

УДК 004

В. Коваль, магістр гр. КІ-22М-1

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВЕРСТАТА ЧПК ОБРОБКИ ГОФРОКАРТОНУ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи верстата ЧПК обробки гофрокартону. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи верстата ЧПК обробки гофрокартону. Об'єктом дослідження є процес верстата ЧПК обробки гофрокартону. Предметом дослідження є методи верстата ЧПК обробки гофрокартону. Методи дослідження базуються на методах чисельно-програмного керування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи верстата ЧПК обробки гофрокартону. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Гофрокартон, відомий у пакувальній промисловості своєю міцністю, універсальністю та екологічністю, став матеріалом вибору для будь-чого: від коробок для транспортування та демонстрації продуктів до рішень для захисної упаковки. Його популярність пояснюється його здатністю встановлювати баланс між міцністю та гнучкістю, що робить його ідеальним для захисту продуктів під час транспортування, пропонуючи безмежні можливості налаштування для брендингу та маркетингу.

Однак для реалізації повного потенціалу гофрокартону необхідне точне різання та формування. Тут у гру вступають верстати для різання гофрокартону з ЧПК, які перетворюють сирий картон на складно розроблені та функціональні пакувальні рішення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи верстата чпк обробки гофрокартону.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи верстата ЧПК обробки гофрокартону.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем верстата ЧПК обробки гофрокартону.
- Дослідження системи верстата ЧПК обробки гофрокартону.
- Програмна реалізація системи верстата ЧПК обробки гофрокартону.

Об'єктом дослідження є процес верстата ЧПК обробки гофрокартону.

Предметом дослідження є методи верстата ЧПК обробки гофрокартону.

Методи дослідження базуються на методах чисельно-програмного керування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Особливості машини для різання гофрокартону з ЧПУ

1. Машина для різання гофрованого картону з ЧПУ розроблена для пакувальної промисловості.

2. Повна система дизайну упаковки. Використовуйте програмне забезпечення для розкредиту та дизайну упаковки, щоб швидко створювати дизайн гофрованого паперу (FEFCO) або картону (ESMA) нестандартного розміру.

3. Машина для різання картону, придатна для масового виробництва, цифровий різак для паперу оснащений повним набором машин для біговки та ножів, які можуть надати вашим зразкам (коробці з гофрованого картону) високоякісне покриття.

4. За допомогою машини для різання гофрованого картону з ЧПУ ви можете завершити весь процес від виготовлення зразків до повністю автоматизованого виробництва в коробці. Ви можете отримати все, що вам потрібно, – це повна система дизайну упаковки.

Параметр цифрової машини для різання гофрованого картону:

– Багатоголовка необов'язкова – Ефективність подвійної головки додатково подвоюється, подвійний портал необов'язковий, подвійна головка взаємного зсуву необов'язкова, довжину можна налаштувати.

– Багатофункціональний інструмент – Вібраційний ніж повного різання, активний круглий ніж високої потужності, перфоратор, пневматичний ніж, багатошаровий ніж.

– Пристрої безпеки – Пристрої безпеки використовують інфрачервоне зондування, безпечні та надійні.

– Швидкість різання – 200-2000 мм/с.

– Товщина різання – ≤ 50 мм Інші товщини можна налаштувати відповідно до матеріалу.

– Застосовні матеріали – гофрокартонна коробка, наклейка, етикетка, пакувальна промисловість, прокладка, бавовна, льон, шовк, суміші, волокна, шкіра тощо.

– Спосіб кріплення матеріалу – Вакуумна перегородкова адсорбція.

– Порт передачі – Мережевий порт.

– Система передачі – Імпортний серводвигун, лінійна лінійна напрямна, зубчастий ремінь, ходовий гвинт.

– номінальна потужність – 11 кВт.

– Номінальна напруга – 380 В $\pm 10\%$ /220В $\pm 10\%$ Додатково.

– Система контролю – Китайська та англійська, іспанська LCD сенсорний екран.

– Операційне середовище – Робоче середовище Температура 0-40°C Вологість 20%-80%RH.

– Програмне забезпечення – Програмне забезпечення для автоматичного вкладення, програмне забезпечення для введення шаблонів (необов'язково).

