Є. ЛЯСКОВСЬКА,Є.В. МАРТИН ПОБУДОВА ТРИВИМІРНОГО ЦИЛІНДРА ЧОТИРИВИМІРНОГО ПРОСТОРУ	37
О.П. ДЕМ'ЯНЧЕНКО МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ПОРОЖНИСТОГО ВАЛКА ПРОКАТНОГО СТАНУ З РІЗНИМИ УМОВАМИ ТЕПЛООБМІНУ НА ПОВЕРХНІ	39
В.В. ДУМАНСЬКА, Ю.В. ДОЦЕНКО, Н.В. СИДОРОВА, Л.М. МАКАРЕНКО ПОКРИТТЯ ІЗ ФЕМ З ОСНОВОЮ ІЗ ПІРАМІДАЛЬНОГО ТА РЕБРИСТИХ ЕЛЕМЕНТІВ	40
Н.М. ЗАЩЕПКІНА, В.В. ТАРАНОВ, С.О. БОЙЧУН, Д. С. МЕЛЬНИЧЕНКО ВИМІРЮВАННЯ НІТРАТИВ У ВОДІ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ	42
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	44
С.Л. КАРПЕНКО, Г.В. РУДАКОВА, В.М. ПОЛЩУК МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ЗОВНІШНІХ ФАКТОРІВ НА ГІДРАВЛІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАКРИТОЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ	46
В.М. КОМЯК, К.Т. КЯЗІМОВ ФОРМАЛІЗАЦІЯ ОБМЕЖЕНЬ В ЗАДАЧІ МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ГРУП ЛЮДЕЙ ПРИ ЕВАКУАЦІЇ З БУДІВЕЛЬ ВАНТАЖЕМ	47
Є.С. КОНОНЕНКО КОЛИВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ ПІД ДІЄЮ ПЕРІОДИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ З УРАХУВАННЯМ ЕФЕКТІВ ГІДРОПРУЖНОСТІ	48

В.М.КОРЧИНСЬКИЙ ВІДНОВЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБ'ЄКТІВ ЗА БАГАТОСПЕКТРАЛЬНИМИ ЦИФРОВИМИ ЗОБРАЖЕННЯМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ	49
В.М.КОРЧИНСЬКИЙ, Д.М.СВИНАРЕНКО ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ КАНАЛІВ ПЕРЕДАЧІ БАГАТОСПЕКТРАЛЬНИХ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ	50
ЛІСІН Д.О., ЛІСІНА О.Ю., ШИЛЬМАН Ю. АВТОМАТИЗАЦІЯ КОНСТРУЮВАННЯ ГРАФІВ ОДИНИЧНИХ КРУГІВ	51
М.Б. ЛІТВИНОВА, О.Д. ШТАНЬКО, С.О. КАРПОВА, К.О. ЯНОВСЬКА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОБМІНУ В ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНОМУ ГЕНЕРАТОРІ ПІД ЧАС УТИЛІЗАЦІЇ ЕНЕРГІЇ ДИМОВИХ ГАЗІВ ПОБУТОВОЇ ОПАЛЮВАЛЬНОЇ ПЕЧІ	52
В.І. МАГРО, С.В. ПЛАКСІН, В.О. СВЯТОШЕНКО ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ МЕРЕЖ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ І ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ	53
В.І. МАГРО, С.В. ПЛАКСІН, В.О. СВЯТОШЕНКО ПОБУДОВА МОДЕЛІ ТЕСТУВАННЯ І МОНІТОРИНГУ В МІКРОСЕРВІСНІЙ ІНФРАСТРУКТУРІ	54
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	55
І.В. МЕЛЬНИК, С.Б. ТУГАЙ ДИСКРЕТНИЙ АЛГОРИТМ КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНИМ ЗАСОБОМ, ОСНОВАНІЙ НА МЕТОДАХ ТЕОРІЇ СКІНЧЕННИХ АВТОМАТІВ	56
І.В. МЕЛЬНИК, С.Б. ТУГАЙ, В.О. КИРИК, Д.В. КОВАЛЬЧУК ОЦІНЮВАННЯ РОБОЧОГО ТИСКУ ГАРМАТ ВИСОКОВОЛЬТНОГО ТЛЮЧОГО РОЗРЯДУ В ТЕХНОЛОГІЇ ЗВАРЮВАННЯ	58
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	60
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	61
Р.С. МУСІЙ, Н.Б. МЕЛЬНИК, А.Й. НАКОНЕЧНИЙ, Л.В. ГОШКО, Б.Й. БАНДИРСЬКИЙ ТЕМПЕРАТУРНЕ ПОЛЕ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОЇ КУЛІ ЗА КОРОТКОЧАСНОГО ІНДУКЦІЙНОГО НАГРІВУ	62
D.O. NECHAI USING METADATA TO GENERATE INFORMATION SYSTEMS	63

