

Донецький державний технічний університет

На правах рукопису

УВАРОВ СЕРГІЙ ВІЛІЙОВИЧ

**Інформаційна система контролю та діагностики технічного
стану механічних вузлів технологічного обладнання**

Спеціальність 05.11.16 - «Інформаційно-вимірювальні системи»

Автореферат
дисертації на здобуття вченого ступеня
кандидата технічних наук

Донецьк - 1997



004
Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі промислової електроніки Донецького державного технічного університету.

Науковий керівник доктор технічних наук, професор Сагайда Іван Михайлович.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор Скрипник Юрій Олексійович, кандидат технічних наук, доцент Воронцов Олександр Григорович.

Провідна організація: ВАТ НДІПТ маш (м. Краматорськ).

Захист відбудеться « 30 » 06 1997 р. о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К.06.04.01 Донецького державного технічного університету за адресою: 340000, м. Донецьк, вул. Артема 58, корп. 1, аудит. 201.

Відгуки на автореферат направляти на адресу: 340000, м. Донецьк, вул. Артема 58, вченому секретарю ДонДТУ.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Донецького державного технічного університету.

Автореферат розісланий « 29 » 05 1997 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
кандидат технічних наук, доцент

Мокрий Г.В.

3

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ.

Актуальність та ступінь дослідження теми.

Аналіз стану розвитку технологічного обладнання в різноманітних галузях народного господарства підтверджує необхідність оперативної технічної діагностики механічних вузлів у процесі їх експлуатації. Тому актуальність вирішення задачі оперативної діагностики проявляється як в технічному плані (необхідність у комплексі уніфікованих засобів діагностики), так і в науковому плані (необхідність у подальшому розвитку діагностичних методів, які базуються на аналізі як віброакустичних сигналів, так і інших носіїв діагностичної інформації).

Відомі методи і засоби реалізації діагностики технічного стану механічних вузлів технологічного, зокрема верстатного, обладнання. Вони достатньо детально викладені в працях відомих вчених: Кудінова В.А., Генкіна М.Д., Соколової А.Г., Мисловича М.В., Лук'янова В.П., Скрипника Ю.А., Зелика В.П. Одночасно з'являються роботи по новим напрямкам, зокрема по комп'ютерній діагностиці, яка забезпечує нові інформаційні технології для обробки діагностичної інформації на ЕОМ, експертні системи технічної діагностики, які базуються на методах штучного інтелекту.

Суть стану питання з інформаційно-вимірювальними системами вібродіагностики характеризується наступними особливостями, які обмежують їхні можливості: недостатній розвиток комплексного підходу в дослідженні технічної діагностики; відсутність методів оцінки технічного стану механічних вузлів, альтернативних вібродіагностиці; відсутність розвинутих методів самодіагностування інформаційно-вимірювальних систем вібродіагностики; відсутність розвинутих методів прийняття рішень про технічний стан вузлів в нечітко визначених умовах.

Тому розвиток нових підходів до синтезу оптимальних структур інформаційно-вимірювальних систем діагностики є важливою комплексною науковою та народногосподарською задачею, що обумовила тему цієї дисертаційної роботи.

Вона складається з наступних компонентів:

1. Розробка моделей об'єкту, що діагностується, і перетворення вимірювальних сигналів в інформаційних системах контролю та діагностики (ІСКД), які базуються на різних підходах.

2. Находження і обґрунтування оптимальних, найбільш інформативних діагностичних ознак (ДО) в вібродіагностиці металоріжучого обладнання.

716 Е. Д. Скрипник
29.11.2002

3. Розвиток нових підходів в технічній діагностиці, що базуються на методі аналізу рельєфу деталі, виготовленій на діагностуємому верстаті; методи спряжених параметрів для самотестування інформаційних систем контролю та діагностики; методи штучного інтелекту (ШІ) для розпізнавання виду дефекту при діагностуванні в нечітких умовах.

4. Розробка нового алгоритмічного забезпечення ІСКД, функціонуючих з використанням нових підходів до діагностики механічних вузлів.

5. Синтез структур комп'ютеризованих ІСКД з різноманітними ступенями інтелектуальності.

Метою роботи є побудова широкофункціональних інформаційних систем, які підвищують якість оперативної оцінки технічного стану механічних вузлів технологічного, зокрема верстатного обладнання.

Об'єктом дослідження являються ІСКД механічних вузлів технологічного, зокрема металоріжучого верстатного обладнання.

Основна ідея роботи полягає в удосконаленні традиційної вібродіагностики шляхом застосування методу аналізу рельєфа поверхні обробленої деталі, методу спряжених параметрів та математичного апарату теорії нечітких множин, що підвищує оперативність та інформаційність технічного стану обладнання в нечітко визначених умовах.

Теоретична цінність, практичне значення та новизна досліджень.

