

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ПРОДУКТІВ РІЗАННЯ ТА ЗНОШУВАННЯ

Колесніков В.О.

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, м. Львів;

ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», м. Старобільськ.

The work focuses on the development of information technologies that allow the application and improvement of computer vision techniques for identifying cutting and wearing products as informational factors of destructive processes of material of surface and subsurface layers of details.

В роботі акцентовано увагу на розвитку інформаційних технологій, що дозволяють застосовувати та вдосконалювати методи комп'ютерного зору для ідентифікації продуктів різання та зношування, як інформаційних чинників руйнівних процесів матеріалу поверхневих та підповерхневих шарів деталей.

Сучасний розвиток інформаційних технологій, супроводжується вдосконаленням технологічних процесів в високорозвинутих країнах [1]. Як приклад можна навести введення терміну «Індустрія 4.0» [2]. Це підштовхує розвиток цілого напрямку цифрових технологій таких як: атомно-кристалічне моделювання матеріалів [3], обчислювальне матеріалознавство та хімія [4, 5], адитивні технології (3D друк) [6], що у свою чергу, супроводжується розвитком комп'ютерних пакетів програм та можливостями навчання застосовуючи засоби віртуальної реальності [7 - 9]. Постійно створюються нові матеріали, наприклад, наноструктуровані сталі [9], а в сучасну техніку все частіше проникають інтелектуальні системи [10], що включають методи комп'ютерного або машинного зору [12, 13].

Згідно з сучасними уявленнями життєвий цикл виробу можна стисло представити у такій послідовності: 1) проектування деталі з урахуванням конкретної потреби; 2) виготовлення деталі; 3) експлуатація деталі під час якої здійснюється контроль та діагностика деталі; 4) вихід деталі з ладу; 5) утилізація та переробка деталі [14].

Під час виготовлення деталі на металорізальному верстаті відбувається відокремлення матеріалу у вигляді стружки, а в умовах тертя матеріал, зазвичай, відокремлюються у вигляді продуктів зношування. Продукти різання та зношування можуть служити ідентифікаторами протікання руйнівних процесів, що

відбуваються в поверхневих та підповерхневих шарах матеріалу [15].

Для опису форми поверхні розпізнавання графічних об'єктів використовується безліч різних способів [16]. Ідентифікацію як продуктів різання так і зношування можна здійснювати за допомогою методів комп'ютерного зору [17 - 19].

Наведемо конкретний приклад. Для отримання форми поверхні часток зносу використовувався наступний алгоритм. На вихідному зображенні (рис. 1а) виділяється область, відповідна вивченому об'єкту (рис. 1б). При цьому використовувалася висока відбивна здатність частинок зносу порівняно з фоном та методами порогового поділу [20].

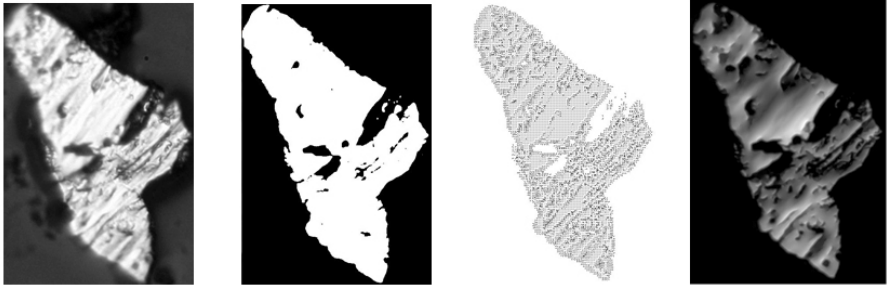


Рис. 1. Стадії обробки зображення: а - вихідне зображення, б - бінарне зображення, в - голчаста діаграма, г - карта дальності

Потім обчислювалася голчаста діаграма об'єкта (рис. 1в), на підставі якої розраховувалася карта дальності (рис. 1г). Карта дальності представлена таким чином, що чим світліше піксель зображення, тим ближче в цьому місці поверхня об'єкта до спостерігача. Карта дальності містить інформацію про форму поверхні частинки зносу, яка в даній системі є виходом.

Програмне забезпечення системи було написано на мові програмування Object Pascal в середовищі візуального програмування Delphi.

Входом системи є зображення частки зносу або різання, а виходом - карта дальності, яка міститься в пам'яті комп'ютера і може бути представлена у вигляді півтонного зображення, призначеного для контролю людиною.

Автоматизація розпізнавання продуктів різання та зношування за допомогою методів комп'ютерного зору (в подальшому буде включати системи штучного інтелекту) дозволить більш ретельно підходити до процесів руйнування поверхневих та підповерхневих шарів матеріалу деталі, як в процесі створення деталі так і в період її експлуатації.

