

Адаптивна система управління верстатами з ЧПК

Адаптивная система управления станками с ЧПУ

Adaptive control system for CNC machine-tools

- 1. Номер державної реєстрації теми - 0115U002369,**
- 2. Науковий керівник - д.т.н., проф. Петраков Ю.В., Петраков Ю.В., Petrakov Y.V.**
- 3. Суть розробки, основні результати.**

(укр.) В процесі наукового дослідження використані розроблені на кафедрі технології машинобудування теоретичні засади створення систем адаптивного управління процесами різання, методи наукових досліджень, що базуються на основних принципах теорії автоматичного управління, моделювання процесів фрезерування і токарного оброблення, у тому числі, імітаційного моделювання, методиках оброблення результатів експериментів. Для проведення експериментальних досліджень використовувалось обладнання Навчально-тренінгового центру НТУУ «КПІ» - НААС, створеного на кафедрі технології машинобудування, у тому числі фрезерний верстат з ЧПК MF-3 НААС, стійки-симулятори фірми НААС, відповідний різальний інструмент.

При виконанні НДР реалізовані основні ідеї проекту, а саме створений новий сучасний інструмент управління процесом різання на верстатах з ЧПК, який on-line автоматично регулює режим різання, первинно записаний в управляючій програмі на підставі поточної інформації про його перебіг з метою стабілізації за потужністю різання на оптимальному рівні. Створена система адаптивного управління складається з програмної частини і апаратного модуля, який здійснює управління подачею через енкодер корекції в стійці управління ЧПК. Програмна частина забезпечує канал зворотного зв'язку, регулятор і блок визначення оптимального режиму оброблення. В результаті продуктивність контурного фрезерування підвищується не менш ніж у 2 рази при повному забезпеченні якості.

Забезпечення каналу зворотного зв'язку також дозволяє виконувати цілодобовий моніторинг функціонування обладнання з ЧПК через бездротове з'єднання Wi-Fi, або мережу Internet з фіксацією даних в сервері.

(рос.) В процессе научного исследования использованы разработанные на кафедре технологии машиностроения теоретические основы создания систем адаптивного управления процессами резания, методы научных исследований, которые базируются на основных принципах теории автоматического управления, моделирования процессов фрезерования и токарной обработки, в том числе, имитационного моделирования, методиках обработки результатов экспериментов. Для проведения экспериментальных исследований использовалось оборудование Учебно-тренингового центра НТУУ «КПИ» - НААС, созданного на кафедре технологии машиностроения, в том числе фрезерный станок с ЧПУ MF-3 НААС, стойки-симуляторы фирмы НААС, соответствующий резательный инструмент.

При выполнении НИР реализованы основные идеи проекта, а именно создан новый современный инструмент управления процессом резания на станках с ЧПУ, который on-line автоматически регулирует режим резания, первично записанный в управляющей программе на основании текущей информации о его ходе с целью стабилизации по мощности резания на оптимальном уровне. Создана система адаптивного управления, которая состоит из программной части и аппаратного модуля, который осуществляет управление подачей через энкодер коррекции в стойке управления ЧПУ. Программная часть обеспечивает канал обратной связи, регулятор и блок определения оптимального режима обработки. В результате производительность контурного фрезерования повышается не менее чем в 2 раза при полном обеспечении качества.

Обеспечение канала обратной связи также позволяет выполнять круглосуточный мониторинг функционирования оборудования с ЧПУ через беспроводное соединение Wi-Fi, или сеть Internet с фиксацией данных в сервере.

(англ.) In the process of scientific research the engineers developed on the department of mechanical engineering and manufacturing are utilized theoretical bases of creation of the systems of adaptive control cutting processes, methods of scientific researches which are based on basic principles of theory of automatic control, design of processes of milling and lathe machining, including, imitation simulation, methods of treatment of results of experiments. For the lead through of experimental researches the equipment of training center NTUU «KPI» - HAAS was utilized, created on the department of mechanical engineering and manufacturing, including milling CNC-machine MF-3 HAAS, bars-simulators of firm HAAS, proper cutting instrument.

