

ВІСНИК

ЧЕРКАСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Головний редактор д.т.н., професор **Лега Ю. Г.**

4/2012

Редакційна колегія:

Качала Т. М., д.е.н., професор
(заступник головного редактора)
Шарапов В. М., д.т.н., професор
(заступник головного редактора)
Биков В. І., д.т.н., професор
Бушуєв С. Д., д.т.н., професор
Ващенко В. А., д.т.н., професор
Діскант В. І., д.ф.-м.н., професор
Дорош А. К., д.х.н., професор
Златкін А. А., д.т.н., професор
Кожухівський А. Д., д.т.н., професор
Кочкарьов Ю. О., д.т.н., професор
Лужецький В. А., д.т.н., професор
Лукашенко В. М., д.т.н., професор
Мінаєв Б. П., д.х.н., професор
Мусієнко М. П., д.т.н., професор
Осипенко В. І., д.т.н., професор
Первунінський С. М., д.т.н., професор
Пилипенко О. М., д.т.н., професор
Подчасова Т. П., д.т.н., професор
Положаєнко С. А., д.т.н., професор
Поляков С. П., д.т.н., професор
Романенко Н. Г., д.т.н., професор
Рудницький В. М., д.т.н., професор
Середенко В. М., д.т.н., професор
Снитюк В. Є., д.т.н., професор
Столяренко Г. С., д.т.н., професор
Тесля Ю. М., д.т.н., професор
Тимченко А. А., д.т.н., професор
Триус Ю. В., д.пед.н., професор

У номері:

- ☐ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ,
ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ТЕХНІКА
І АВТОМАТИКА

- ☐ КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ
І КОМПОНЕНТИ,
ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

- ☐ МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ

- ☐ МАШИНОБУДУВАННЯ

- ☐ ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ
І ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

- ☐ НАУКА І ТЕХНІКА:
ІДЕЇ ТА ГІПОТЕЗИ

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:

ЧДТУ, II корпус, к. 246,
бульвар Шевченка, 460,
м. Черкаси, 18006,
тел. (0472) 73-02-29
chstu@chstu.cherkassy.ua

ЗАСНОВНИК –
Черкаський державний
технологічний університет

ВІСНИК
Черкаського державного
технологічного університету
4 • 2012

СЕРІЯ: ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Затверджено ВАК України
як фахове видання з технічних наук;
перереєстровано 16.12.2009 р., № 1-05/6;
Бюлетень ВАК України. – 2010. – № 12

Свідомство про державну
реєстрацію друкованого
засобу масової інформації
КВ № 6061 від 16.04.2002 р.

Друкується за рішенням
Вченої ради Черкаського
державного технологічного
університету, протокол № 4
від 19.11.2012 р.

Точка зору редколегії не завжди
збігається з позицією авторів.

При повному або частковому
передрукуванні матеріалів
посилання на “Вісник ЧДТУ”
є обов’язковим.

© “Вісник ЧДТУ”, № 4, 2012

В. М. Лукашенко, д.т.н., професор,

Т. Ю. Уткіна, к.т.н.,

О. С. Вербицький,

Д. А. Лукашенко,

С. А. Міценко,

О. В. Нечипоренко, к.т.н., доцент

Черкаський державний технологічний університет

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ БІОМЕТРИЧНИХ ДАТЧИКІВ ВІДБИТКІВ ПАЛЬЦЯ ДЛЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ДОСТУПОМ ЛАЗЕРНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ

В статье приведена качественная оценка биометрических датчиков отпечатков пальца в зависимости от технологии сканирования, определены их преимущества и недостатки, что позволяет определить датчики с лучшими характеристиками по многим параметрам для управления доступом к микропроцессорной системе лазерного технологического комплекса.

Ключевые слова: биометрические датчики, отпечаток пальца, технология микроэлектромеханических систем, нарушенное полное внутреннее отражение.

In the article qualitative assessment of biometric fingerprint sensors, depending on scanning technology is conducted, their advantages and disadvantages are determined. This allows to determine sensors with the best characteristics after many parameters for access control to microprocessor system of laser technological complex.

Key words: biometrical sensors, fingerprint, microelectromechanic systems technology, frustrated total internal reflection.

Вступ. Біометричні технології знаходять все ширше застосування в різноманітних галузях, зокрема для створення захисних бар'єрів від будь-якого несанкціонованого втручання в процес функціонування мікропроцесорних систем керування технологічних комплексів.