А. Ю. НИЦЫН СВЯЗЬ ГРУППЫ СИММЕТРИИ ОРНАМЕНТА НА ЭСКИЗЕ М. К. ЭШЕРА «МОРСКИЕ КОНЬКИ» С ДВИЖЕНИЯМИ ПЛОСКОСТИ, ОПИСЫВАЮЩИМИ ПОСТРОЕНИЕ ЕГО ФИГУРНОЙ ПЛИТКИ	65
О.В. ОСТАПЧУК, Ю.В. ШКІЛЬ, І.В. ТИМЧЕНКО МОДЕЛЮВАННЯ ШВИДКОДІЙНОЇ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ІЗОЛЯЦІЇ ВИСОКОВОЛЬТНИХ ЛІНІЙ	66
Ю.І. ПЕРШИНА ВІДНОВЛЕННЯ ТРИВИМІРНОГО ТІЛА З ВИКОРИСТАННЯМ ОПЕРАТОРА МІШАНОЇ АПРОКСИМАЦІЇ ПОЛІНОМАМИ БЕРНШТЕЙНА	67
Б. В. ПЕТРИК, В. І. ДУБРОВІН DETECTION OF DOS ATTACKS IN NETWORK TRAFFIC BY WAVELET TRANSFORM	68
Т.А. ПРОКОФЬЕВ, А.В. ИВАНЧЕНКО, В.В. ГНАТУШЕНКО МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ИЗЛУЧАЮЩИХ ЦЕНТРОВ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ С ШИРОКИМИ СПЕКТРАМИ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ	69
Д.А. РЕДЧИЦ, А.В. ЗИНЧЕНКО, О.Б. ПОЛЕВОЙ, С.В. МОЙСЕЕНКО, В.А. ЗАЙКА МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ СВЯЗАННЫХ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ ЖИДКОСТИ, ГАЗА И ПЛАЗМЫ	71
С.О. РОЖКОВ, А.А. ІВАНОВ, К.В. ТИМОФЕСВ, І.Б. БУТАКОВ ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ ПОТУЖНІСТЮ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ СУДНА	72
О. Н. РОМАНЮК, О. В. РОМАНЮК, О. М. ЦІХАНОВСЬКА, Л. Г. КОВАЛЬ РОЛЬ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ В ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ	74
О.М. СЕРІКОВА, О.О. СТРЕЛЬНИКОВА, В.І. ГНІТЬКО, К.Г. ДЕГТЯРЬОВ, А.М. ТОНКОНОЖЕНКО ВДОСКОНАЛЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙНИХ І МІЦНІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАНОКОМПЗИТИВ ІЗ НЕВПОРЯДКОВАНИМИ СФЕРИЧНИМИ ВКЛЮЧЕННЯМИ	77
В.Ю. СКОСАР, С.В. БУРИЛОВ, В.О. ДЗЕНЗЕРСЬКИЙ МОДЕЛЮВАННЯ ВІНАХІДНИЦЬКОГО ПРОЦЕСУ НА ПРИКЛАДІ ЛІТІЙ-ІОННИХ АКУМУЛЯТОРІВ	79
В.Ю. СКОСАР, О.С. ВОРОШИЛОВ, С.В. КОМАРОВ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ МАГНІТНОЇ ЛЕВІТАЦІЇ КОСМІЧНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ	81
Н.О.СОКОЛОВА, П.С.КОРНЮШЕНКО МОДЕЛЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ COVID-19 З ВИКОРИСТАННЯМ МУЛЬТИАГЕНТНОЇ ПАРАДИГМИ	82
S.A. STANKEVICH, M.O. SVIDENIUK, A.R. LYSENKO LAND SURFACE DIELECTRIC PERMITTIVITY SEQUENTIAL RESTORATION BY DUAL-POLARIZATION RADAR IMAGE	84
СТАНКЕВИЧ С.А., ТИТАРЕНКО О.В., ГОЛУБОВ С.И. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕГРАЦИИ ГЕТЕРОГЕННЫХ ДАННЫХ ПРИ ОЦЕНИВАНИИ НЕФТЕГАЗОПЕРСПЕКТИВНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ	86

