

Розробка теорії проектування та дослідна апробація багатокординатних верстатів і машин з мехатронними стрижневими структурами та їх систем керування

Підтема: Розробка теорії динаміки багатокординатних верстатів та машин на базі нечітких множин і нейронних мереж із реалізацією принципово нових методів обробки деталей

Разработка теории проектирования и исследовательская апробация многокоординатных станков и машин с мехатронными стержневыми структурами и их систем управления

Подтема: Разработка теории динамики многокоординатных станков и машин на базе нечетких множеств и нейронных сетей с реализацией принципиально новых методов обработки деталей

The development of design theory and testing the multi dimensional machine tools and machines with the mechatronic rods structures and their control systems

Subtopic name

The development of the dynamics theory of a multi coordinate machine tools and machines based on fuzzy sets and neural networks with the implementation of innovative methods of machining the workpieces

- 1. Номер державної реєстрації теми - 0113U002333, номер реєстрації в університеті – 2615-ф**
- 2. Науковий керівник- д.т.н., проф. Струтинський В.Б., Струтинский В.Б., Strutinsky V.B.**
- 3. Суть розробки, основні результати.**

(укр.)

Розроблена нова теорія динаміки багатокординатних верстатів та машин на базі нечітких множин з використанням нейронних мереж для обчислювальних процедур із реалізацією принципово нових методів обробки деталей, які ґрунтуються на використанні особливостей динамічних процесів механічної обробки.

Теорія базується на описі інерційних властивостей елементів багатокординатних систем просторового руху тензорами інерції із нечітко визначеними (розмитими, Fuzzy) компонентами з відповідними функціями приналежності. При цьому застосовані адитивні математичні моделі у вигляді диференціальних рівнянь нескінченного порядку із нечітко визначеними коефіцієнтами та стохастичні матриці змінної розмірності.

Для забезпечення необхідних динамічних характеристик мехатронних систем керування запропоновані ефективні обчислювальні процедури на основі штучних нейронних мереж, а оптимізація процесів керування здійснена на основі нечітких алгоритмів.

Запропонована теорія динаміки багатокординатних верстатів є основою ціленаправлених змін динамічних властивостей багатокординатних верстатів та машин і обґрунтовує принципово нові методи обробки деталей із вібраційними резонансними і вимушеними збудженнями коливань заготовки.

(рос.)

Разработана новая теория динамики многокоординатных станков и машин на базе нечетких множеств с использованием нейронных сетей для вычислительных процедур с реализацией принципиально новых методов обработки деталей, основанная на использовании особенностей динамических процессов механической обработки.

Теория базируется на описании инерционных свойств элементов многокоординатных систем пространственного движения тензорами инерции с нечетко определенными (размытыми, Fuzzy) компонентами с соответствующими функциями принадлежности. При этом, применены аддитивные математические модели в виде дифференциальных уравнений

бесконечного порядка с нечетко определенными коэффициентами и стохастические матрицы переменной размерности.

Для обеспечения необходимых динамических характеристик мехатронных систем управления предложены эффективные вычислительные процедуры на основе искусственных нейронных сетей, а оптимизация процессов управления осуществлена на основе нечетких алгоритмов.

Предложенная теория динамики многокоординатных станков является основой целенаправленных изменений динамических свойств многокоординатных станков и машин и обосновывает принципиально новые методы обработки деталей с вибрационными резонансными и вынужденными возбуждениями колебаний заготовки.

(англ.)

A new dynamics theory of multi coordinate machine tool and machines based on fuzzy sets using neural networks to implement computational procedures with the implementation of innovative methods of machining, which are based on using the features of dynamic processes of machining was developed.

The theory is based on the description of inertial properties of the elements of multi coordinate systems for spatial movement by the means of inertia tensor with not clearly defined (blurred, Fuzzy) components with the corresponding functions of correspondence. The additive mathematical models in the form of differential equations of infinite order with not clearly defined matrix coefficients and stochastic variable dimension matrixes were applied.

To provide the required dynamic characteristics of the proposed mechatronic control systems the effective computational procedures based on the artificial neural networks, and the control process optimization is based on fuzzy algorithms.