At implementation of NIR the basic ideas of project are realized, the new modern instrument control of cutting process is namely created on CNC-machine, which on-line regulates the cutting mode, initially written in the program control on the basis of current information about his motion with the purpose of stabilizing on cutting power at optimum level automatically. The system of adaptive control, which consists of programmatic part and vehicle module which carries out a control a serve through encoder corrections in the CNC module, is created. Programmatic part provides a feed-back communication channel, regulator and block of determination of the optimum mode of machining. As a result the productivity of the contour milling rises no less what in 2 times at the complete providing of quality.

Providing of reverse communication channel also allows to execute the round-the-clock monitoring of functioning of CNC-machines through wireless connection of Wi-Fi, or network of Internet with fixing of information in a server.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.

1. Петраков Ю.В., Мацківський О.С. Патент України на корисну модель №108543 Система адаптивного управління верстатом з числовим програмним управлінням – подана заявка на винахід МПК В23Q 15/00
2. Фролов В.К., Соломенко О.В., Шуплецов Д.К., Наумова М.І. Спосіб шліфування глибоких внутрішніх циліндричних поверхонь. Патент України на корисну модель № 105186. Опубл. 10.03.2016, бюл. № 5.
3. Фролов В.К., Соломенко О.В., Шуплецов Д.К., Наумова М.І. Спосіб шліфування глибоких циліндричних отворів. Патент України на корисну модель № 105187. Опубл. 10.03.2016, бюл. № 5.
4. Фролов В.К., Руденко Р.О., Гладський М.М., Наумова М.І. Інструментальна оправка для оброблення глибоких отворів. Патент України на корисну модель № 108542. Опубл. 25.07.2016, бюл. № 14.
5. Фролов В.К., Руденко Р.О., Гладський М.М., Наумова М.І. Верстат для шліфування отворів в порожнистих валах. Патент України на корисну модель № 110802. Опубл. 25.10.2016, бюл. № 20.

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Рівень розробки відповідає світовому рівню в частині створення систем адаптивного управління процесами різання за потужністю шляхом автоматичного регулювання подачі, а в частині розробленої системи з управлінням через енкодер стійки ЧПК верстата і модуля оптимізації процесу фрезерування – перевищує світовий рівень в тому, що автоматично забезпечує регулювання подачі на рівні, що відтворює оптимальний за продуктивністю процес різання при безумовному забезпеченні всіх вимог за якістю обробки.

6. Економічна привабливість для просування на ринок

Створена система адаптивного управління може використовуватись як на токарних, так і на фрезерних обробляючих центрах з ЧПК, що використовуються у будь-яких галузях машинобудівної промисловості. Для впровадження системи необхідна мінімальна

модернізація верстату – оснащення стійки ЧПК апаратним модулем і персональним комп'ютером з відповідним програмним забезпеченням. Проведені експериментальні дослідження створеної системи адаптивного управління дозволили встановити, що вона гарантує підвищення продуктивності, збереження інструменту, причому вираш тим більший, чим більш складна форма деталі для оброблення. Так, при обробленні контуру, що описаний прямими і дугами кола (однією вигнутою, другою опуклою) вираш продуктивності 1,8 рази. При цьому оброблені деталі по параметрах шорсткості поверхні і точності відповідають вимогам креслення.

7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації).

Результати роботи можуть застосовуватись у верстатобудівній галузі, а також на будь-якому підприємстві, що використовує верстати з ЧПК. Найбільш перспективним є залучення до співпраці фірми HAAS (США) через їх представництво Абпланалп Україна у м. Києві до використання розробок в системах ЧПК верстатів фірми. Для цього підготовлені технічні пропозиції, що, разом з результатами випробувань на верстатах цієї фірми в Навчально-тренінговому Центрі НТУУ «КПІ» - HAAS будуть спрямовані на фірму. Система on-line моніторингу може використовуватись на будь-якому виробництві, що оснащено обладнанням з ЧПК.

8. Стан готовності розробки.

Створений макет системи адаптивного управління для обробляючого центру VF3 HAAS, проведені випробування, про що складений акт фірми Абпланалп Україна у м. Києві. Розроблена та створена система on-line моніторингу дільниці металообробного цеху, оснащена верстатами з ЧПК. Проведені промислові випробування на виробництві – акти впроваджень і випробувань додаються. Можливе виготовлення розробленої системи для фрезерних і токарних обробляючих центрів з ЧПК.