1. Колесников В.А. Развитие новых компьютерных технологий в Германии // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2008. – № 6(124). Частина 2. – С.170-175.
2. Колесніков В. О. Індустріальна технологічна революція (Індустрія 4.0), як вона торкнеться автомобільної галузі // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. С. 90 - 94.
3. Тупельняк О. Л., Колесников В.А., Савченко Е. А., Курылёв В. О. Краткий обзор возможностей компьютерного атомно-кристаллического моделирования материалов // Тези доповідей Міжнародна науково-практична конференція "Комп'ютерні науки для інформаційного суспільства", 22-23 грудня 2010 року, м. Луганськ. – С. 78. – 80.
4. Аптекарь М.Д., Колесников В.А., Кузнецов В.В. Краткий обзор новых достижений в области вычислительной химии и материаловедения, как инструмента экологической безопасности // Вісник СНУ ім. В. Даля № 2 (173) 2012 – с. 279 – 284.
5. В.А. Колесников, А.И. Балицкий, О.А. Погорелов, В.В. Кузнецов, А.В. Калинин Краткий обзор новых достижений в области вычислительного материаловедения // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля № 9 (180) Ч.2. 2012. - С. 58 – 63.
6. Павлова Ю. В., Рулевська Т. Ф., Колесніков В. О. Застосування адитивних технологій в автомобільній галузі // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. С. 97-102.
7. Вертельник Е.А., Колесников В.А., Колесникова Е.Б. Новые компьютерные программы для расчета прочностных свойств материалов и конструкций. ЧАСТЬ 1. // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2010. – № 9(151). – Частина 2. – с.11 - 15.
8. Колесніков В. О., Ставицький О. В., Єльбакієв Д. Г., Шматко О. Е. Огляд комп'ютерних пакетів та програм, що застосовуються в автомобільній галузі // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку

- автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. С. 100 - 109.
9. Колесников В.А., Сыроваткин С.В., Колесникова Е.Б. Использование технологий виртуальной реальности для подготовки специалистов в области автомобильного транспорта // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. С. 18-22.
 10. Колесников В.А. Наноструктурированные сплавы и наноматериалы в автомобильной промышленности // Наукові вісті Далієвського університету // Електронний журнал СХУ ім. В.Далія, 2011. – № 3. Режим доступу: http://www.nbuiv.gov.ua/e-journals/Nvdu/2011_3/Tehno/11kvavar.pdf.
 11. Цимбалюк П. Ю., Колесніков В. О. Системи зв'язку транспортних засобів // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. С. 204 - 208.
 12. Савінова В. В., Колесніков В.О. Застосування методів комп'ютерного зору в автомобільній індустрії // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. С. 113 -120.
 13. Колесніков В.О. Застосування методів комп'ютерного зору для аналізу пошкоджуваності деталей транспорту. // Матеріали X-ї Міжнародної науково-практичної конференції Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT - 2018) 29-31 травня 2018 р., м. Херсон. С. 312 - 316.
 14. Балицький О.І., Колесніков В.О. Гаврилюк М.Р., Еліаш Я., Діагностування пошкоджень та руйнування важкооброблювальних сплавів за результатами досліджень продуктів зношування та різання (Diagnostics of defects and fracture of hard-to-process alloys by the results of investigation of wear and cutting products) // 13-й Міжнародний симпозиум українських інженерів-механіків у Львові. 18-19 травня, 2017 року. С. 189 – 191.
 15. Balyts'kyi O.I., Kolesnikov V.O Investigation of wear products of high nitrogen manganese steels // Materials Science (Springer). – 2009, vol. 45, N 4.- P.576-581.
 16. Форсайт Д. Компьютерное зрение. Современный подход/ Дэвид Форсайт, Жан Понс [пер. с англ. А.В. Назаренко, И.Ю. Дорошенко]. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 928 с.
 17. Колесніков В.О. Концепція проведення діагностики технічних систем за аналізом продуктів зношування та різання // XXV відкрита науково-технічна конференція молодих науковців і спеціалістів КМН-2017. 27- 29 вересня 2017 р. С. 131 – 132.
 18. Колесников В.А. Концепция компьютерной обработки изображений частичек износа // Тези доповідей Міжнародна науково-практична

- конференція "Комп'ютерні науки для інформаційного суспільства", 22-23 грудня 2010 року, м. Луганськ. С. – 112 -114.
19. Пат. 108524 Україна, МПК G01N3/56, G 01N15/10. Спосіб визначення форми поверхні частинок після сухого та водневого зношування системою комп'ютерного зору / Балицький О.О., Колесніков В.О., Гаверлюк М.Р., Погорелов О.О., Колеснікова Е.Б.; Власник Фізико-механічний інститут. - № и 2015 12575; заявл. 21.12.2015; опубл. 25.07.2016, Бюл. № 14. – 11 с.
- Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB/ Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс [пер. с англ. В.В. Чепыжова]. – М.: Техносфера, 2006. – 616 с.