The proposed dynamics theory of multi coordinate machine tools is the basis of the purposeful changes of dynamic properties of a multi coordinate machine tools and machines and justifies the entirely new methods of machining with vibrational resonance and forced oscillations of workpiece.

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

1. Патент на корисну модель №98887. Спосіб відновлення напрямних полімерним матеріалом / Струтинський В.Б., Іщенко О.А.; заявл. 28.11.2014. – №u201412785, опубл. 12.05.2015, бюл. № 9/2015
2. Патент на корисну модель №101349. Пневматичний двигун турбінного типу з регулюючим елементом для високошвидкісного шпиндельного вузла / Струтинський В.Б., Комков А.С.; заявл. 02.03.2015. – №u201501810, опубл. 10.09.2015, бюл. № 17/2015
3. Патент на корисну модель №101856. Роторний пластинчастий пневмодвигун / Струтинський В.Б., Артеменко О.І.; заявл. 26.12.2014. – №u201413980, опубл. 12.10.2015, бюл. № 19/2015.
4. Патент на корисну модель № 78565 Цифровий привод / Новік М.А., Дідовець В.Є., Сич О.П – опубл. 25.03.2013, Бюл.№6.
5. Патент на корисну модель №85521 Цифровий привод / Новік М.А., Фоменко Б.О. – опубл. 25.11.2013, Бюл.№22.
6. Патент на корисну модель № 87135. Револьверна головка / Новік М.А., Дідовець В.Є., Червоний Д.С.– опубл. 27.01.2014, Бюл. №2.
7. Патент на корисну модель №93141. Свердловинний пневмогідролічний генератор коливань / Новік М.А. – опубл. 25.09.2014, бюл. № 18.
8. Патент на корисну модель №93291. Затискний патрон / Новік М.А., Музиченко В.В. – 25.09.2014, бюл. № 18/2014.
9. Патент на корисну модель № 93292. Механічний затискний патрон / Новік М.А., Музиченко В.В. – опубл. 25.09.2014, бюл. № 18/2014.

10. Патент на винахід №106528. Гідромеханічний затискний патрон / Новік М.А., Музиченко В.В. – опубл. 10.09.2014, бюл. № 17.
11. Патент на винахід №106544. Гідромеханічний затискний патрон / Новік М.А., Музиченко В.В. – опубл. 10.09.2014, бюл. № 17.
12. Патент на корисну модель №97200. Комбінований цифровий привід / Новік М.А., Дідовець В.Є., Дурягін А.І. – 10.03.2015, бюл. № 5.
13. Патент на корисну модель №97234 Багатопозиційний комбінований привід / Новік М.А., Дідовець В.Є., Лукянов А.М. – опубл. 10.03.2015, бюл. № 5.
14. Патент на корисну модель №97511 Сverdловинний пневмогідравлічний генератор коливань / Новік М.А., Медвідь А.М. – опубл. 25.03.2015, бюл. № 6.
15. Патент на корисну модель №98648 Комбінований цифровий привід / Новік М.А., Дідовець В.Є., Черноус О.С. – опубл. 12.05.2015, бюл. №9.
16. Патент на корисну модель №98826 Телескопічний електрогідравлічний кроковий привід / Новік М.А., Білоус А.В. – опубл. 12.05.2015, бюл. №9.
17. Патент на корисну модель №108536 Затискний патрон / Новік М.А., Музиченко В.В. – опубл. 12.05.2015, бюл. №9.

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Розробка перевищує світовий рівень робіт в напрямку теорії динаміки машин на основі нової концепції про подання динамічних процесів як нечітких (розмитих, Fuzzy) множин адаптованих до задач динаміки та їх теоретичного опису за допомогою спеціально розроблених штучних нейронних мереж з реалізацією принципово нових методів обробки деталей.

6. Економічна привабливість для просування на ринок

Орієнтовна вартість реалізації проекту складає 15 млн. грн.

Термін впровадження – 5 років. Окупність проекту може бути досягнута за 8-10 років.