9. Існуючі результати впровадження.

Результати роботи пройшли апробацію в Навчально-тренінговому Центрі НТУУ «КПІ» - HAAS при фрезеруванні контурів деталей (акти випробувань додаються). Підтверджено підвищення продуктивності при забезпеченні якості робочої поверхні деталей. Розроблена та створена система on-line моніторингу дільниці металообробного цеху, оснащена верстатами з ЧПК, впроваджена у ПАТ «Київське центральне конструкторське бюро арматуро будування».

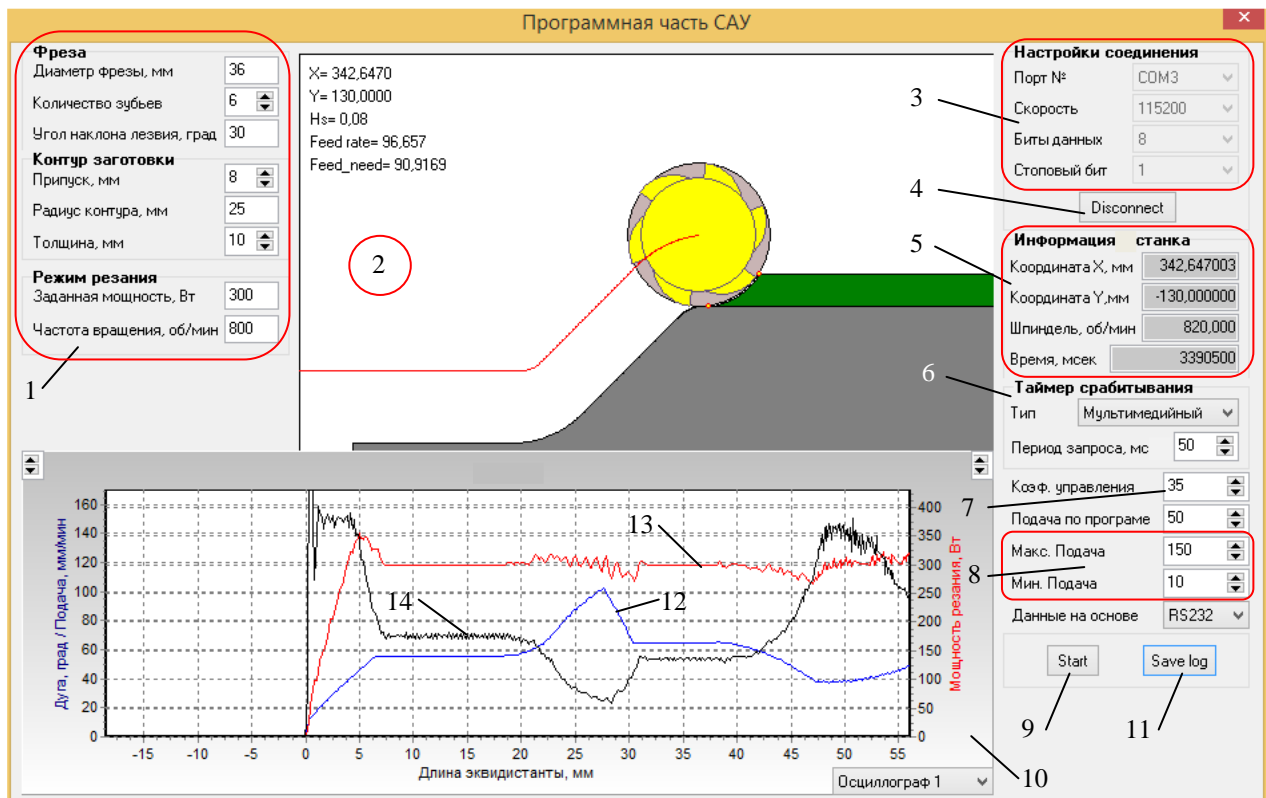
Основні положення роботи використовуються при підготовці фахівців за спеціалізацією Технологія машинобудування спеціальності «Прикладна механіка» та відповідними магістерськими програмами. Так, на основі результатів цього наукового дослідження розроблені нові розділи курсу лекцій з дисциплін «Управління процесами різання», лабораторно-комп'ютерні практикуми з дисципліни «Управління процесами різання», лабораторні роботи з дисципліни «Технологічні процеси для верстатів з ЧПК».