Теоретична цінність та новизна роботи заключається в комплексній розробці та дослідженні: математичних моделей перетворення інформаційних сигналів в каналах ІСКД різноманітної природи; методів та алгоритмів розпізнавання образів дефектів основних механічних вузлів точильних та шліфувальних верстатів на основі аналізу рельєфу обробленої деталі; методів та алгоритмів розпізнавання дефектів в нечітких умовах на основі теорії нечітких множин.

Практичне значення заключається в тому, що складено «словник» найбільш інформативних діагностичних ознак для механічних вузлів точильних та шліфувальних верстатів, розроблено ряд модульних структур ІСКД з широкими функціональними можливостями залежно від ступеня інтелектуальності та запропонована методика їх застосування для оперативної діагностики. ІСКД з самотестуванням підвищують ефективність і якість оцінки технічного стану механічних вузлів без їх попереднього демонтажу; ІСКД з приміненням методів штучного інтелекту дозволяють діагностування в нечітких умовах.

Наукові положення і результати, які захищаються, та особистий вклад автора в їх розробку.

Положення:

1. Закономірність впливу сукупності дестабілізуючих факторів, виникаючих при розвитку дефектів у механічних вузлах технологічного, зокрема верстатного, обладнання, полягає в композиції амплітудного та частотного впливу на вимірювальний віброакустичний сигнал.

2. Надійне знаходження дефектів механічних вузлів та прогнозування їх ресурсу в нечітко визначених умовах, особливо на початкових етапах розвитку дефектів, вимагає тонкого аналізу рельєфу поверхні виготовленої деталі та застосування методів штучного інтелекту для обробки діагностичної інформації, зокрема - теорії нечітких множин.

Результати:

1. Розроблені та досліджені математичні моделі перетворювання інформаційних сигналів в каналах ІСКД, що реалізують такі носії, як віброакустичні сигнали, профілограми рельєфу виготовленої деталі, експертні оцінки.

2. Розроблені методи та засоби формування діагностичної інформації по аналізу рельєфа поверхні деталі; методом спряжених параметрів для самодіагностики ІСКД; методом штучного інтелекту для діагностики обладнання в нечітких умовах.

3. Розроблено нове алгоритмічне забезпечення для запропонованих нових підходів в технічній діагностиці механічних вузлів.

4. Розроблені та експериментально перевірені структури макетів ІСКД з різним ступенем інтелектуальності, побудовані на основі розроблених методів.

Декларація особистого внеску дисертанта в розробку наукових результатів, що виносяться на захист.

Автором самостійно розроблені: моделі вимірювальних каналів ІСКД з різними носіями інформації, альтернативний віброакустичному метод аналізу рельєфа поверхні виготовленої деталі з метою нерозбірної діагностики; розвинуті методи штучного інтелекту з метою діагностики обладнання у нечітких умовах; нове алгоритмічне забезпечення ІСКД з різноманітними принципами функціонування.

Дисертантом у співавторстві розвинуті методи спряжених параметрів для самодіагностики з метою підвищення якості діагностичної інформації; розроблено ряд

ІСКД з різноманітним рівнем інтелектуальності; проведені лабораторні та промислові іспити ІСКД на Балтійській електростанції.

Методологія та методи досліджень.

При вирішенні поставлених в роботі задач були застосовані: методи теорії імовірності та математичної статистики; теорія інформації, зокрема теорія знаходження, розрізнення сигналів і розпізнавання образів; теорія коливань ріжучого інструменту та оброблюваної деталі; теорія нечітких множин та нечітких інтегралів.

Рівень реалізації, впровадження наукових розробок.

Результати досліджень і розробок автора дисертації були використані при проектуванні ІСКД III рівня інтелектуальності в АТЗТ «КАТРИС» з послідовними іспитами макету в умовах механічного цеху Балтійської електростанції, а також при виготовленні макетів ІСКД I та II рівнів інтелектуальності в МП «Фотонприлад». Системи рекомендовані для послідовного тиражування.

Апробація, публікація, структура та обсяг дисертації.

Апробація. Основний зміст і результати роботи доповідались на науково-технічних конференціях: «Проблеми автоматизації технологічних процесів» (м. Волгоград 1990 р.), «Сучасні проблеми машинобудування і технічний прогрес» (м. Севастополь, 1996 р.) «Гідромеханіка в інженерній практиці» (м. Київ, 1996 р.), на технічних радах ЛДПЗ та Балтійської електростанції, на розширених засіданнях кафедр ДДТУ (м. Донецьк, 1995 р. -1996 р., 1997 р.)

Публікації. Основний зміст дисертації опублікований в 12 друкованих працях, в тому числі у трьох авторських свідоцтвах.

Структура та обсяг дисертації.

Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, основних висновків по роботі, 5 додатків та переліку використаної літератури.

Обсяг роботи складає 153 сторінки основного тексту, 44 рисунка, 4 таблиці, перелік літератури складає 109 найменувань.

Основний зміст роботи.