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Г.В. КАРПЕНКА НАН УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНИХ ПРОБЛЕМ МЕХАНІКИ І МАТЕМАТИКИ
ІМ. Я.С. ПІДСТРИГАЧА НАН УКРАЇНИ
ЦЕНТР МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ІПММ
ІМ. Я.С. ПІДСТРИГАЧА НАН УКРАЇНИ
НАУКОВЕ ТОВАРИСТВО ІМ. ШЕВЧЕНКА
СЕКЦІЯ ІНФОРМАТИКИ ЗАХІДНОГО НАУКОВОГО ЦЕНТРУ
НАН УКРАЇНИ І МОН УКРАЇНИ
за підтримки: Західноукраїнського об'єднаного осередку IEEE
(IEEE MTT/ED/AP/CPMT/SSC West Ukrainian Chapter)

V науково-технічна конференція

”ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ МЕТОДИ І СИСТЕМИ
ПЕРЕТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ”

присвячена пам'яті професора Б.О. Попова



Львів
4 - 5 жовтня 2018 р.

Вип. 5. Обчислювальні методи і системи перетворення інформації:
зб. пр. V-ї наук.-техн. конф., Львів, 4-5 жовтня 2018 р.// Львів: ФМІ
НАНУ, 2018. – 174 с.

Програмний комітет

Назарчук З. Т. (*голова*) – академік НАН України, д. ф.-м. н., проф., ФМІ НАНУ, м. Львів;
Воробель Р. А. (*заступник голови*) – д. т. н., проф., ФМІ НАНУ, м. Львів;
Бомба А. Я. – д. т. н., проф., Рівненський державний гуманітарний університет,
м. Рівне;
Боюн В. П. – чл.-кор. НАН України, д.т.н., проф., ІК НАН України, м. Київ;
Бунь Р. А. – д.т.н., проф., Національний університет “Львівська політехніка”, м. Львів;
Вірченко Н. О. – д. ф.-м. н., проф., КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ;
Войтович М. М. – д. ф.-м. н., проф., ІППММ НАН України, м. Львів;
Дудикевич В. Б. – д. т. н., проф., Національний університет “Львівська політехніка”,
м. Львів;
Клименко В. П. – д. ф.-м. н., проф., ІПММС НАН України, м. Київ;
Куриляк Д. Б. – д. ф.-м. н., ст. н. с., ФМІ НАНУ, м. Львів;
Кушнір Р. М. – академік НАН України, д. ф.-м. н., проф., ІППММ НАН України, м. Львів;
Литвин О. М. – д. ф.-м. н., проф., Українська інженерно-педагогічна академія,
м. Харків;
Малачівський П. С. – д. т. н., проф., ЦММ ІППММ НАН України, м. Львів;
Матвійчук Я. М. – д. т. н., проф., Національний університет “Львівська політехніка”,
м. Львів;
Монцібович Б. Р. – к. ф.-м. н., доцент, ЦММ ІППММ НАН України, м. Львів;
Панасюк В. В. – академік НАН України, д. т. н., проф., ФМІ НАНУ, м. Львів;
П’янило Я. Д. – д. т. н., ст. н. с., ЦММ ІППММ НАН України, м. Львів;
Савула Я. Г. – д. ф.-м. н., проф., Львівський національний університет імені Івана
Франка, м. Львів;
Сергієнко І. В. – академік НАН України, д. ф.-м. н., проф., ІК НАН України, м. Київ;
Скальський В. Р. – чл.-кор. НАН України, д. т. н., проф., ФМІ НАНУ, м. Львів;
Стадник Б. І. – д. т. н., проф., Національний університет “Львівська політехніка”,
м. Львів;
Цегелик Г. Г. – д. ф.-м. н., проф., Львівський національний університет імені Івана
Франка, м. Львів;
Яворський І. М. – д. ф.-м. н., проф., ФМІ НАНУ, м. Львів.

© Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, 2018
ISBN: 978-966-02-6536-3 (серія)
ISBN: 978-966-02-8593-4 (вип. 5)
Друкується за рішенням Вченої ради

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE
KARPENKO PHYSICO-MECHANICAL INSTITUTE
OF NAS OF UKRAINE
PIDSTRYHACH INSTITUTE FOR APPLIED PROBLEMS OF
MECHANICS AND MATHEMATICS OF NAS OF UKRAINE
CENTRE OF MATHEMATICAL MODELING OF PIDSTRYGACH IAPMM
NAS OF UKRAINE
SHEVCHENKO SCIENTIFIC SOCIETY
INFORMATICS SECTION OF WESTERN SCIENCE CENTER
UNDER NAS AND MES OF UKRAINE

5th scientific conference

”COMPUTATIONAL METHODS
AND INFORMATION TRANSFORMATION
SYSTEMS”

in honor of prof. Bohdan Popov

supported by:
IEEE MTT/ED/AP/CPMT/SSC West Ukraine Chapter

Lviv
October 4 – 5, 2018

ЗМІСТ

ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ МЕТОДИ

Литвин О. М., Литвин О. Г. Про один підхід до наближення розривних функцій з використанням проєкцій і скінченних сум Фур'є ...8	8
Денисюк В. П., Негоденко О. В. Побудова математичних моделей гладких процесів на базі тригонометричних сплайнів	12
Бігун Р. Р., Цегелик Г. Г. Апарат неklasичних мінорант Ньютона функцій та його використання в чисельному аналізі.....	16
Мазуряк Н. В., Савула Я. Г. Числове розв'язування задач адвекції-дифузії у середовищі з тонким каналом різномасштабним методом скінченних елементів	19
Сачук Ю. В., Максимук О. В. Обчислення областей контакту для задач контактної взаємодії канонічних штампів із півплощиною з урахуванням зношування	24
Цегелик Г. Г., Краснюк Р. П. Математичне моделювання оптимального використання ресурсів розподілених інформаційних систем	26
Малачівський П. С., Монцібович Б. Р., Пізюр Я. В., Хапко О. Б. Наближення характеристики намагнічування сталі сумою лінійного виразу й функції арктангенсу.....	30
Малачівський П. С., Пізюр Я. В., Малачівський Р. П. Обчислення чебишовського наближення функцій багатьох змінних.....	35

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ СИГНАЛІВ ТА СИСТЕМ

Поліщук О. Д. Про моделі складних мережевих систем	39
Поліщук О. Д. Ядра та потокові серцевини мультиплекс-систем ..44	44
Сікора Л. С., Лиса Н. К., Марцишин Р. С., Міюшкович Ю. Г., Ткачук Р. Л. Когнітивна модель сприйняття оператором параметричної ситуації в процесі діалогу з АСУ.....	49
Янчук П. С. Про машинні методи моделювання нестискуваних в'язких течій.....	53
Матвійчук Я. М. Застосування принципу редукції до ідентифікації математичних моделей різної складності	57

Журавчак Л. М., Струк А. Є. Математичне моделювання зміни пластового тиску у кусково-однорідному пласті непрямим методом приграничних елементів	70
Бомба А.Я., Мороз І.П. Математичне моделювання згасання електромагнітних хвиль в області просторового заряду напівпровідників з урахуванням зворотного впливу.....	75
Чекурін В.Ф., Химко О.М. Прямі й обернені задачі динаміки газу в довгому трубопроводі	81
Густі М.І. Імітаційне моделювання можливих підходів до обчислення референтних емісій лісового господарства у країнах ЄС.....	84
Дзерин О. Ю., Яворський І. М., Юзефович Р. М. Аналіз дискретних МНК-оцінок біперіодично нестационарних випадкових вібраційних сигналів	88
Яворський І. М., Юзефович Р. М., Курапов П. Властивості аналітичного сигналу періодично нестационарних випадкових процесів.....	91
Драган Я. П., Сікора Л. С., Грицюк Ю. І. Класичні поризми і структура апарату лінійної теорії.....	93

ОБРОБКА ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Чорногор Л. Ф., Лящук О. І., Шевелев М. Б. Параметри інфразвукових сигналів в атмосфері, згенерованих протягом техногенної катастрофи поблизу м. Вінниця: результати обробки даних української мережі мікробарографів	99
Альохіна О. В., Івантишин О. Л., Кошовий В. В., Русин Б. П. Моделювання динаміки довготривалих геліообумовлених змін водності замкнутих озерних екосистем (на прикладі озера Світязь)	104
Єременко В. С., Мокійчук В. М., Редько О. О. Застосування перетворення Джонсона в опрацюванні результатів неруйнівного контролю	109

МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Дмитришин Р. В. Ідентифікація простих чисел на основі рівноважних мультимножин.....	114
Чапля Є. Я., Чернуха О. Ю., Білуцак Ю. І. Метод функцій Гріна для розв'язування крайових задач гетеродифузії двома шляхами.....	119

Мищук О. С. Нелінійне розширення входів нейронної структури моделі послідовних геометричних перетворень	126
Тютюнник М. І. Проблема оптимізації обчислень під час дослідження складних систем	130
Досин Д. Г., Висоцька В. А., Литвин В. В. Побудова системи підтримки прийняття рішень на базі адаптивної онтології	135

ОБРОБКА ЗОБРАЖЕНЬ ТА РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ

Melnyk R., Kalychak Y. Cloudiness monitoring in ukraine by intensity segmentation of satellite map images	139
Шпортько О. В., Шпортько В. О. Застосування різницевих кольорних моделей для стиснення зображень в модифікованому графічному форматі JPEG	144
Колесніков В. О. Застосування методів комп'ютерного зору для розпізнавання продуктів різання та зношування.....	147
Луцків М. М. Застосування нечітких множин для описання тону зображення	152
Сідікі О. С. Моделювання тонопередачі растрової шкали флексографічною друкарською системою	156
Івасенко І. Б. Метод сегментації іржі на захисних покриттях на основі колірної моделі HSV.....	159
Воробель Р. А. Метод синтезу трикутних норм з подвійним функціональним перетворенням	164
Мандзій Т. С. Сегментація кородованих зон об'єктів інфраструктури за їх зображеннями.....	167

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК.....	172
--------------------------	-----

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

- Kalychak Y. 139
Melnyk R. 139
Альохіна О. В. 104
Бігун Р. Р. 16
Білушак Ю. І. 119
Бомба А.Я. 75
Висоцька В.А. 135
Воробель Р.А. 164
Грицюк Ю. І. 93
Густі М.І. 84
Денисюк В. П. 12
Дзерин О. Ю. 88
Дмитришин Р. В. 114
Досин Д.Г. 135
Драган Я. П. 93
Єременко В. С. 109
Журавчак Л. М. 70
Івантишин О. Л. 104
Івасенко І.Б. 159
Колесніков В. О. 147
Кошовий В. В. 104
Краснюк Р. П. 26
Курапов П. 91
Лиса Н. К. 49
Литвин В.В. 135
Литвин О. Г. 8
Литвин О. М. 8
Луцків М. М. 152
Лящук О. І. 99
Мазуряк Н. В. 19
Максимук О. В. 24
Малачівський П. С. 30, 35
Малачівський Р. П. 35
Мандзій Т.С. 167
Марцишин Р. С. 49
Матвійчук Я. М. 57
Мішук О. С. 126
Міюшкович Ю. Г. 49
Мокійчук В. М. 109
Монцібович Б. Р. 30
Мороз І.П. 75
Негоденко О. В. 12
Пізюр Я. В. 31, 35
Поліщук О. Д. 40, 44
Редько О. О. 109
Русин Б. П. 104
Савула Я. Г. 19
Сачук Ю. В. 24
Сідікі О. С. 156
Сікора Л. С. 49, 93
Струк А. Є. 70
Ткачук Р. Л. 49
Тютюнник М. І. 130
Хапко О. Б. 30
Химко О.М. 81
Цегелик Г. Г. 16, 26
Чапля Є. Я. 119
Чекурін В.Ф. 81
Чернуха О. Ю. 119
Чорногор Л. Ф. 99

Колесніков В. О. Застосування методів комп'ютерного зору для розпізнавання продуктів різання та зношування. *Обчислювальні методи і системи перетворення інформації*: матеріали V-ої відкритої конф., 4–5 жовтня 2018 р. Львів: Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, 2018. С. 147–151.

Применение методов компьютерного зрения для распознавания продуктов резания и износа. Вычислительные методы и системы преобразования информации: материалы V-й открытой конференции.

Application of computer vision techniques for the recognition of cutting and wearing products. Computational methods and systems of information transformation.

Колесніков В.О. Застосування методів комп'ютерного зору для розпізнавання продуктів різання та зношування // Матеріали V конференції "Обчислювальні методи і системи перетворення інформації" 4, 5 жовтня м. Львів. С. 147 – 151.

https://www.researchgate.net/publication/331375116_Kolesnikov_V_O_Zastosuvanna_metodiv_komp'uternogo_zoru_dla_rozpiznavanna_produktiv_rizanna_ta_znosuvanna_Obcislualni_metodi_i_sistemi_peretvorena_informacii_materiali_V-oi_vidkritoj_konf_4-5_zovtna