– Підтримка формату файлів – AI, PLT, DXF, CDRetc.

Перевага різача гофрокартону:

– Осцилюючі інструменти широко застосовуються. Верстат для різання гофрованого картону з ЧПУ може різати багато різних матеріалів (таких як гофрований папір, картон, офсетний папір, сіра дошка, гума, стільниковий картон, PP, PE, PVC, прокладка, шкіра, килим і килимок).

– Функція складання (притискне колесо) Вона може скласти гофрований папір, картон і офсетну дошку в ідеальну лінію складання.

– Функція пунктирної лінії Різак для гофрованого картону з ЧПК може бути оснащений різачом для ламаних ліній, який створює ламані лінії для згинання або поділу.

– Система промислового бачення розташування допомагає користувачам вирішувати функції сканування та різання нерегулярної графіки матеріалу, машина для різання гофрованого картону з ЧПУ може підвищити ефективність використання матеріалу.

– Функція малювання Він може малювати різні високоточні малюнкові ріжучі матеріали: гофрокартон, пінопласт, ПВХ, стирол, Coroplast, Celtec, магнітна плівка, клейовий вініл, шкіра, гума, тканини, світловідбиваючі плівки високої інтенсивності, папір, картон, полістирол, магнітні плівки, вініл тощо.

– Функція перфорації Машина для різання гофрованого картону з перфораційним ножом може пробивати отвори в таких матеріалах, як шкіра, картон, ПВХ, килими та подушки.

– Інтелектуальна система цифрового керування керує всією машиною, зменшуючи рівень ручної участі. Зменшити частоту помилок різання.

– Машина для різання гофрованого картону з ЧПУ з інтелектуальним набором, покращує використання матеріалу на 30%

Застосування машини для різання гофрокартону з ЧПУ

Машина для різання гофрованого картону з ЧПУ широко використовується в:

– промисловості рекламної упаковки: гофроящики, стільниковий картон, папір, картон, сірі картонні дошки КТ тощо, які можуть досягти ідеальних результатів різання. В інших галузях ріжучі верстати також мають відмінну продуктивність.

– Композитні матеріали: поліуретан, суперволокно, EVA, XPE, сендвіч, губка, облицювання, композитна шкіра, губка + тканина для покриття + шкіряна шкіра, килимок з ПВХ, пластикова пластина з ПВХ.

– Прокладка: промисловість: прокладки з різних матеріалів (азбестові, безазбестові, каучукові), політетрафторетилен (спеціальна форма, різання малої площі)

– Шкіряна промисловість: автомобільна індустрія інтер'єру, шкіряна порізка проекційна верстка

– Килимова промисловість: усі види килимів, дротяна петля килими, килими з діатомових водоростей та інші килими в різних середовищах (стандартна або спеціальна різання)

Деталі упаковки машини для різання гофрованого картону:

1. Зовнішня упаковка: стандартна фанерна коробка для морського експорту.

2. Внутрішня упаковка: еластична плівка та пластикова плівка для запобігання вологи.

Аксесуари для гнучкої пакувальної машини

3. Персоналізація: якщо у вас є особливі вимоги до упаковки, ви можете домовитися дружньо.

Транспорт

Є багато варіантів транспортування, і за замовчуванням - морський транспорт. Якщо у вас є особливі вимоги, уточніть їх заздалегідь.

Ціна, відповідно до інформації про пункт призначення, способу транзакції, способу транспортування, ми надамо вам конкретну пропозицію.

Обслуговування машини для різання гофрокартону з ЧПУ

1. Команда післяпродажного обслуговування складається з понад 20 інженерів.

2. На одного агента/клієнта працюють не менше 3 інженерів, усі вони можуть говорити англійською.

3. Підтримується повний посібник користувача, використовуючи відео та фотографії.

4. Підтримується віддалену допомогу, щоб допомогти вам встановити та використовувати програмне забезпечення.

5. Підтримується онлайн-консультації та обслуговування 24*7.

6. Наша машина має гарантію на 3 роки, протягом цього періоду, якщо виникне якась проблема, ми відремонтуємо її безкоштовно.