У вступі обґрунтована актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовані мета та задачі досліджень, визначена наукова новизна та практична цінність роботи, а також наведені відомості про апробацію наслідків досліджень і структури роботи.

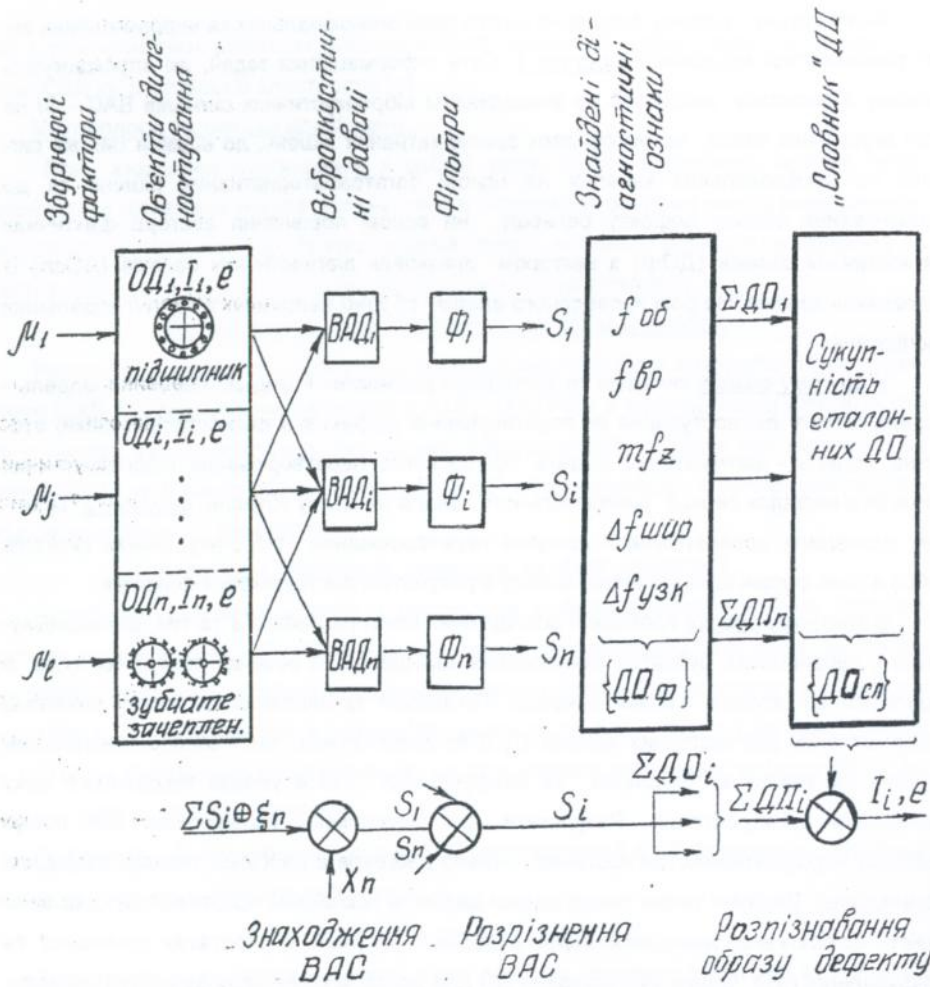
У першому розділі розглянуто стан наукових розробок як в області методів, так і приладів технічної діагностики основних механічних вузлів технологічного обладнання, зокрема верстатів.

Аналіз стану показав існування цілого ряду вимірювальних та інформаційних задач різноманітної складності, рисунк 1. Суть інформаційних задач, які апроксимують технічну діагностику, зводиться до знаходження віброакустичних сигналів ВАС - S_i на фоні акустичних завад на основі двох альтернативних рішень, до відміни цих же сигналів по вимірювальних каналах на основі багатоальтернативних рішень та до розпізнавання образу дефекту рельєфу на основі порівняння вектора фактичних діагностичних ознак {ДОф} з вектором зразкових діагностичних ознак {ДОсл} із «словника» ознак. На базі проведеного аналізу обрано напрямом та задачі подальших досліджень.

У другому розділі складені та досліджені діагностичні моделі: первинна модель - модель об'єкту діагностування як перетворювача дефектів в діагностичні ознаки; вторинна модель - математична модель послідовного перетворювання віброакустичних сигналів в наслідок реакції вимірювального каналу на появу збурень, рисунк 2. Ці моделі дозволили проаналізувати процеси перетворювання вібро-акустичних сигналів (ВАС) в різні форми електричного сигналу в результаті дій збурюючих факторів.