Показники продукції у вигляді багатокоординатних верстатів з мехатронними стрижневими структурами набагато вищі ніж у наявних верстатів по відношенні матеріалоємності (в 20 і більше разів) при відповідному зниженні маси обладнання. Це дозволяє застосувати верстати даного типу в мобільних комплексах, аграрній сфері, будівництві та на транспорті. Верстати з мехатронними стрижневими структурами мають енергоспоживання в 5-10 разів нижче аналогічних верстатів традиційного виконання.

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

Теорія динаміки багатокоординатних верстатів та машин на базі нечітких множин і нейронних мереж із реалізацією принципово нових методів обробки деталей буде сприяти розвитку машинобудівної галузі України. Можливе використання розробленої теорії динаміки багатокоординатних верстатів і машин у галузевому машинобудуванні. Це дасть можливість суттєво вдосконалити ряд машин, в тому числі машин і пристроїв подвійного призначення. Планується розробити нові багатокоординатні мобільні системи для роботи з небезпечними об'єктами.

8. Стан готовності розробки.

Розроблено та виготовлено дослідний зразок верстата з паралельними кінематичними структурами. Можлива розробка дослідно-промислових зразків нового обладнання та впровадження його у промислове виробництво.

9. Існуючі результати впровадження.

Результати НДР впроваджено у навчальний процес: розроблено методичне забезпечення нової дисципліни «Спеціальні методи наукових досліджень» по програмі підготовки «доктор філософії». В дисципліну магістерської підготовки «Математичне моделювання систем і процесів» введено новий розділ «Математичні моделі на основі нейронних мереж і нечітких множин» та нові розділи в дисципліни бакалаврської підготовки «Теорія автоматичного керування», «Математичне моделювання». Розроблено забезпечення

7 нових лабораторних робіт з дисциплін: «Технологічне обладнання з паралельною кінематикою», «Теорія автоматичного керування», «Математичне моделювання металорізальних верстатів» та 3 комп'ютерні практикуми з дисциплін «Математичне моделювання систем і процесів», «Математичне моделювання металорізальних верстатів», «Спеціальні методи наукових досліджень».

Захищено 3 докторських дисертації та 3 кандидатських дисертацій; видано 2 монографії; опубліковано: 55 статей, 12 статей у закордонних виданнях, 37 публікацій у журналах наукометричних БД; зроблено 132 доповіді на конференціях (з них 126 – на міжнародних); одержано 18 патентів України на винаходи та корисні моделі. До виконання НДР залучено 17 студентів. Студентами захищено 16 магістерських робіт, 24 дипломних проекти спеціаліста, 12 дипломів бакалавра.

Окремі результати роботи впроваджено у виробництво на ТОВ «Інструментальний завод» (м. Київ).

10. Форма участі інвестора

Результати досліджень направлені на розробку нової теорії проектування та реалізації багатокоординатних верстатів і машин з мехатронними стрижневими структурами і їх систем керування. Так як проект є інноваційною розробкою, яка вимагає вкладення коштів у створення нового виробництва, тому доцільною буде участь інвестора з часткою у проекті.

11. Обсяг інвестицій

Для реалізації проекту необхідне інвестування коштів для створення нового підприємства. Приблизна початкова вартість інвестицій – 500 тис. доларів США.

12. Мета інвестицій.

Для реалізації результатів досліджень за проектом на виробництві необхідні кошти для створення нового підприємства, а саме для проведення науково-дослідних робіт, дослідно-конструкторських робіт, маркетингових досліджень, освоєння виробництва та сертифікацію продукції.

13. Назва організації, телефон, E-mail

НТУУ"КПІ", механіко-машинобудівний інститут, кафедра конструювання верстатів і машин машин, 204-94-61, kvm_mmi@mail.ru

14. Фото розробки



Виготовлений дослідний зразок верстата з паралельними кінематичними структурами

15. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

Монографії

1. Вібраційні процеси механічної обробки. Монографія / Струтинський В.Б., Перфілов І.В. / К.: Хімджест. - 2015. – 550 с.

Статті

1. Струтинський В.Б. Експериментальне визначення динамічних характеристик та побудова на їх основі математичної моделі просторової системи приводів / В.Б. Струтинський, А.А. Гуржій // Науковий журнал "Технологічні комплекси". -№1(7). - 2013. - С. 10-18.