Сьогодні на ринку представлено безліч біометричних датчиків відбитків пальця, які відрізняються за фізичними принципами, що використовуються для отримання відбитку.

Питанням розвитку біометричних технологій сканування та їх застосування в датчиках відбитків пальця присвячено ряд робіт Гаврилюка Д., Галелюки І.Б., Галькевича А. А., Гурєва О., Задорожного В. В., Ключана П. С., Лукашова І., Мальцева А., Моржакова В., Мороза А. О., Мітіна В., Пантелейчука А., Романова В. О., Соскова А. Н., Щеглова А. Ю. та інших. В цих роботах розглянуті класифікації біометричних датчиків відбитків пальця, але вони розрізнені та недостатньо висвітлені застосування датчиків, що найбільше підходять для системи управління доступом до ЛТК.

Вимогами, що висуваються до біометричних систем доступу такого класу, є забезпечення: надійності, швидкодії, високої вірогідності результату, ефективності обробки біометричної інформації при використанні датчиків відносно низької вартості, захищеності від зовнішніх факторів навколишнього середовища, зручності та простоти використання.

Постановка задачі. Метою роботи є проведення системного аналізу із визначенням якісної оцінки сучасних біометричних датчиків відбитків пальця для встановлення датчиків з найкращими характеристиками за багатьма параметрами в системах управління доступом до мікропроцесорної системи лазерного технологічного комплексу (ЛТК).

Рішення задачі. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити таку проблемну задачу: систематизувати сучасні біометричні датчики відбитків пальця та провести їх якісний аналіз.

Головним критерієм при обранні біометричних датчиків відбитків пальця є якість отриманого відбитку, що залежить, в першу чергу, від використання тієї чи іншої технології сканування.

Залежно від технології сканування відбитку всі біометричні датчики відбитків пальця поділяються на три великі групи: напівпровідникові, оптичні та ультразвукові.

Напівпровідникові датчики для одержання зображення відбитку пальця використовують зміну властивостей напівпровідників в місцях контакту гребенів папілярного візерунка з поверхнею сканера [1–3].

Крім того, за способом реалізації вони поділяються на декілька груп. Найбільше розповсюдження серед напівпровідникових сканерів отримали ємнісні датчики. Ємнісні сканери відбитків пальця виготовляють на кремнієвій пластині, що містить область мікроконденсаторів, які можуть бути розташовані рівномірно в квадратній або прямокутній матриці. Прямокутні датчики дозволяють отримати більшу кількість інформації за рахунок розширеної області зчитування, яка якнайкраще відповідає формі відбитка пальця.

У зв'язку з необхідністю безпосередньої взаємодії пальця з поверхнею сканера кремнієву область вкривають спеціальним тонким захисним шаром, який здатний, з одного боку, захистити кремнієві схеми, а з другого – відрізати реальний відбиток від фальшивки або мертвого. Також ємнісні датчики при достатньо високій надійності мають ще й відносно низьку вартість.

Існує два основні принципи ємнісного сканування – пасивний та активний.

В пасивних датчиках кожна комірка складається з двох частин: пластини конденсатора та поверхні пальця. Сканування виконується послідовно, ряд за рядом, що дозволяє мінімізувати потребу в схемах вибірки та збереження до двох для кожного ряду. Такий принцип допускає варіювання в певних межах величин зарядного і розрядного потенціалів, а також часу затримки між етапами сканування для забезпечення можливості зчитування відбитка пальця в різних станах (вологий, сухий).

Комірка активного датчика складається з двох пластин конденсатора, з'єднаних в активну ємнісну схему зворотного живлення через інвертор, що виконує функцію накопичувача, перетворюючи ємність зворотного живлення у напругу на виході, яку можна оцифрувати. Має місце адресація пікселів методом довільного доступу, що дозволяє застосовувати такі функції обробки, як перегляд виділеної області, попередній перегляд – більш швидкий, але з меншою роздільною здатністю [4].

Теплові датчики складаються з піроелектричних елементів, які фіксують різницю температур виступів папілярного візерунка й повітря, що знаходиться в западинах, перетворюючи її в напругу, а далі і в цифрове зображення.

Радіочастотні датчики складаються з матриці чутливих до електрорушійної сили елементів, які, після збудження радіохвилею низької інтенсивності сканованої поверхні пальця, приймають відбитий від неї сигнал, виявляючи відмінності відстаней між гребенями і

западинами папілярного візерунка. Таким чином, формується матриця напруг, яка потім перетворюється у цифрове зображення.