В третьому розділі проведені дослідження наявних дефектів та тих, що наряджуються у підшипниках, зубчатих зачепленнях, шпінделях та робочих поверхнях зубів в результаті дії збурень різної природи. Проведені дослідження по вияву найбільш інформативних діагностичних ознак (ДО) як аналітичним, так і експериментальним шляхом на верстатах точильної та шліфувальної груп в умовах механічного цеху Балтійської електростанції. Результати цих досліджень підтвердили, що пошук найбільш інформативних діагностичних ознак дефектів є найбільш тяжкою операцією формалізації. Виділені також типові ознаки дефектів і складено «словник», що дає можливість оперативно знаходити місця аварійних ситуацій в верстатах точильної та шліфувальної груп. Однак застосування ДО для розпізнавання виду дефекту і складення прогнозу ресурсу дефектного вузла є важкою справою із-за відносного суб'єктивізму теоретичних та експериментальних досліджень різних вчених, неповноти та нечіткості діагностичної інформації. Це потребує подальшого розвитку нових підходів до отримання оцінок технічної діагностики, як, наприклад, методів штучного інтелекту.

У четвертому розділі розглянуто інструмент досліджень - математичні методи для обробки носіїв інформації з метою діагностування. Дослідження показали, що широка різноманітність методів віброакустичної діагностики свідчить про труднощі виділення із ВАС інформації про стан контрольованого вузла на фоні високого рівня завад і відносно малих змін корисного сигналу. Найбільш розповсюдженими методами являються ко-



2 ^x альтернативне рішення $\Gamma_1 S_0 \otimes \xi_n > X_n \sim "1"$ $\Gamma_2 \sum \xi_i < X_n \sim "0"$	Багатоальтернативне рішення $\Gamma_1 S_i \otimes \sum S_{n-1}$ $\Gamma_i S_i \otimes \sum S_{n-1}$ $\Gamma_n S_n \otimes \sum S_{n-1}$	Порівняння фактичних та еталонних ДД $I_i e$ $\{ДФ\} \approx \{ДФ_{сл}\}$
---	--	---

Рисунок 1 – Технічні та інформаційні завдання вібродіагностики

P_1 - оператор перетворення виникаючого дефекту (механічних коливань) у віброакустичний сигнал (ВАС) та впливу середовища позповсюдження:

$$I, e \rightarrow D(I, U, t_\Sigma) \rightarrow F(f, A, \varphi)_{\substack{j(s) \\ m(s)}}$$

$$F(f, A, \varphi) = F[f_{об} \pm q(s)f_{звп}(L, L_1), A(s), \varphi(s)];$$

$$F' = FK(L, L_1, L_g) + \sum_{K=1}^n \xi_{виобр} K$$

P_2 - оператор перетворення ВАС в електричний сигнал:

$$F(f, A, \varphi) \rightarrow U = \Gamma_\delta(F(f, A, \varphi)); \Gamma_\delta - \text{характеристика давача}$$

P_3 - оператор погодження віброакустичного давача з АЦП:

$$U(t_j) \rightarrow U_H(t_j) = aU + a \sum \xi_{yi}$$

P_4 - оператор погодження віброакустичного давача з АЦП:

$$U_H(t_j) \rightarrow U_j^* = KU(t_i) = E \left[\frac{1}{\Delta_{kU} T} \int U(t') \delta(t' - t_j) dt' \right] \frac{\Delta_{kU}}{U_1} = [U(t_j)] \Delta_{kU}$$

P_5 - оператор обробки числового сигналу та перетворення його у діагностичні ознаки за відповідними алгоритмами:

$$U_j^* \rightarrow F_j^* = \left[F \left[\frac{[a\Gamma_\delta(F_j)]_{\Delta_{kU}}}{[a]_{\Delta_{k_a}}} \right]_{\Delta_{kU}} \right]_{\Delta_{k_\varphi}} ; \quad \Lambda^* = \left[\Lambda \left[\frac{F^*}{[\tau]_{\Delta_{k_\tau}}} \right]_{\Delta_{k_F}} \right]_{\Delta_{k_\Lambda}} ;$$

P_6 - оператор перетворення діагностичних ознак у підсумкову діагностичну інформацію:

$$[D \Pi \Phi] \approx [D \Pi_{cn}]$$

Рисунок 2 - Математична модель вимірювального сигналу в каналі

реляційно-спектральні з їх різновидностями та «копцепція відхилення». Арсенал існуючих математичних методів доповнено розробками автора по аналізу рельєфу поверхні деталі, розвитку спряжених параметрів для підвищення якості функціонування ІСКД та обробці діагностичної інформації методами штучного інтелекту.

Суть розвинутого автором альтернативного способу зводиться до вимірювання параметрів рельєфу обробленої деталі, до знаходження спектральної щільності обгинаючої профіль, порівняння її зі значеннями, відповідаючими типовим несправностям.

Таким чином формуються відомості про технічний стан верстатів точильної групи без застосування ВАС, які використовуються в традиційних віброакустичних системах діагностики. Розроблений метод, який захищений трьома авторськими свідоцтвами, ілюструється рисунком 3.

Математичний апарат, залучений до аналізу розділення складаючих коливань обробленої деталі, є моделлю перетворювання діагностичної інформації, яка використовується як основний спряжений параметр для самотестування віброакустичної ІСКД.