2. Струтинський В.Б. Наукове обґрунтування та розробка системи моніторингу фактичного просторового положення інструменту верстата паралельної кінематики / В.Б. Струтинський, А.С. Дем'яненко // Науковий журнал "Технологічні комплекси". -№1(7). - 2013. - С. 71-79.

3. Новік М.А. Пневмоелектричні багатопозиційні приводи з об'ємними гідравлічними дозаторами / М.А. Новік, В.Є. Дідовець // Промислова гідравліка і пневматика. – 2013, - №1 (39). – С. 66-70.

4. Новік М.А. Порівняльний аналіз гідромеханічних затискних патронів / М.А. Новік, В.В. Музиченко // Промислова гідравліка і пневматика.- 2013,- №2 (40).- с. 80-83.

5. Новік М. А. Поліпшення статичних і динамічних характеристик пневмоелектричних багатопозиційних приводів з цифровим керуванням / М.А. Новік, В.Є. Дідовець // Вісник НТУУ "КПІ", Серія машинобудування. – №3 (69), 2013. – С. 72-76.

6. Кравець О.М. Стенд для дослідження динамічної похибки механізму паралельної кінематики / О.М. Кравець // Промислова гідравліка і пневматика. Всеукраїнський науково-технічний журнал. – №1(39), 2013. с.71-74.

7. Гейчук В.М. Магнітно-абразивна обробка зубчастих коліс в кільцевій ванні: аналіз кінематики / В.М. Гейчук, А.Ю. Гаврушкевич, Д.І. Галатович // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ, вип. № 32, 2013. С.63-69.

8. Гейчук В.М. Кінематика процесу MAO лопаток ГТД / В.М. Гейчук // Всеукраїнський науково-технічний журнал "Промислова гідравліка і пневматика". - 2013. - Вип. №1(39). - С. 78-82.

9. Струтинський В.Б. Моделювання закономірностей повільного циркуляційного вихрового руху сипучої суміші при ударно-імпульсному навантаженні вібраційної машини / В.Б. Струтинський, В.П. Симонюк // Технологічні комплекси №2(8). - 2013. - С.137-143.

10. Струтинський В.Б. Мехатронна гідросистема з цифровим регулятором на основі нейроконтролера / В.Б. Струтинський, Л.Г. Козлов // Промислова гідравліка і пневматика. - №3(41). - 2013. - С.70-77.

11. Strutinskiy V. Modelarea matematica a caracteristicilor inertiiale a unei masini multicoordonate prezentata in forma de traversa / V.Strutinskiy, L.Kozlov // Buletinul institutului politehnic din iasi. - N2. - 2013. - 55-68.

12. Strutinskiy V. Optimization of the Mechatronic Hydraulic System Parameters by the Method of Genetic Algorithm / V.Strutinskiy, Y.Burennikov and L.Kozlov // Buletinul institutului politehnic din iasi. - N1. - 2013. - 69-79.

13. Rybak L. Computer-Aided Modeling of Dynamics of Manipulator-Tripod with Six Degree of Freedom / L. Rybak, E.Gaponenko, A.Chichvarin, V.Strutinsky, R. Sidorenko // World Applied Sciences Journal. - N25(2). - 2013. - P.341-346.

14. Gurzhiy A. Features dynamic process of formation of surface parallel on the machine kinematics / A.Gurzhiy, S.Strutinskiy // Problemy Eksploatacji – Maintenance Problems scientific quarterly of the Institute for Sustainable Tehnologies – National Research Institute. – no 2/2013 - p.153-166.

15. Strutynsky S. Assessing the impact of transverse vibrations of pneumatic building on the parameters of the spatial vibration field of the drive system / S. Strutynsky, A. Gurzhiy // Вісник

національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», серія «Машинобудування» – №67 . – Київ, 2013 – С. 101-109.

16. Струтинський В.Б. Експериментальне визначення динамічних характеристик та побудова на їх основі математичної моделі просторової системи приводів / В.Б. Струтинський, А.А. Гуржій // Технологічні комплекси. Міжнародний науковий журнал №1 (7) - 2013. – С.10-18.