Датчики тиску містять масив чутливих до натиснення сенсорів, які складаються з матриці п'єзоелектричних елементів. Матриця напруг, що надалі перетворюється у цифрове зображення відбитка, формується залежно від величини тиску, який чинять виступи папілярного візерунка на деяку підмножину п'єзоелектричних елементів поверхні, оскільки западини відповідно жодного тиску не чинять.

Датчики на основі технології мікроелектромеханічних систем MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) містять мініатюрні об'ємні кремнієві структури, що можуть переміщуватися за рахунок гнучкого підвісу у декількох точках, при цьому відбувається зміна параметрів електричного поля. Таким чином, рельєф поверхні пальця перетворюється в цифрове зображення [5].

Протяжні датчики для сканування вимагають не лише дотику пальця, а проведення ним по поверхні сканера. Застосування цього способу дозволяє істотно зменшити розмір матриці чутливих елементів та зробити її по ширині рівною відбитку, а по довжині – всього декілька часток міліметра. Протяжні сканери бувають ємнісними, тепловими і радіочастотними.

Ультразвукові датчики сканують поверхню пальця за допомогою ультразвукових хвиль, вимірюючи глибину гребенів папілярного візерунка відбитим сигналом. Вони здатні розпізнавати структуру пальця під шкірним покривом і, відтак, ігнорувати поверхневі ушкодження [1–4].

Оптичні датчики перетворюють освітлені зображення відбитка пальця в цифровий код. Розрізняють дві основні групи оптичних сканерів: на просвіт і на відбиття.

Для захоплення зображення відбитка пальця в оптичних датчиках на відбиття використовуються CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor, КМОП) та CCD (Charged Coupled Device, Прилад із Зарядовим Зв'язком, ПЗЗ) матриці.

Для зчитування інформації до структури осередку CMOS-матриці додається додатковий транзистор – підсилювач, а також транзистори вибору клітинки в складі стовпця або рядка. Технологія CMOS дозволяє розмістити на кристалі матриці всі аналого-цифрові елементи, необхідні для отримання повністю закінченої системи на кристалі [6].

CCD-матриця – це аналогова мікросхема, що складається з фотодіодів, розташованих

на підкладці у вигляді стовпців і рядків, із затвором управління біля кожного фотодіода (рис. 1). Напруга на затворах змінює електричні потенціали поблизу електродів. Напруженість поля можна розрахувати за формулою:

$$E = \frac{1}{C} \cdot \frac{\partial Q}{\partial x},$$

де Q – концентрація рухливих носіїв заряду, віднесена до одиниці площі і помножена на заряд електрона, x – координата в напрямку переносу і C – ємність між зарядом в точці та електродом, що лежить над ним, віднесена до одиниці площі.

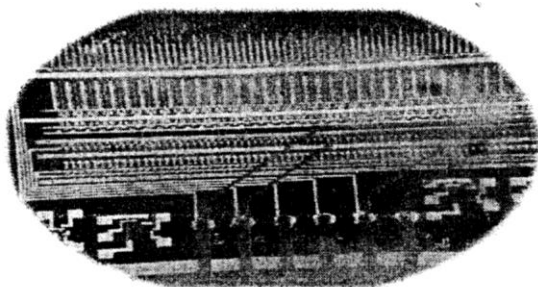


Рис. 1. Фізична модель датчика на CCD-структурі

В оптичних датчиках на відбиття якість зображення залежить від стану шкіри (суха, волога) та може призвести до одержання непридатного для обробки відбитка [1–4].

Датчики, що використовують ефект порушеного повного внутрішнього відбиття FTIR (Frustrated Total Internal Reflection), фіксують за допомогою CMOS або CCD матриці (залежно від реалізації сканера) пучки світла, що проходять через границю розділу більш щільного середовища (поверхні пальця) і менш щільного (поверхні призми) та потрапляють в точки повного внутрішнього відбиття, до яких був прикладений папілярний візерунок пальця. Пучки світла, що потрапляють в точки повного внутрішнього відбиття, але відбиваються від границі, відповідають западинам пальця [4].