С.В. ТАРАСОВ, О.В. ДОРОШ, А.С. ТАРАСОВ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ І РОЗРАХУНОК НАПРУЖЕНО- ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ РОЗСУВНИХ ЛОПАТЕЙ І ТРАВЕРС Н-РОТОРІВ ДАР'Є	87
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. ЛЕБЕДЄВА, 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
Р. Р. ТРОКНІМШУК SOME QUESTIONS OF MODELLING THE ELIIONIC-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. КУНЦІН, Ю. І. ЗАЙЧИК МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ПО ЗАБЕЗПЕЧЕННЮ ЯКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ КОНІЧНИХ ВИРОБІВ НА ФІНІШНИХ ОПЕРАЦІЯХ	96
А. В. УСОВ, М. В. КУНЦІН, 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 СКІНЧЕННОГО 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. ЧЕРНИКОВ, Н.С. КАЛЮЖНА, А. ЛАМДАІНІ РОЗРОБКА ДОДАТКІВ ДО ПРОГРАМИ AUTODESK INVENTOR 3 ВИКОРИСТАННЯМ АРІ	102
О. В. ЧОПОРОВА, С. В. ЧОПОРОВ, А. О. ЛІСНЯК ВИКОРИСТАННЯ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ КРУГЛОЇ ПЛАСТИНКИ	103
І. Ф. ШАЄХОВА, 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
Н.О. ЯРЕЦЬКА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КОНТАКТНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНОГО КІЛЬЦЕВОГО ШТАМПА ТА ПРУЖНОГО ПІВПРОСТОРУ З ПОЧАТКОВИМИ НАПРУЖЕННЯМИ	107

ВДОСКОНАЛЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙНИХ І МІЦНІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАНОКОМПОЗИТІВ ІЗ НЕВПОРЯДКОВАНИМИ СФЕРИЧНИМИ ВКЛЮЧЕННЯМИ

Подовження строку експлуатації матеріалів, що використовуються в багатьох сферах народного господарства, призведе до зменшення об'ємів утворення відходів та мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище. Актуальним є вдосконалення деформаційних і міцнісних характеристик нанокompозитів, що можуть замінити звичайні матеріали.

Досліджено кубічну матрицю, що містить неструктуровані сферичні нановключення з випадковим розподілом. Проаналізовано включення діаметром 1нм з об'ємною часткою від 0,025 до 0,25. Розрахункові моделі нанокompозиту з об'ємною часткою включень, рівною 0,2, подані на рис. 1.

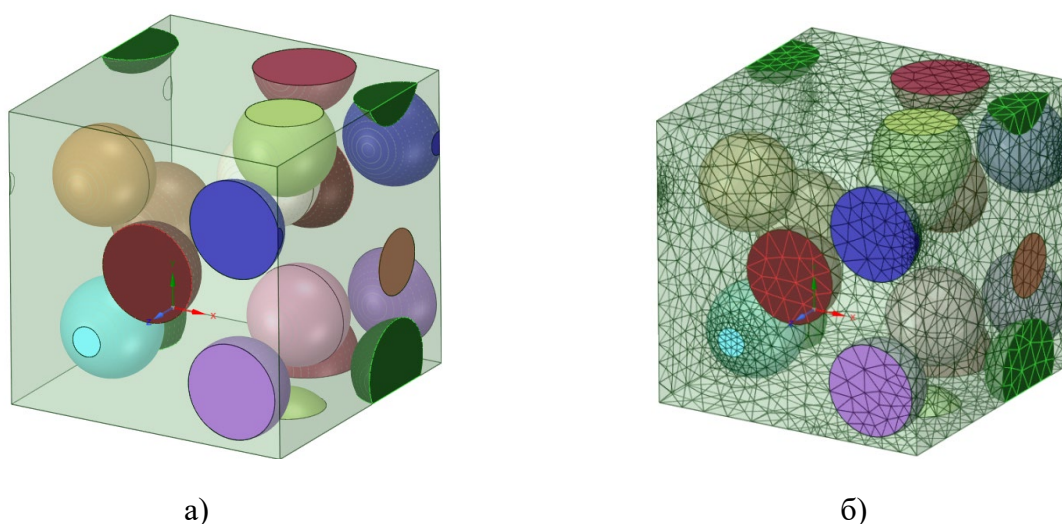


Рис. 1. Представницька комірка (а) і скінченно-елементна (б) модель наноматеріалу з невпорядкованими сферичними включеннями

Результати розрахунків подані в таблиці 1, розглянуті включення однакового розміру з ортотропними властивостями матеріалу.