7. Обіцяється надіслати запасні частини протягом 24 годин.

8. Створюється для вас команду обслуговування, включаючи продавця, інженера, менеджера з продажу, директора з продажу і вас (або ваших співробітників). Якщо у вас виникнуть запитання, ми відповімо протягом 1 хвилини.

9. Безкоштовне оновлення програмного забезпечення протягом усього життя.

Післяпродажне обслуговування

1. Наш стандартний гарантійний термін починається з моменту доставки. Ми надаємо вам трирічне гарантійне обслуговування та професійне обслуговування машини.

2. Зношені частини (лезо, стільниця) продаються користувачам за найнижчою ціною.

Час доставки

у нас є власний завод. Після оформлення замовлення ми приступимо до виробництва машини для нарізки наклейок. У той же час ми зробимо розумну затримку в залежності від обсягу замовлення на місяць. Наш час доставки в середньому становить близько 15-20 днів,

якщо ви хочете вказати час, ми можемо домовитися про розумний час для завершення доставки.

Вісім причин для різальної машини з ЧПК

1. Розширений бренд: десять років професійних лез з ЧПК.
2. Переваги R & D: низка запатентованих технологій, так що компанія має глибоке покладення.
3. Гарантія якості: усі продукти пройшли європейську сертифікацію CE. Сертифікація FDA США
4. Високоякісні матеріали: Машина для різання гофрованого картону з ЧПК, аксесуари обрані від провідних брендів галузі.
5. Передова технологія: починаючи з Німеччини, зарубіжна передова технологія, технічна підтримка
6. Висока ефективність: запровадьте індивідуальне обслуговування для підвищення ефективності корпоративного зворотного зв'язку
7. Персоналізована настройка: завдяки функціям розробки та дизайну клієнти можуть робити будь-що вони хочуть
8. Післяпродажне обслуговування: трирічне гарантійне обслуговування та цілодобові онлайн-рішення.

Розробка структурної схеми

Структурна схема системи зображена на рисунку 1. Далі в тексті застосовуються наступні скорочення:

- ПО – пульт оператора.
- ПК – пульт корекції.
- ПВП – пристрій введення програми.
- ППМК – пристрій пам'яті мікрокоманд.
- АЛП – арифметико-логічний пристрій.
- НПОЗП – напівпровідниковий оперативний запам'ятовувальний пристрій.
- КСП – керування приводом, який стежить.
- ПЗВ – пристрій зв'язку з верстатом.
- ТП – тиристорні перетворювачі за координатами X, Z, I, K.
- БЗЗ – блок зворотного зв'язку.
- БПК – блок посилення команд S, T, M.
- М – двигуни приводів за координатами X, Z, I, K.
- ДЗЗ – датчик зворотного зв'язку.
- ВОВ – виконавчі органи верстату.

Інформація через пристрій уведення програми (ПВП) надходить у буферну частину напівпровідникового оперативного запам'ятовувального пристрою (НПОЗП). Одночасно із цим іде відпрацьовування верстатом попереднього кадру по алгоритмах лінійної або кругової інтерполяції за допомогою арифметико-логічного пристрою (АЛП).

Задана інформація про переміщення виконавчих органів верстата по осях X, Z, I, K надходить у пристрій керування приводами, що стежать, КСП, а технологічні команди S, T, M – у пристрій зв'язку з верстатом (ПЗВ) і на виконавчі органи верстата (ВОВ). Після закінчення відпрацьовування уведеного раніше кадру й за умови, що закінчено уведення наступного кадру, відбувається передача даних з буферної в робочу пам'ять НПОЗП, і цикл повторюється, тобто починається відпрацьовування наступного кадру й уведення нового. Всі алгоритми роботи пристрою ЧПК зберігаються в пристрої пам'яті мікрокоманд (ППМК), звідки вони в необхідній послідовності вибираються по запитам пристрою керування.

З пульта оператора (ПО) здійснюють ручне уведення додаткової інформації: команд, корекції виконання програми, індикації номера кадру, номери або положення інструмента й ін.