В основі роботи оптичних сканерів поверхневого підсилення неправильного відбиття SEIR (Surface Enhancement Irregular Reflection) лежить оптична технологія, розроблена і запатентована компанією SecuGen. Технологія SEIR використовує розсіювання більшою мірою, ніж повне внутрішнє віддзеркалення та інші оптичні/геометричні умови для формування зображення. Коли пучки світла потрапляють на гребені папілярного візерунка, вони відбиваються та розсіюються. Більша частина розсіяного світла збирається, тому гребені виглядають як світлі плями зображення. Коли

пучки світла потрапляють в западини, вони повністю проходять крізь поверхню призми, і не розсіюються. Таким чином, пучки світла не відбиваються, а западини відображаються темними плямами [7].

Оптоволоконні датчики являють собою оптоволоконну матрицю, кожний елемент якої закінчується фотодатчиком. Зображення відбитка формується за даними фотодатчиків, чутливих до залишкового світла, яке проходить через палець в точці дотику пальця з поверхнею матриці.

Технологія електрооптичних датчиків базується на використанні спеціального електрооптичного полімеру, до складу якого входить світловипромінювальний шар. Завдяки неоднорідності електричного поля (різниці потенціалів між гребенями та западинами папілярного візерунка) світловипромінювальний шар висвічує відбиток пальця, зображення якого масив фотодіодів сканера перетворює в цифровий вигляд.

До протяжних оптичних датчиків на відбиття відносять роликові та протяжні оптичні датчики. Роликові сканери є найбільш мініатюрними. Вони використовують найпростішу оптичну технологію: всередині прозорого циліндричного ролика, під час руху пальця по поверхні якого виконується серія миттєвих знімків фрагменту папілярного візерунка, знаходяться статичне джерело світла, лінза та мініатюрна камера. Зображення освітлюваної ділянки фокусується лінзою на чутливому елементі камери. Зображення відбитка формується програмно після повної прокрутки. Аналогічно до протяжного сканера сусідні кадри знімаються з перекриттям, що дозволяє без спотворень зібрати повну картинку. Протяжні оптичні датчики є різновидом FTIR-датчиків, в яких для сканування відбитка пальця необхідно провести по вузькій смужці зчитувача. Під час руху пальця по поверхні виконується серія миттєвих знімків (кадрів), з яких за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення формується цифрове зображення. Такі датчики використовують меншу за розміром призму, оскільки сусідні кадри знімаються з деяким перекриттям один одного, що, в свою чергу, дозволяє зменшити розмір і самого сканера.

Для захоплення зображення в оптичних датчиках на просвіт підсвічується кінчик пальця з боку нігтя [3]. Пучки світла, що пройшли через палець, потрапляють на лінзу, а потім на оптичний сенсор, що аналізує характеристики поглинання світла живими тканинами.

В оптичних безконтактних датчиках немає потреби в безпосередньому контакті з по-

верхню сканера. Для сканування відбитка необхідно лише прикласти палець до отвору, що підсвічується знизу декількома джерелами з різних сторін. В центрі сканера розташована лінза, через яку зібрана інформація передається

на камеру, після чого отримані дані перетворюються у цифровий код.

В табл. 1 подані результати проведеної систематизації сучасних біометричних датчиків відбитків пальця та їх якісного аналізу.

Таблиця 1

Якісна характеристика біометричних датчиків відбитків пальця

Типи датчиків			Переваги	Недоліки	Захист від імітації
Напівпровідникові	ємнісні	за принципом дії	активні	Кремнієву область вкривають тонким захисним шаром, що захищає схеми та розпізнає справжній відбиток. Висока надійність, низька вартість	Ймовірність пошкодження ESD та обмежена кількість дотиків
		за розміром матриці	пасивні		
			квадратні		
			прямокутні		
теплові			Стійкість до ESD, працездатність в широкому діапазоні t°C, неможливість імітації відбитка та відсутність будь-якого впливу на палець	Зникнення образу через ~ 0,1 с, внаслідок настання теплової рівноваги	-
радіочастотні			Мають дуже низьку ймовірність обману	За відсутності якісного контакту пальця з передавальним кільцем кільце може стати некомфортно гарячим	-
Напівпровідникові	тиску		Малий розмір та висока точність отриманого зображення	Низька чутливість, нестійкі до обману, схильні до ушкоджень	Створення буферної пам'яті на декілька останніх відбитків
	MEMS		Нечутливі до ESD	Нестійкі до обману і мають високу ймовірність помилки	Встановлення таймера на час затримки пальця на зчитувальній поверхні
	протяжні (ємнісні, теплові, радіочастотні)		Малий розмір. Відсутність слідів після сканування, низька вартість матриці і ефективний захист від обману	Ймовірність пошкодження ESD, схильні до ушкоджень	-
Ультразвукові			Отримане зображення в 10 разів краще відображає топографію боріздов, ніж в інших способах сканування. Здатні розпізнавати структуру пальця під шкірним покривом. Стійкі до імітації	Мають високу вартість і великі розміри	Перевірка наявності пульсу
Оптичні	на просвіт	безконтактні	Висока надійність зчитування, стійкість до імітації, необов'язкова наявність контакту зі сканером	Складність реалізації	-