17. Козлов Л.Г. Вплив параметрів системи керування на стійкість гідропривода інваріантного до знакозмінного навантаження / Л.Г. Козлов, І.В. Бойко, О.В. Піонткевич // Наукові нотатки ЛНТУ. – 2013. – №40. – С. 118 – 124.

18. Козлов Л. Г. Зменшення втрат потужності в гідросистемі мобільної робочої машини / Л. Г. Козлов, А. О. Товкач, А. В. Зінченко // Вісник ХНУ. – 2013. – № 4. – С. 53 – 61.

19. Козлов Л. Г. Вплив параметрів системи керування на стійкість та швидкодію гідропривода з електрогідрравлічним керуванням / Л. Г. Козлов, О. Л. Гайдамак, О. В. Піонткевич // Вісник ХНУ. – 2013. – № 4. – С. 29 – 34.

20. . Козлов Л. Г. Застосування нейромережі для зменшення часу регулювання в мехатронній гідросистемі // Вісник Сумського державного університету. Серія «Технічні науки». – 2013. – № 4. – С. 165 – 174.

21. Козлов Л.Г. Експериментальний стенд для визначення характеристик гідроприводів з пропорційним керуванням / Л.Г.Козлов, В.А. Ковальчук, С.М. Лозовський, А.О. Товкач // Промислова гідрравліка та пневматика. – 2013. –№4 – С. 64-66.

22. Гейчук В.М. Магнітно-абразивна обробка циліндричних зубчастих коліс в кільцевій ванні/ В.М. Гейчук, А.Ю. Гаврушкевич // Всеукраїнський науково-технічний журнал "Промислова гідрравліка і пневматика". - 2014. - Вип. №1(43). - С. 90-98.

23. Струтинський В.Б. Наскрізна конструкторська підготовка спеціалістів та магістрів на кафедрі конструювання верстатів та машин механіко-машинобудівного інституту НТУУ "КПІ" / В.Б. Струтинський, В.М. Гейчук // Вісник національного університету "Львівська політехніка". Серія "Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні та приладобудуванні". – Львів: Видавництво Львівської політехніки. – 2014. – Вип. № 772. – С. 163-171.

24. Ковальов В.А. Підвищення ефективності фінішної обробки виробів з природного каменю інструментом із алмазно-полімерного волокна / В.А. Ковальов, В.Д. Курілович, Ю.Д. Філатов // Сверхтвердые материалы, 2014, №1.-С.49-57.

25. Струтинський В.Б., Гаврушкевич Н.В., Полунічев В.Е. Математичне моделювання динамічних характеристик багатокординатних верстатів з використанням теорії нечітких множин/ Технологічні комплекси, №1(9) -2014. - С.76-87/

26. Струтинський В.Б. Стохастичні динамічні коливальні процеси у виконавчому пристрої мехатронної системи верстата паралельної кінематики / В.Б. Струтинський, А.А. Гуржій, А.С. Дем'яненко // Вісник СевНТУ, серія Машиноприладобудування та транспорт. - №139. - С.204-210.

27. Струтинський В.Б. Опис геометричних та теплофізичних параметрів інструменту для термофрикційної обробки за допомогою функціональних рядів / В.Б. Струтинський, М.І. Покінтелиця // Вісник СевНТУ, серія Машиноприладобудування та транспорт. - №139. - С.183-189.

28. Струтинський В.Б. Дослідження впливу анізотропії теплофізичних властивостей на процес теплопередачі / В.Б. Струтинський, М.І. Покінтелиця // Вісник СевНТУ, серія Машиноприладобудування та транспорт. - №140. - С.165-171.

29. Струтинський В.Б. Моделювання циркуляційного руху вібробункера при ударно-імпульсній обробці / В.Б. Струтинський, В.П. Симонюк // Вісник СевНТУ, серія Машиноприладобудування та транспорт. - №140. - С.172-177.

30. Новік М.А. Аналіз статичних характеристик цифрових приводів поворотно-поступального руху / М.А. Новік, В.Є. Дідовець // Вісник НТУУ "КПІ" Серія машинобудування №2 (68). – С. 201-206.