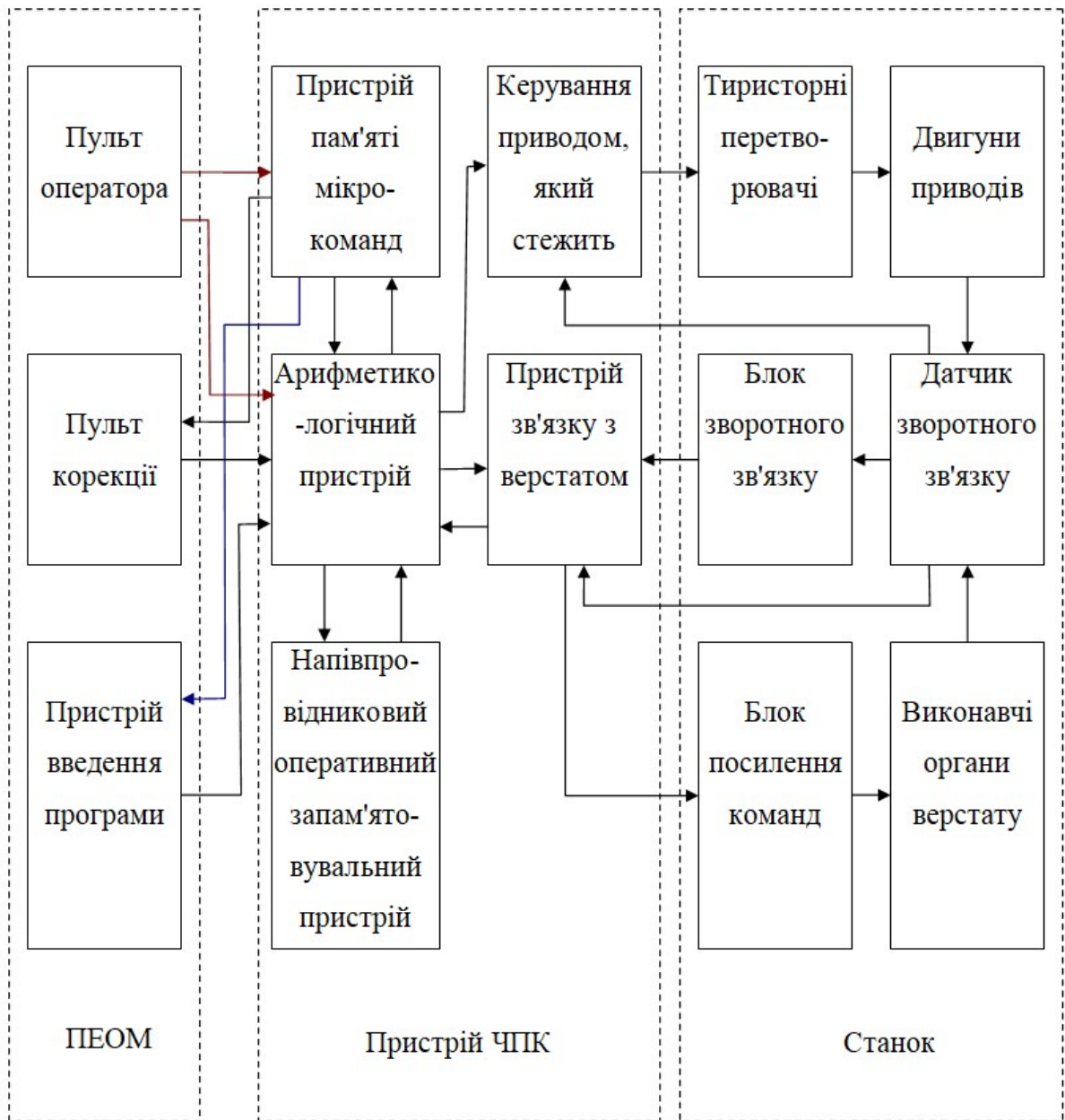


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Інформацію про відпрацьовування команд, положенні й стані робочих органів верстата видають датчики зворотного зв'язку (ДЗЗ) по функціях команд у свої керуючі блоки КСП або ПЗВ, чим підтримується робота системи пристрій ЧПК-верстат по заданій керуючій програмі. У зв'язку з тим, що всі елементи електронно-обчислювального пристрою ЧПК працюють використовуючи мікродструми й малі напруги, а виконавчі органи верстата працюють на промисловій напрузі 380 В, між системою ЧПК й приводами виконавчих органів верстата розміщують блоки керування для перетворення команд пристрою ЧПК в робочі напруги. Ці блоки об'єднані в електрошафі верстата.