Типи датчиків			Переваги	Недоліки	Захист від імітації	
Оптичні	на відбиття	FTIR	Простота конструкції та технології	Нестійкі до обману і мають високу чутливість до забруднень	Перевірка рівня освітленості відбитка	
		SEIR	Висока контрастність і низьке викривлення		Розташування плівки з шорсткою поверхнею перед зчитувальним елементом і до нього	
		оптоволоконні	Низька вартість, компактність			
		електрооптичні			Використовують меншу за розміром призму, оскільки сусідні кадри знімаються з деяким перекриттям один одного, що дозволяє зменшити розмір самого сканера	Очищення зчитувальної поверхні Приховування зчитувальної поверхні
		протяжні оптичні				
		протяжні роликові				
	за типом матриці	CMOS (КМОН)	Низька вартість та економічність	Відносно низька чутливість порівняно з CCD	Підключення до системи сигналізації при невдалій авторизації	
		CCD (ПЗЗ)	Мають високу чутливість та високу роздільну здатність	Вимагають додаткових мікросхем для зображення. Мають високу вартість та більші розміри порівняно зі CMOS	Очищення зчитувальної поверхні	

З табл. 1 видно, що оптичні датчики відбитків пальця на CCD-матриці (рис. 1) забезпечують високу надійність, простоту освоєння, мають відносно низьку вартість порівняно з напівпровідниковими та ультразвуковими датчиками, малі габарити і вагу, тому вони якнайкраще відповідають вимогам системи управління доступом до мікропроцесорної системи керування ЛТК.

Висновки:

1. Створено перелік існуючих типів біометричних датчиків відбитків пальця та їх різновидів на основі евристичного методу.

2. Проведено системний аналіз біометричних датчиків відбитків пальця за основними особливостями реалізації та принципами їх дії. Визначені переваги та недоліки біометричних датчиків відбитків пальця, що характерні для кожної технології сканування.

3. Запропоновано для управління доступом до мікропроцесорної системи керування ЛТК використовувати оптичні датчики відбитків пальця на CCD-матриці, завдя-

ки забезпеченню високої надійності, простоти освоєння, відносно низькій вартості порівняно з напівпровідниковими та ультразвуковими датчиками, малим габаритам і вазі.

Отже, результати якісного аналізу біометричних датчиків відбитків пальця забезпечують можливість визначення найкращих компонентів багаторівневих систем управління доступом різної складності: як систем контролю доступу до ПК, так і систем управління доступом до ЛТК або таких, що охоплюють весь спектр завдань підприємства з територіально і структурно розподіленими об'єктами.

В подальшому для усунення впливу паразитних ємностей на якість результату сканування доцільно провести дослідження за схемотехнічним рішенням або на єдиному кристалі, або з використанням збірки на малогабаритній комутаційній підкладці CCD-матриці та скануючих компонентів пристрою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сосков А. Н. Анализ существующих типов датчиков для распознавания отпечатков пальцев / А. Н. Сосков, А. А. Галькевич // Системы управління, навігації та зв'язку. – 2011. – Вип. 3 (19). – С. 105–109.
2. Гуреева О. Биометрическая идентификация по отпечаткам пальцев. Технология Finger Chip / О. Гуреева // Компоненты и технологии. – 2007. – № 4. – С. 176–180.
3. Гаврилюк Д. Датчики отпечатков пальцев фирм ATMEL и FUJITSU / Д. Гаврилюк // Компоненты и технологии. – 2004. – № 2.
4. Задорожный В. В. Идентификация по отпечаткам пальцев. Часть 1 / В. В. Задорожный // PC Magazine / Russian Edition. – 2004. – № 1.
5. Бородулин А. MEMS-технология на страже безопасности. Новые микросхемы датчиков STMicroelectronics / А. Бородулин // Вестник электроники. – 2010. – № 4 (28). – С. 18–21.
6. Шевердин А. Технологические инновации КМОП камер Omnivision / А. Шевердин // Компоненты и технологии. – 2008. – № 1. – С. 46–49.
7. SEIR оптическая технология распознавания отпечатков пальца [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – <http://fingerprint.com.ua/fingerprint/seir.htm>.