Результати дослідження активно використовуються при підготовці навчальних посібників і програмних продуктів Галузевої лабораторії, що використовуються не тільки у багатьох ВНЗ України, а й за кордоном.

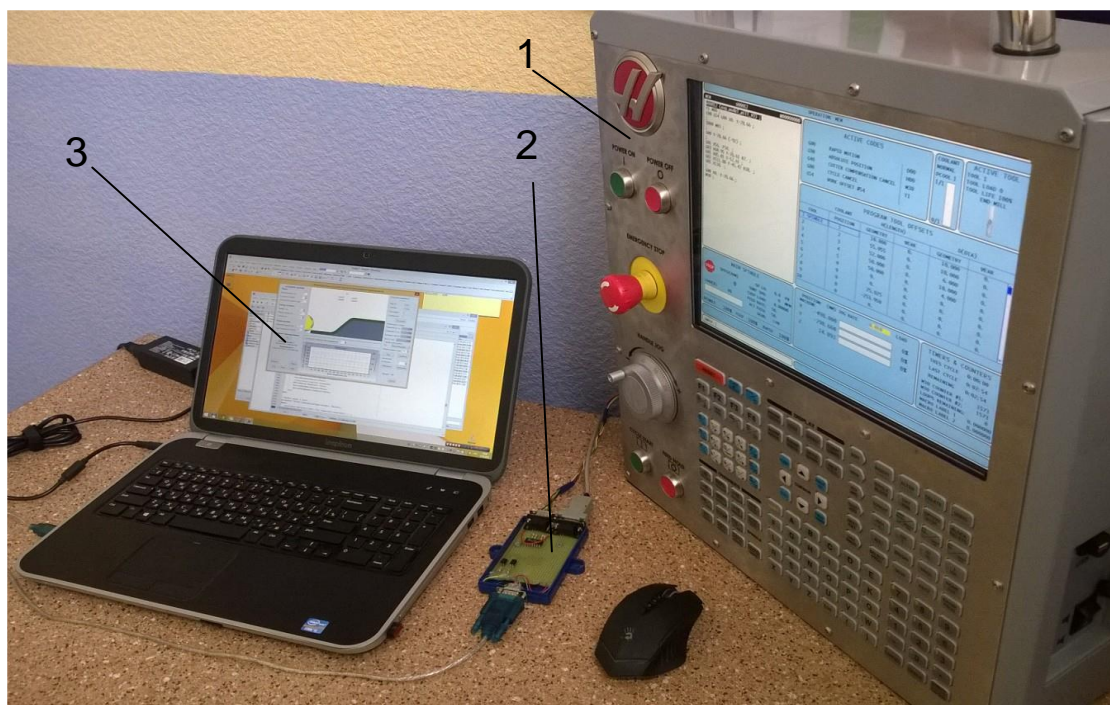
Науково-практичні результати виконання проекту використовуються при підготовці бакалаврів з інженерної механіки, спеціалістів та магістрів з технології машинобудування при викладанні наступних дисциплін: 1.Інформатика, 2.Мікропроцесорна техніка, 3.Теорія різання, 4.Теорія автоматичного управління технологічними системами, 5.Управління процесами різання, 6.Виконання курсових, дипломних проектів, 7.Бакалаврських дипломних робіт, 8.Магістерських дисертацій. За тематикою проекту захищено 9 дипломних проектів та магістерських дисертацій, створено студентський науковий гурток.