Суть самотестування зводиться до того, що вимірювальну систему тестують сигналами - спряженими параметрами, які являються моделями вимірювального сигналу на різних етапах його перетворювання в вимірювальному каналі системи. В нашому випадку основним параметром є профілограми обробленої деталі, а додатковими - віброакустичні сигнали F_m , які генеруються спеціальним вібратором В. Вони моделюють ВАС - F , які генеруються об'єктом діагностики F_m , та тестують весь вимірювальний канал, в тому числі і віброакустичний давач (ВАД). Аналоговий електричний сигнал U_m , який формується генератором тестових сигналів, тестує ВАД та АЦП. Числовий тестовий сигнал U^*_{jm} тестує базовий мікропроцесор, а також алгоритмічні і програмні засоби. Вказані параметри періодично вводяться в основний вимірювальний канал без його демонтажу з місця установки, що забезпечує самодіагностику ІСКД. Застосування такого способу самодіагностики скорочує повірочні та ремонтно - відновлюючі роботи ІСКД і відповідно підвищує якість вимірювальної інформації із-за своєчасного виявлення відхилень в роботі ІСКД.

Складність брати до уваги всі фактори, які породжують віброактивність в об'єктах діагностики, широка різноманітність експертних оцінок, діагностичних ознак, суб'єктивізм експериментаторів, різновидності методів та інструментальної бази свідчать про велику ступінь невизначеності результатів вібродіагностики тривіальними методами. Тому з метою діагностики в умовах невизначеності результатів досліджень автором застосовані математичний та алгоритмічний апарати нечітких

множин та розроблена структура системи, яка дозволяє приймати рішення про вид дефектів, ступені їх розвитку в нечітких умовах, рисунком 4.

Вона складається з 4-х підсистем, що реалізують алгоритм визначення образу дефекту, рисунком 5.

У п'ятому розділі приведені результати синтезу оптимальних модульних структур ІСКД, призначених для рішення діагностичних задач різної складності; проведена класифікація систем діагностики по рівню їх інтелектуальності.

За основу змістовного визначення поняття інтелектуальності системи застосовується положення, яке пов'язує рівень інтелекту з можливостями використання апріорної та поточної вимірювальної інформації для синтезу і виконання алгоритмів контролю. Розроблені структури, рисунком 5,6, систем діагностики, працюючих на різних принципах, які виконують обробку прийнятого сигналу, оперують великою кількістю характеристик та змістом великих баз даних. При цьому вихідний сигнал є більш інформативним порівняно зі звичайними вимірювальними системами. Основні структури ІСКД пройшли перевірку в умовах механічного цеху Балтійської електростанції та показали надійну працездатність при розширених функціях.

В додатках приведені акти впровадження результатів дисертаційної роботи та деякі результати обробки експериментальних даних.

Основні результати роботи та висновки

Дослідження аспектів технічної діагностики з точки зору комплексного, системного підходу дозволило провести теоретичне узагальнення досягнень в області діагностування механічних вузлів, а також сформулювати та вирішити сукупність задач, які дозволили здійснити розробку та впровадження сучасних методів, алгоритмів та засобів, володіючих розширеними функціональними можливостями.

По результатам досліджень одержані наступні висновки.

1. Побудовані математичні моделі перетворення вимірювальних сигналів різної фізичної природи в каналах віброакустичних ІСКД, ІСКД на основі аналізу рельєфу поверхні обробленої деталі; ІСКД на основі методів штучного інтелекту з використанням діагностичних ознак та експертних оцінок. Підтверджена адекватність цих моделей процесам перетворення інформаційних сигналів шляхом аналітичних та експериментальних досліджень. Із результатів досліджень випливає, що підвищення ефективності діагностування дефектів механічних вузлів залежить від ступеня залучення інформаційних підходів до знаходження, розрізнення та відтворення сигналів, які несуть інформацію про дефекти, від ступеня залучення аналізу рельєфу поверхні деталі та ме-