31. Kovalyov V.A. Improving Efficiency of Finishing Natural Stone Using Diamond-Polymer Fiber Tools / Y.D. Filatov, Kurilovich V.D., Kovalyov V.A. // Journal of Superhard Materials, 2014, Vol. 36, No. 1. – pp. 35–42.

32. Ковальов В.А. Забезпечення якості оброблення декоративно-художніх виробів з природного каменю інструментом з каліброваного за діаметром алмазно-полімерного волокна / Ю.Д.Філатов, В.Д.Курілович, А.Г.Ветров, М.А.Данильченко, В.А.Ковальов // Сборник научных трудов "Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент - техника и технология его изготовления и применения". Вып. 17. - Киев: ИСМ им. В.Н.Бакуля, 2014. – С.482-487.

33. Струтинський В.Б. Обґрунтування використання штучних нейронних мереж для компенсації кінематичних та динамічних похибок верстата паралельної кінематики / В.Б. Струтинський, А.С. Дем'яненко // Журнал інженерних наук. Технологія машинобудування, верстата та інструменти. – 2014. - № 1 - С.6-11.

34. Струтинский В.Б. Разработка и исследование мехатронной системы активного контроля текущего пространственного положения инструмента станка параллельной кинематики / В.Б.Струтинский, А.С. Демьяненко // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого. – 2014. - № 4 (59). – С. 76 -85.

35. Кравець О.М. Взаємозв'язок параметрів конструкцій токарних штокових патронів з продуктивністю обробки / О.М. Кравець, О.В. Литвин // Промислова гідравліка і пневматика. №2(44), 2014,с.70-78.

36. Струтинский В.Б. Механизм формирования волнистой поверхности при термофрикционной обработке / В.Б. Струтинский, Н.И. Покинтелица // Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Вип. 150/2014. Серія: Машиноприладобудування та транспорт. – Севастополь, 2014. – С. 161-169.

37. Струтинський В.Б. Розробка та апробація мехатронної системи активного контролю динамічного просторового положення інструмента верстата паралельної кінематики / В.Б. Струтинський, А.С. Дем'яненко // Вісник СевНТУ. Збірник наукових праць. – 2014. – Вип. 151. – С. 179 – 185.

38. Струтинский В.Б. Эксплуатационные динамические нагрузки на детали высокооборотного шпиндельного узла станка параллельной кинематики / В.Б. Струтинский, О.Я. Юрчишин // Проблемы проектирования и автоматизации в машиностроении. Сборник научных трудов. – Россия, Ирбит: ЗАО «ОНИКС», 2014. – С. 151-162.

39. Струтинський В.Б. Коливальні процеси у багатокоординатних верстатах паралельної кінематики, обумовлені гіроскопічними моментами, які діють на шпиндель / В.Б. Струтинський, В.М. Дрозденко, О.Я. Юрчишин // Вісник Національного технічного університету України «КПІ», серія Машинобудування. - № 72 (2014). – С. 130-139.

40. Kozlov L. Determinin dynamic accurasy indicators of multicoordinate working machine in the form of rod structures for fuzzy inertia and dissipation parameters./ V. Strutinskiy, L. Kozlov // Journal of Engineering Studies and Research. – Bacau – Romania, 2014- №4-P. 1-8.

41. Uhlman E. Besser mikrofräsen mit gezielten Schwingungen / E. Uhlman, D. Oberschmidt, F. Mahr, I. Perfilov // Mikroproduktion, Ausgabe 05-14, 2014, p. 32 – 35.

42. Uhlman E. Zwei-Achs-Schwingungssystem zur gezielten Beeinflussung des Mikrofräsprozesses / E. Uhlman, D. Oberschmidt, F. Mahr, I. Perfilov // wt Werkstattstechnik, Ausgabe 11/12, 2014, p. 904 – 909.

43. Gurzhiy A. Dynamic characteristics of the technological complex based parallel mechanisms kinematics / A. Gurzhiy, S. Strutins'kiy // Problemy Eksploatacji. Maintenance Problems scientific quarterly of the Institute for Sustainable Tehnologies – National Research Institute. – no 1/2014 - p.57-68.