10. Назва організації, телефон, E-mail

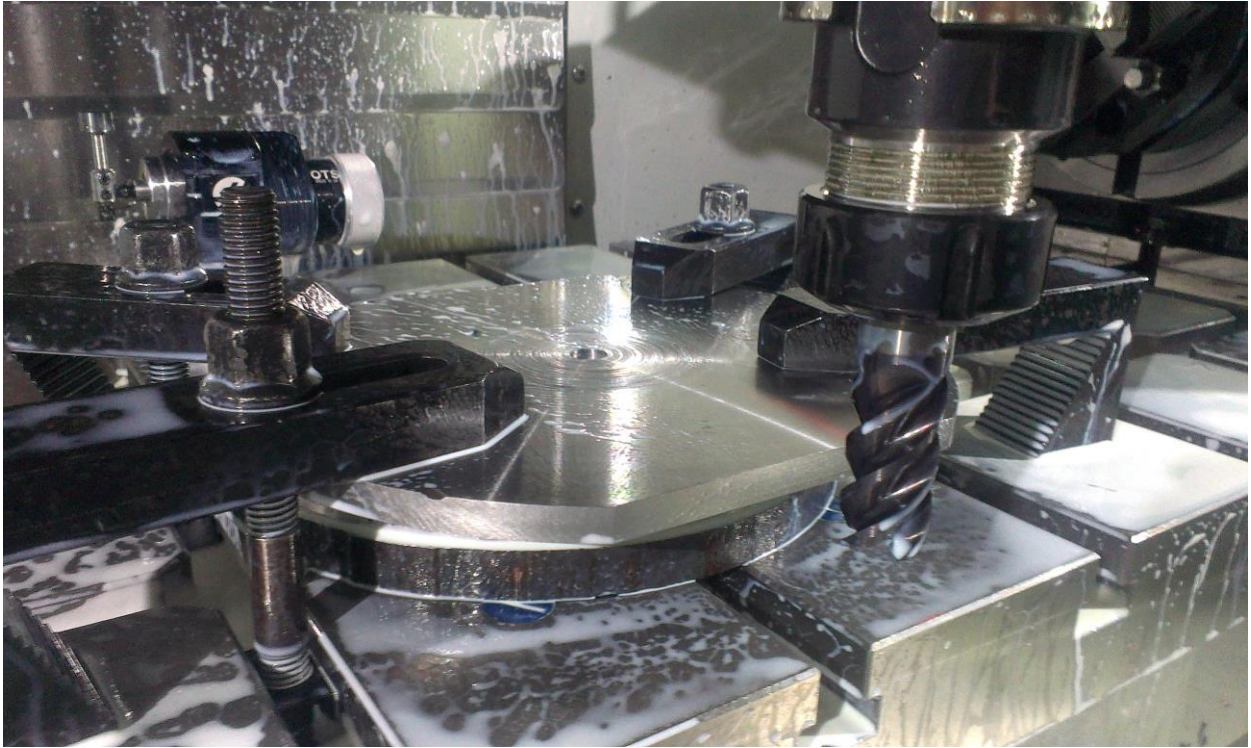
НТУУ"КПІ", механіко-машинобудівний інститут, кафедра технології машинобудування, тел.406-81-06, E-mail: tm_mmi@kpi.ua