Пристрій другого типу – датчик лінійних переміщень ДЛП [4], що складається з набору вимірювальних шкал і індуктивний датчики, що зчитує.

Вимірювальна шкала, що служить базою для відрахунків, укріплена аналогічно набору рейок рейкового датчика на одній із частин 3 верстата, щодо якої контролюється переміщення. Довжина шкал у наборі відповідає величині контрольованого переміщення. Датчик, що зчитує, укріплений на іншій частині верстата, рух якої контролюється, у спеціальному кронштейні, що забезпечує строго постійне положення датчика щодо шкали на

всьому шляху переміщення. Величина зазору між ними постійна й лежить у межах 0,2-0,3 мм. У процесі експлуатації верстата й при ремонтах величину цього зазору необхідно перевіряти.

Кожна вхідна в набір шкала-лінійка являє собою сталеву пластинку довжиною 250 мм із наклеєною накладкою з текстоліту. На накладці методом фотодруку нанесена обмотка у вигляді зигзагоподібної мідної смужки шириною близько 1 мм і кроком 2 мм. Обмотки шкал включені в один послідовний ланцюг. Індуктивний датчик складається із двох таких же, але більше коротких обмоток, зрушених відносно один одного на 1/4 кроку. Вхідні сигнали (напруги) на його обмотки подаються із пристрою ЧПК у формі синусоїд. Вихідний сигнал знімається з послідовно включених обмоток лінійок.

Погрішність шкал лінійок на довжині 250 мм звичайно лежить у межах ± 10 мкм. В окремих випадках застосовують більше точні датчики з погрішністю шкал $\pm 2,5$ мкм на тій же довжині. Погрішність відліку переміщень на верстатах ЧПК обробки гофрокартону при застосуванні ДЛП становить не більше 15 мкм на довжині ходу 500 мм. Зміна цієї величини може бути наслідком забруднення шкал осілим металевим пилом або порушення взаємного їхнього розташування; останнє усувають регулюванням. Датчики періодично варто очищати.

Всі органи керування верстатом ЧПК обробки гофрокартону зосереджені в межах робочої зони верстатника-оператора. Залежно від конструктивного виконання того або іншого верстата набір керуючих елементів, їхні типи й розташування на пультах можуть бути змінені, але загальні принципи компоновання зберігаються. Органи керування механізмами верстата при роботі в налагоджувальному або ручному режимі розміщені на підвісній кнопковій станції (ПКС) верстата. Тут же розташована й кнопка включення пристрою ЧПК. Органи керування пристроєм ЧПК розміщені на його пультах. Існують розходження компоновання й призначення керуючих елементів позиційної й безперервної систем ЧПК.

1. Автоматичний режим – основний режим роботи, коли керування всіма функціями здійснюється системою без участі верстатника-оператора по записаній у програмному забезпеченні керуючій програмі.

2. Режим переднабору використовують при налагодженні верстата або пробній обробці деталі без зчитування команд із комп'ютера. Всі команди по черзі верстатник-оператор набирає безпосередньо кнопками й перемикачами пульта керування пристрою ЧПК.

3. Режим універсального ручного керування можливо здійснити тільки на верстатах виконання Ф2. Всі операції, пов'язані з керуванням верстатом, робітник здійснює з підвісної кнопкової станції.

Верстат зі ЧПК може виконувати практично необмежену кількість різних погоджених між собою переміщень робочих органів з точністю, обумовленою конструкцією верстата й системою ЧПК, а також здійснювати необхідні по технологічному циклі обробки включення допоміжних органів. При цьому точність обробки й витрачене на неї час не залежать від рівня кваліфікації й психологічного стану обслуговуючий цей верстат верстатника-оператора. Послідовність обробки може бути точно повторене необмежене число раз і через будь-який проміжок часу.

Застосування верстатів зі ЧПК має наступні переваги.