44. Козлов Л.Г. Адаптивний регулятор з динамічною Fuzzy-корекцією настройки для мехатронного привода мобільної машини / Л.Г. Козлов // Вісник Хмельницького національного університету. – 2014 – №3.

45. Козлов Л.Г. Математичне моделювання просторового руху маніпулятора з урахуванням гідродинамічних процесів у гідророзподільнику мехатронного привода / Ю.А. Буренніков, Л.Г. Козлов, О.В. Петров // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2014. – № 5 – С.134-141.

46. Козлов Л.Г. Дослідження статичних і динамічних характеристик системи керування гідроапаратами на основі пропорційних електромагнітів / Л.Г. Козлов, В.А. Ковальчук, О.В. Піонткевич, М.В. Коріненко // (Електронний ресурс) Наукові праці Вінницького національного технічного університету – Режим доступу до статті: URL: <http://praci/vntu.edu/ua/article/view>.

47. Козлов Л. Г. Визначення параметрів гальмівного клапана мехатронного привода гідроманіпулятора / Л.Г. Козлов, М.П. Коріненко, А.О. Антонюк // Вісник Хмельницького Національного університету. – 2014. – №2. – С. 30 – 37.

48. Новік М.А. Спосіб експериментального визначення контактних тисків на зовнішній і внутрішній поверхнях затискової втулки малогабаритного затискового патрона з регульованою силою затиску / М.А. Новік, В.В. Музиченко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – №1 (118) 2015, с. 149-154

49. Новік М.А. Визначення напружень в затисковій пружній втулці гідромеханічного затискового патрона / М.А. Новік, В.В. Музиченко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. №2 (119) 2015. –С. 116-122.

50. Струтинський В.Б. Обладнання для високочастотної вібраційної обробки деталей мікрорізанням з формуванням спеціального мікропрофіля поверхні / В.Б. Струтинський, І.В. Перфілов // Вісник НТУ "ХПІ", серія Технології в машинобудуванні. - Х: НТУ "ХПІ". - 2015. - №4. - 216 с. - С. 23-28.

51. Струтинський В.Б. Дослідження мікропрофіля поверхні, одержаного вібраційною обробкою фрезами малого діаметра / В.Б. Струтинський, І.В. Перфілов // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету / Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – №28. – 2015. – С. 57-63.

52. Струтинский В.Б. Определение колебаний заготовки токарного автомата под действием нелинейных случайных сил резания / Струтинский В.Б., Юрчишин О.Я. // Проблемы проектирования и автоматизации в машиностроении. Сборник научных трудов. – Россия, ИРБИТ: ЗАО «ОНИКС», 2015. – С. 163-174.

53. Струтинский В.Б. Триботехнические исследования полимерных композитов, применяемых при восстановлении направляющих станков / Струтинский В.Б., Радионенко А.В., Ищенко Е.А. / Проблемы тертя та зношування. – 2015. - №2. – С.4-11.

Захисти дисертацій

Докторські дисертації

1. Покинътелиця М.І. Наукові основи комплексної термофрикційної та механічної обробки деталей, які враховують коливання в технологічній системі верстата, 2013 р.

2. Федориненко Д.Ю. Наукові основи проектування прецизійних регульованих гідростатичних опор шпіндельних вузлів, 2013 р.

3. Козлов Л.Г., Наукові основи розробки систем гідроприводів маніпуляторів з адаптивними регуляторами на основі нейромереж для мобільних робочих машин, 2015 р.

Кандидатські дисертації

1. Гуржій А.А. Формоутворення криволінійних поверхонь на верстатах з паралельними кінематичними структурами, 2015 р.

2. Дем'яненко А.С. Система контролю просторового положення інструменту верстата з механізмами паралельної структури, 2015 р.

3. Перфілов І.В. Вібраційна обробка деталей мікрофрезеруванням та обладнання для її реалізації, 2015 р.

16. Ключові слова до розробки

верстат-гексапод, механізм паралельної кінематики, нечіткі множини, нейронні мережі, теорія динаміки