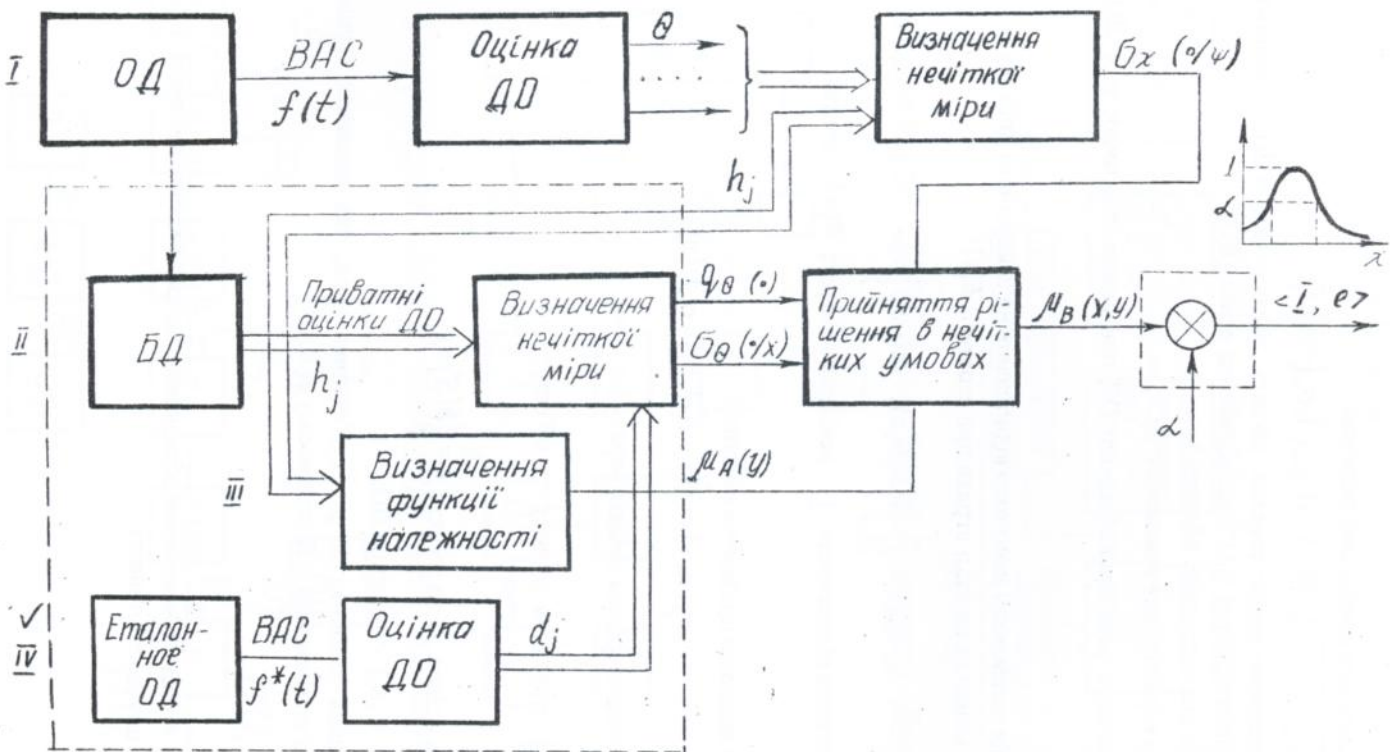


Рисунок 4—Структура ЕСКД на основі методів штучного інтелекту.

1. Вихідні данні для приймання рішення:

$$\langle \Theta, X, A, g_{\Theta}(\cdot), \sigma_x(\cdot | \mathcal{G}), I \rangle,$$

де Θ - множина характеристик об'єкту діагностики (ОД), у даному випадку - характеристик ВАС, діагностичних ознак (ДО);

X - множина діагностуємих об'єктів;

g_{Θ} - нечітка міра ступеня важливості ДОі;

$\sigma_x(\cdot | \mathcal{G})$ - нечітка міра привабливості ОД при оцінці їх с точки зору ДОі

$\mathcal{G} \in \Theta$.

2. I - функція належності нечіткого відношення на декартовом добутку $\Theta \times Y$, що визначає нечітки втрати при стратегії $B(x)$:

$$\langle I \rangle_B = \int_{\Theta} \left[\int_X I(\mathcal{G} | B(x)) \circ \sigma_x(\cdot | \mathcal{G}) \right] \circ g_{\Theta}$$

де \circ - композиція відношення; \int - нечіткий інтеграл; $B(x)$ - нечітка стратегія.

3. Рішення завдання прийняття рішення:

$$\mu_{B^0}(x, y) = \int_{\Theta} (1 - I(\mathcal{G}, y)) \circ \sigma_{\Theta}(\cdot | x),$$

де $\sigma_{\Theta}(\cdot | x)$ - апостеріорна нечітка міра.

4. $h_j \rightarrow [0,1]$ - приватна оцінка j - го об'єкту.

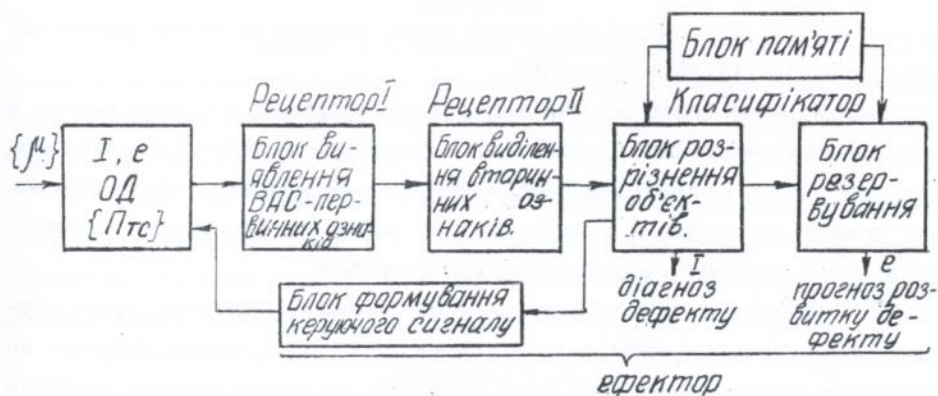
5. Загальна оцінка j - го об'єкту $e = \int_K h(S) \circ g$,