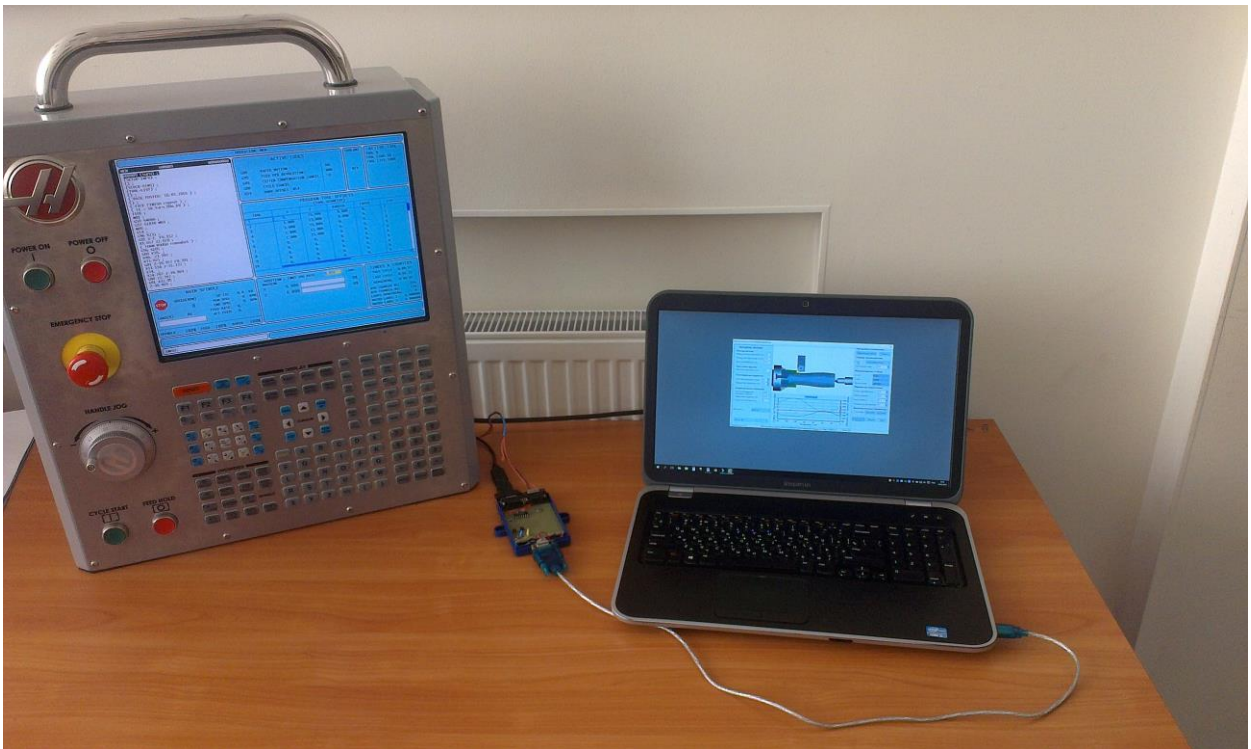
Інтерфейс програмної частини системи адаптивного управління для фрезерного верстата з ЧПК



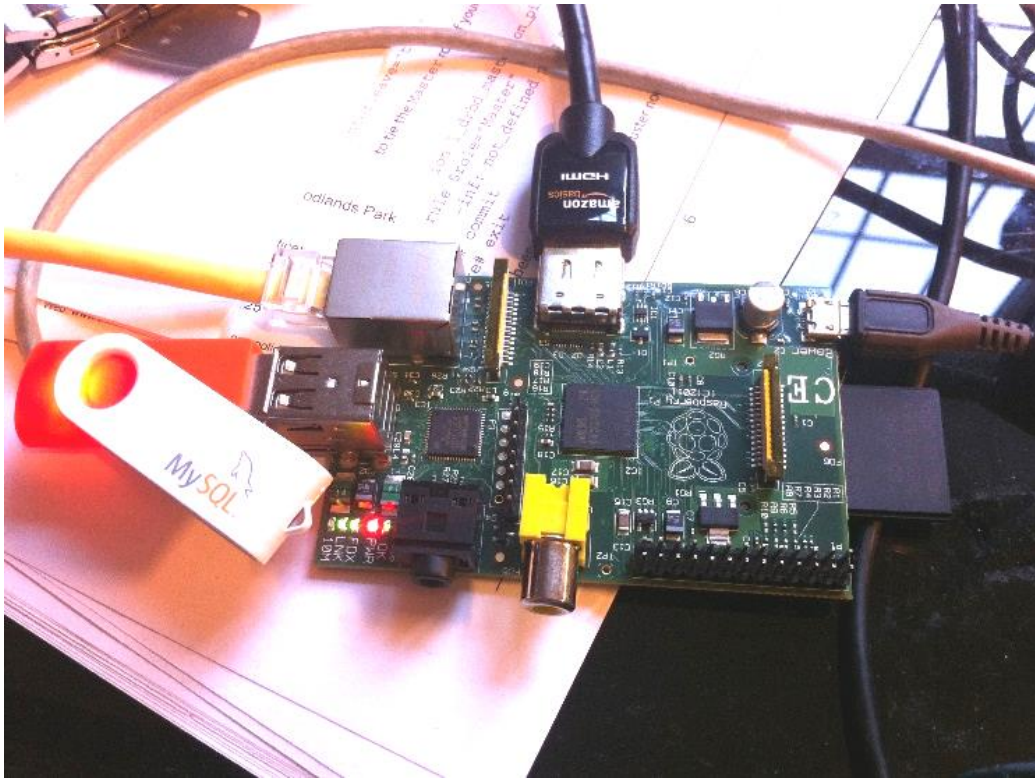
Макет системи адаптивного управління з реальною стійкою ЧПК для фрезерного верстата