1. Автоматизація процесу обробки й зниження фізичної й психологічної стомлюваності верстатника-оператора, а також зниження вимог до його кваліфікації навіть при обробці складних і точних деталей.

2. Підвищення продуктивності обробки в результаті:

– концентрації операцій і їхнього сполучення, а в ряді випадків за рахунок можливості, що з'являється, виключення окремих операцій і перевстановлення оброблюваної заготовки;

– оптимізації режимів різання й можливості багатоінструментальної обробки за допомогою двох супортів, збільшення питомої ваги машинного часу в загальному балансі

штучно-калькуляційного часу за рахунок скорочення втрат на пробні проточки й виміри, що особливо відчутно при обробці великогабаритних деталей складної форми з більшим числом оброблюваних поверхонь із точними розмірами;

– впровадження технічно обґрунтованих норм, розрахованих технологом-програмістом.

3. Підвищення точності й стабільності розмірів оброблюваних поверхонь, що, у свою чергу, приводить до спрощення роботи апарата ОТК.

У той же час при перекладі обробки деталей з універсального встаткування на верстати зі ЧПК необхідно завжди брати до уваги порівняльну вартість цих верстатів, а також вартість їх технологічного й технічного обслуговування. Розробка програми й прив'язка інструмента до загальної системи координат верстата вимагають більших витрат часу кваліфікованих фахівців. З урахуванням цих факторів, як правило, виявляється, що прості за формою деталі, для обробки яких треба мало машинного часу, але велика кількість переходів, особливо при одиничному характері виробництва, більш економічно обробляти на універсальних верстатах ЧПК обробки гофрокартону, оснащених пристроями цифрової індикації (виконання Ф1).

При підборі номенклатури деталей або окремих токарських операцій для обробки на верстатах ЧПК обробки гофрокартону варто керуватися положеннями про те, що:

– найбільший ефект дає переклад обробки деталей складної форми з важкодоступними оброблюваними поверхнями;

– деталі складної, особливо криволінійної форми, обробка яких на універсальному встаткуванні вважається не технологічною, на верстатах зі ЧПК обробити легше.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів верстата ЧПК обробки гофрокартону.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем верстата ЧПК обробки гофрокартону; Досліджена система верстата ЧПК обробки гофрокартону; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи верстата ЧПК обробки гофрокартону. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання верстата ЧПК обробки гофрокартону.

Список літератури

1. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральньоукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.
2. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova., K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).
3. Смірнова Т.В., Солових Є.К., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Побудова хмарних інформаційних технологій оптимізації технологічного процесу відновлення та зміцнення поверхонь деталей. Центральньоукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 184-194, 2019.
4. Смірнов О.А., Котелянець В.В. Стійкі до колізій стохастичні моделі функціонування безпроводових сенсорних мереж. Вісник інженерної академії України, №3, с. 145-152, 2018
5. O. Smirnov, O. Kovalenko, A. Kovalenko, S. Smirnov, V. Vialkova. The mathematical model of the testing technology for Dom Xss vulnerabilities. Scientific & practical cyber security journal (SPCSJ) Vol 2 Issue 1, 22-28 pp. [Електронний Журнал]. Georgia. Tbilisi: SCSA – 2018.
6. Oleksii Smirnov, Oleksandr Kovalenko, Jamil Al-Azzeh, Anna Kovalenko, Serhii Smirnov. Qualitative risk analysis of software development. Asian Journal of Information Technology. – Volume 17(3). – Medwell Journals. – 2018. – P. 218-230.
7. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Коваленко А.С., Смірнов С.А. Розробка методу передтестової компіляції й розподілу доступу. Збірник наукових праць III міжнародної науково-практичної конференції “Інформаційна безпека та комп’ютерні технології”, м. Кропивницький. 19-20 квітня 2018р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2018. – С. 214-215
8. Smirnov Oleksii, Kovalenko Oleksandr, Kovalenko Anna, Smirnov Serhii. Method of testing the dom xss vulnerability. International Conference «information technologies, systems and networks ITSН-2017». Chisinau,