де $K = \{S_1, \dots, S_n\}$ - множина ДО;

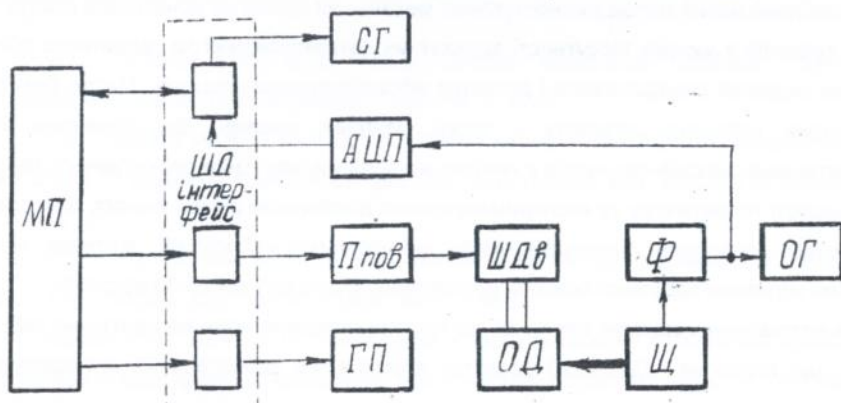
$h(S)$ - оцінка елементу S , g - суб'єктивна міра, яка визначає ступінь важливості підмножини із K (при цьому $g(K)=1$).

Рисунок 5 - Алгоритм визначення образу виникаючого дефекту на основі штучного інтелекту.

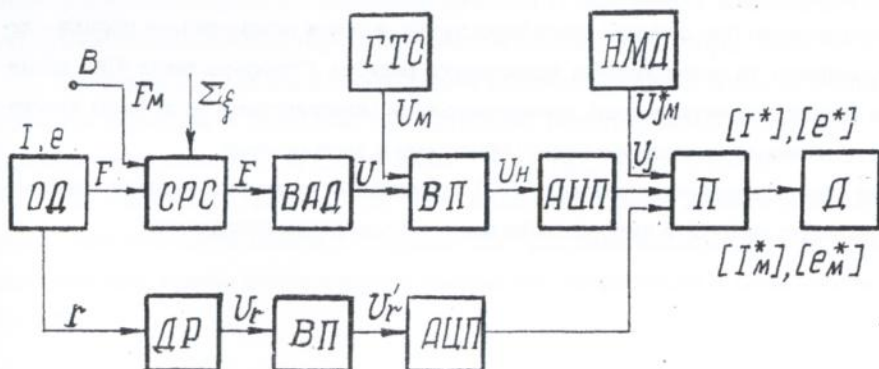
Загальна структура ІСКД



Структура ІСКД для обробки рельєфу деталі



Структура ІСКД для спряжених параметрів



Риснок 6 - Структури ІСКД

тодів теорії нечітких множин. Використання моделей дозволило оцінити ступінь впливу збурюючих факторів на віброакустичні процеси, розробити способи їх компенсації та виділити найбільш інформативні діагностичні ознаки у вигляді «словника» ознак для верстатів точильної та шліфувальної груп.

2. Розроблено новий спосіб обробки діагностичної інформації, суть якого полягає в аналізі рельєфу поверхні деталі, обробленої на діагностуємому верстаті, а на цій основі - метод діагностики, альтернативний віброакустичному. Сумісне використання обох методів технічної діагностики в розроблених ІСКД підвищило ефективність та оперативність оцінки технічного стану механічних вузлів верстатів.

3. В роботі одержано подальший розвиток методу спряжених параметрів, якими являються використані оцінки рельєфу виготовленої деталі. Суть методу зводиться до періодичного самотестування ІСКД без її демонтажу, що значно підвищує надійність розпізнавання дефекту та зменшує вірогідність відмови від розпізнавання.

4. Розроблено новий метод діагностування механічних вузлів на початкових етапах розвитку дефектів в умовах відсутності адекватних детермінованих та теоретично обґрунтованих моделей зароджування і розвитку віброакустичних процесів. Метод базується на розділі штучного інтелекту - теорії нечітких множин. Він дозволив вести діагностування механічних вузлів в нечітко заданих умовах із-за суб'єктивного характеру більшості теоретичних та експериментальних досліджень різних вчених. Застосування методу дозволило підвищити якість діагностичної інформації, зокрема звузити діапазон коливань загальної похибки розпізнавання дефекту на 20-30 відсотків.