Ці результати свідчать, що використання ортотропних включень з випадковим розподілом також веде до ортотропного зміцнення нанокompозитного матеріалу та зростання його густини, як і в разі впорядкованого розташування включень.

**Механічні властивості нанокompозиту з неупорядкованими
сферичними включеннями**

Об'ємна частка	0,0387	0,0582	0,0775	0,116	0,1357	0,1550	0,1936	0,2132	0,2326	0,252
E ₁ , МПа	4106,7	4251,4	4470,7	4826	5056,6	5265,2	5773,7	6017	6456,9	6399,4
E ₁ , МПа	4106,7	4251,4	4470,7	4826	5056,6	5265,2	5773,7	6017	6456,9	6399,4
E ₂ , МПа	4022,5	4139,6	4273,4	4531	4693,6	4816	5155,8	5277	5466,6	5707,8
E ₃ , МПа	4009,7	4120,7	4284,1	4542	4637,6	4844,4	5112,4	5346,1	5451,4	5575,9
G ₁₂ , МПа	1482,4	1530,1	1570,1	1683	1788,3	1778,2	1910,7	1988,4	2050,1	2095,1
G ₂₃ , МПа	1487,9	1532,8	1574,2	1660	1704,2	1770,7	1886,8	1955,4	2009,6	2086,3
G ₃₁ , МПа	1482,6	1533,5	1577,9	1685	1725,5	1796,8	1893,2	1987,8	2040,3	2112,4
ν_{12}	0,3450	0,3434	0,3432	0,3432	0,3431	0,3387	0,3328	0,3389	0,3325	0,3190
ν_{13}	0,3476	0,3476	0,3427	0,3413	0,3420	0,3368	0,3361	0,3277	0,3317	0,3397
ν_{23}	0,3528	0,3523	0,3519	0,3491	0,3516	0,3508	0,3559	0,3506	0,3595	0,3549
Густина	1185	1197	1210	1234	1247	1259	1284	1296	1309	1321

Однак, результуючі механічні характеристики неструктурованого нанокompозиту виявились нижчими, ніж у разі структурованих нановключень при однаковій об'ємній частці включень та однаковій густині матеріалу. Вочевидь, головні причини цього явища полягають в ортотропності вуглецевого наповнювача та змінному заповненні матриці неструктурованими нановключеннями. Негативний вплив змінності заповнення нівелюється зростанням маси наноматеріалу в багатьох конструкціях, однак може виявитися суттєвим в таких конструкціях як покриття, плівки, тонкі пластини і т. ін., де застосовуються невеликі маси наноматеріалу.

1. Rozrahunkovi modeli na osnovi metodiv skinchenih ta granichnih metodiv dlya analizu mehanichnih vlastivostej trivimirnih nanokompozitiv / K.G. Degtyarov, V.I. Gnitko, O.O. Strelnikova, A.M. Tonkonozhenko // Prikladni pitannya matematichnogo modelyuvannya. – 2018. – Т. 2. – С. 43–54.
2. Gnitko V. Low Frequency Sloshing Analysis of Cylindrical Containers with Flat and Conical Baffles/ V.Gnitko, Y. Naumemko, E. Strelnikova // International Journal of Applied Mechanics and Engineering. – 2017. – Vol. 22. – Issue 4. – R. 867-881
3. Karayev A.O. Singulyarni integrali v aksialno - simetrichnih zadachah teoriiy potencialu / A.O. Karayev, O.O. Strelnikova // Prikladni pitannya matematichnogo modelyuvannya. – 2018. – Т. 1. – С. 10–18.
4. Karaiev A. Singular Integrals in Axisymmetric Problems of Elastostatics / Artem Karaiev, Elena Strelnikova //International Journal of Modeling, Simulation, and Scientific Computing. – 2019. – doi.org/10.1142/S1793962320500038
5. Gnitko V. Multi-domain boundary element method for axisymmetric problems in potential theory and linear isotropic elasticity / V. Gnitko, K. Degtyariv, A. Karaiev A., E. Strelnikova// WIT Transactions on Engineering Sciences. – 2019. – Vol.122. –P.13-25. DOI: 10.2495/BE410021.
6. Sierikova O., Koloskov V., Degtyarev K., Strelnikova O. The effective elastic parameters determining of three-dimensional matrix composites with nano-inclusions. Problems of Emergency Situations: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. – Харків: НУЦЗУ, 2021. С. 327-328.