- Republic of Moldova. 17 – 18 October 2017. – Chisinau: Academy of Sciences of Moldova, Military Academy of Armed Forces “Alexandru cel Bun”. 2017. P.7.
9. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Коваленко О.В., Коваленко А.С. Технологія тестування DOM XSS уразливості. Науково-практичний журнал кібербезпеки (SPCSJ) № 1. [Електронний журнал]. Грузія. Тбілісі: SCSA - 2017.
 10. Смірнов О.А., Лисенко І.А. Інформаційна технологія проектування тестових наборів з урахуванням вимог до програмного забезпечення. Системи управління, навігації та зв'язку. – Випуск 4 (44). - Полтава: ПолтНТУ. - 2017. - С. 112-115.
 11. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Рябой Д.К., Рябая О.В. Модель вузла комутації з відносними пріоритетами, резервуванням ресурсів і обліком реальної надійності обслуговуючих приладів. Збірник тез всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Автоматика та комп'ютерно-інтегровані технології у промисловості, телекомунікаціях, енергетиці та транспорті». м. Кропивницький. 16-17 листопада 2017 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2017. – С. 198-199.
 12. Смірнов О.А., Коваленко О.В. Використання псевдобулевих методів бівалентного програмування для управління ризиками розробки програмного забезпечення. Системи управління, навігації та зв'язку. – Випуск 1 (37). - Полтава: ПолтНТУ. - 2016. - С. 98-103.
 13. Смірнов О.А., Лисенко І.А. Формалізація процесу проектування тестових наборів. Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. Випуск 3 (48). - Харків: ХУПС. - 2016. - С.96-100.
 14. Смірнов О.А., Лисенко І.А. Удосконалення методу перевірки коректності таблиць рішень для подання тестових наборів. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 8 (145). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 77-80.
 15. Смірнов О.А., Лисенко І.А. Розробка впорядкованих каскадних таблиць рішень із використанням матриць слідування. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 6 (143). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 216-220.
 16. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Якименко Н.М., Доренський О.П. Метод кількісної оцінки ризиків розроблення програмного забезпечення. Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. Випуск 2 (47). - Харків: ХУПС. - 2016. - С. 128-133.
 17. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Якименко Н.М., Доренський О.П. Метод якісного аналізу ризиків розроблення програмного забезпечення. Наука і техніка Збройних Сил України. – Випуск 2(23). - Харків: ХУПС. - 2016. - С. 150-158.
 18. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Якименко Н.М., Доренський О.П. Проблеми аналізу та оцінки ризиків інформаційної діяльності. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 3 (140). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 40-42.
 19. Смірнов О.А., Коваленко А.С., Коваленко О.В., Доренський О.П. Удосконалення методу технічного обслуговування об'єктів інтегрованої інформаційної системи. Системи озброєння і військова техніка. – Випуск 2(46) – Х.: ХУПС – 2016. – С. 103-107.
 20. Smirnov A.A., Kovalenko A.V. Kovalenko A.S. Dorensky A.P. Information model and its element for displaying information on technical condition of objects of integrated information system. International Journal of Computational Engineering Research (IJCER). – Volume 6, Issue 1. – India. Delhi. – 2016. – P. 21-27.
 21. Смірнов О.А., Євсєєв С.П., Король О.Г., Коваленко О.В., Коваленко А.С., Смірнов С.А. Архітектура мікропроцесорів та компонентів ЕОМ. Навчальний посібник – Кіровоград: Вид. Лисенко В.Ф., 2015. – 550 с.
 22. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Мелешко Є.В., Константинова Л.В., Кожанова А.С. Інженерія програмного забезпечення. Навчальний посібник. За ред. О.А. Смірнова. – Кіровоград: КНТУ 2013. – 409с.
 23. Смірнов О.А., Осадчий С.І., Мелешко Є.В., Іванов С.Г., Павленко М.А., Усачов О.М. Основи технічної експлуатації АСУ. Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ 2013. – 322с.
 24. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Кожанова А.С., Лєвошко О.Л., Константинова Л.В. Основи системного програмування. Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ 2013. – 257с.
 25. Смірнов О.А., Мелешко Є.В., Семенов С.Г. Методи та засоби обробки сигналів і даних в інформаційних системах. Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ 2012. – 250 с.