Процес фрезерування в ході експериментальних досліджень



Макет системи адаптивного управління з реальною стійкою ЧПК для токарного верстата



Розроблений блок моніторингу в зборі

11. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

1. Петраков Ю.В. Проектирование технологической оснастки. Монографія / LAP Lambert Academic Publishing, Saarbrücken, Deutschland, 2015, 178С. www.omniscryptum.com.
2. Петраков Ю.В. Проектування верстатних пристроїв Навчальний посібник +CD з грифом університету; протокол №4 метод. ради від 06.04.2015, Київ, 2015, 134С.
3. Петраков Ю.В. Чамата С.М. Управління шліфуванням робочої поверхні оправок станів холодної прокатки труб Восточно-европейский журнал передовых технологий том 2, №2(74), Харків, 2015 С.55-63. **Scopus**
4. Петраков Ю.В. Проектування самоцентруючого лонету // Зб. наукових праць «Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем, Випуск 36 Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ, 2015, с.58-69 ВАК. НМБ.
5. Петраков Ю.В., Мацківський О.С. Моделювання фрезерування кінцевими фрезами // Вісник НТУУ «КПІ». Серія машинобудування, №73, Київ 2015 С.78-83. ВАК. НМБ.
6. Петраков Ю.В., Чамата С.М. Продуктивність шліфування робочої поверхні оправки станів холодної прокатки труб // Вісник НТУУ «КПІ». Серія машинобудування, №73, Київ 2015 С.5-9. ВАК. НМБ.
7. Петраков Ю.В., Серeda А.М. Правка шліфувальних кругів для шліфування доріжок гайок кочення на верстаті з ЧПК // Наукові нотатки Міжвузівський збірник, технічні науки, вип.,49, Луцьк, 2015 С.123-130 МАГ. ВАК. НМБ.
8. Петраков Ю.В., Мацківський О.С. Забезпечення якості регулювання системи адаптивного управління фрезеруванням на верстаті з ЧПК // Вісник Житомирського державного технологічного університету Серія Технічні науки №2(73), 2015, С.81-85 ВАК. НМБ.
9. Петраков Ю.В., Шуплецов Д. Корекція траєкторій формоутворення за апостеріорною інформацією Процеси механічної обробки в машинобудуванні // Вісник Житомирського державного технологічного університету Серія Технічні науки №1(72), 2015, с.37-40. МАГ. ВАК. НМБ.

10. Петраков Ю.В., Мацківський О.С. Моделювання системи адаптивного управління фрезеруванням на верстаті з ЧПК // Вісник НТУУ «КПІ» Машинобудування №74, Київ, 2015.- С.146-152. ВАК. НМБ.
11. Петраков Ю.В., Мацківський О.С. Моделирование системы адаптивного управления на токарном станке с ЧПУ // 36. наукових праць «Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем Випуск 36 Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ, 2016, с.12-17. ВАК. НМБ.
12. Петраков Ю.В., Шуплецов Д.К. Імітаційне моделювання корекції формоутворення при контурному фрезеруванні // Наукові нотатки Міжвузівський збірник, технічні науки, вип.,549, Луцьк, 2016 С.235-240. ВАК. НМБ.
13. Петраков Ю.В., Мацківський О.С. Оптимізація периферійного фрезерування кінцевими фрезами // Вісник НТУУ «КПІ». Серія машинобудування, №76, Київ 2016 С.88-94. ВАК. НМБ.
14. Петраков Ю.В., Мацківський О.С. Моделювання системи адаптивного управління фрезеруванням на верстаті з ЧПК // Вісник НТУУ «КПІ» Машинобудування №74, Київ, 2015.- С.146-152. ВАК. НМБ.
15. Петраков Ю.В. Моделирование гашения колебаний при токарной обработке // Вісник НТУУ «КПІ» Машинобудування №77, Київ, 2016.- С.----- ВАК. НМБ.