Стаття надійшла до редакції 18.09.2012.

ЗМІСТ

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ТЕХНІКА І АВТОМАТИКА

<i>Лужецький В. А., Савицька Л. А.</i> Адаптивне ущільнення даних одним проходом з нерівномірним розбиттям на блоки	3
<i>Петренко Л. М., Бідюк П. І.</i> Інформаційна технологія аналізу платоспроможності виробничих підприємств на основі мереж Байєса	8

КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ І КОМПОНЕНТИ, ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

<i>Заболотний О. В.</i> Забезпечення задовільного рівня інваріантності адаптивних вологомірів з використанням методу найменших квадратів	13
<i>Іванов С. В., Тсунт В. М., Олійник П. Б.</i> Дослідження робастності та стійкості спроектованого автостернового.....	18
<i>Кочкарев Ю. А., Панаско Е. Н., Гресько С. А., Бурмистров С. В.</i> Реализация логических функций в ортогональной форме – перспективное обобщение булевой алгебры	25
<i>Лукашенко В. М., Уткіна Т. Ю., Вербицький О. С., Лукашенко Д. А., Міценко С. А., Нечипоренко О. В.</i> Системний аналіз біометричних датчиків відбитків пальця для системи управління доступом лазерного технологічного комплексу.....	29
<i>Мусиенко М. П., Савинов В. Ю., Россоха А. В.</i> Разработка дистанционно управляемых робототехнических систем с локальным поисковым модулем	35
<i>Шарапов В. М., Базило К. В., Сотула Ж. В.</i> Построение математической модели пьезотрансформатора.....	39
<i>Шарапов В. М., Базило К. В., Сотула Ж. В.</i> Повышение коэффициента передачи пьезоэлектрического преобразователя.....	42
<i>Шарапов В. М., Коваленко А. М., Сотула Ж. В.</i> Снижение резонансной частоты биморфных электроакустических пьезопреобразователей	45

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ

<i>Златкін А. А., Донець О. М.</i> Розробка і аналіз бюджету складних проектів	48
<i>Кожухівська О. А.</i> Моделювання ринкових фінансових ризиків з використанням міри VALUE-AT-RISK.....	54
<i>Лега Ю. Г., Прокопенко Т. О.</i> Інформаційні технології в проектно-орієнтованій діяльності підприємств в класі організаційно-технічних систем.....	60
<i>Зосимов В. В., Поздеев В. А.</i> Построение моделей ранжирования результатов поисковой выдачи для различных областей знаний	65

МАШИНОБУДУВАННЯ

<i>Коваленко Ю. І., Рудь М. П., Канашиевич Г. В., Єгоров Р. В., Голуб М. В.</i> Методика ідентифікації поверхонь скла після електронно-променевої мікрообробки	69
<i>Колісник А. М.</i> Метод безконтактного вимірювання поверхневого натягу полімерних плівок... ..	73
<i>Сахно Ю. О., Сахно Є. Ю., Калінько І. В., Шевченко Я. В.</i> Дослідження динамічних характеристик системи автоматичного регулювання положення колінвала в гідроопорі.....	78

ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ І ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

<i>Гончаренко Т. П., Жицька Л. І.</i> Екологічна оцінка якості води в річці Рось в районі Корсунь-Шевченківського водозабору	84
<i>Кириченко О. В., Ващенко В. А., Цибулін В. В.</i> База даних по часах згоряння частинок металевих паливних в продуктах розкладання піротехнічних сумішей	90
<i>Караваєв Т. А., Свідерський В. А., Земляной І. В.</i> Властивості поверхні карбонатних наповнювачів	95
<i>Трембовецкая Р. В.</i> Анализ взаимодействия лазерного излучения с биологическими тканями... ..	101

НАУКА І ТЕХНІКА: ІДЕЇ ТА ГІПОТЕЗИ

<i>Поляков С. П., Калейников Г. Е.</i> Закат гипотетической парадигмы	105
---	-----

ПАМ'ЯТІ КОЛЕГИ

Професор Ю. О. Кочкарьов.....	108
-------------------------------	-----