5. Для розроблених методів технічної діагностики створене нове алгоритмічне забезпечення, що дозволяє подальший розвиток програмного забезпечення функціонування ІСКД.

6. На основі проведених комплексних досліджень побудовано ряд структур модульних комп'ютеризованих ІСКД, виконуючих операції знаходження та розрізнення сигналів, що несуть інформацію про дефекти механічних вузлів, а також розпізнавання образів - характеру дефекту та прогнозування залишкового ресурсу. Структура таких ІСКД визначається рівнем інтелектуальності, функціональними можливостями та об'ємом виникаючих технічних вимірювальних задач і областями їх застосування.

7. Аналіз функціонування розроблених ІСКД, побудованих на запропонованих нових методах, дозволив визначити джерела ефективності проведених досліджень.

Перелік праць, в яких містяться головні наукові результати
дисертації

1. Уваров С.В., Сагайда П.И. К вопросу о применении методов искусственного интеллекта к диагностике механических узлов // Новые экономические отношения и кадровое обеспечение производства: материалы докладов межвуз. научно-техн. конф. - Краматорск, ДГМА, 1996. - с. 135-137.

2. Уваров С.В., Сагайда П.И., Сагайда И.М. Математическая модель преобразований виброакустических сигналов в измерительном канале диагностической системы // Новые экономические отношения и кадровое обеспечение производства: материалы докладов межвуз. научно-техн. конф. - Краматорск, ДГМА, 1996. - с. 137-139.

3. Уваров С.В., Сагайда П.И., Сагайда И.М. О некоторых новых подходах в технической диагностике // Современная контрольно-измерительная техника промышленных изделий и их сертификация (СКИТ-97): материалы научно-практич. конф. - Мукачево, 1997. - с.71-73.

4. А.С. 1538027 МКИ G 01 13/20. Способ измерения профиля детали / С.В.Уваров, В.П. Зелик, Ю.Н. Рузанов. - Бюл. № 3, 1990.

5. А.С. 1698618 МКИ. G 01.13 5/20. Способ измерения профиля боковых поверхностей следа от резца на поверхности детали / С.В.Уваров, В.П. Зелик, Г.В.Воронов. - Бюл. № 46, 1991.

6. А.С. 1792820 МКИ G 01 13 5/20. Способ диагностики технического состояния станков / С.В. Уваров, В.П. Зелик. - Бюл. № 51, 1993.

7. Уваров С.В., Зелик В.П. Разделение и идентификация источников колебаний, возникающих в зоне формообразования при токарной обработке. Деп. в УкрНИИНТИ 15.12.89 г. № 2932-Ук 89.

8. Уваров С.В., Зелик В.П. Разделение и идентификация источников колебаний в зоне формообразования // Повышение качества и надежности машиностроительной продукции: тезисы доклада научно-технической конференции. - Луцк, 1989. - с. 27.

9. Уваров С.В., Зелик В.П. Измерение профиля детали в следе от резца после токарной обработки // Проблемы автоматизации технологических процессов: тезисы доклада научно-технической конференции. - Волгоград, 1990. - с. 75-78.

10. Уваров С.В., Сагайда П.И. Математическая модель объекта диагностирования и измерительного канала // Современные проблемы машиностроения и технический прогресс: тезисы доклада научно-технической конференции. - Севастополь, 1996. - с. 238.

11. Уваров С.В., Сагайда И.М. Информационно-измерительная система диагностики технологического оборудования // Современные проблемы машиностроения и технический прогресс: тезисы доклада научно-технической конференции. - Севастополь, 1996. - с. 237.

12. Уваров С.В. Сагайда И.М. Математические методы и моделирование роторных механизмов при диагностировании их технического состояния // Гидравлика в инженерной практике: тезисы доклада. - Киев, 1996. - с. 3.

Особистий внесок автора в наукові роботи, опубліковані в співробітництві: розробка моделей перетворення інформаційних сигналів (2, 10, 12), розробка методу діагностики по профілю виготовленої деталі (4, 5, 6, 7, 8), розвиток методів штучного інтелекту для діагностики обладнання в нечітко визначених умовах (1, 3), розробка алгоритмів функціонування ІСКД (1), побудова структур ІСКД з різними ступенями інтелектуальності для розширення їх функціональних можливостей (3, 12).

Аннотация

Уваров С.В. Информационная система контроля диагностики технического состояния механических узлов технологического оборудования.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.16 - Информационно-измерительные системы. Донецкий государственный технический университет, Донецк, 1997 г.

Защищается 12 научных работ, которые содержат теоретические и экспериментальные исследования способов и средств технической диагностики (ИСКД) механических узлов. Наряду с дальнейшим развитием виброакустической диагностики впервые разработаны новые подходы для повышения качества диагностической информации за счет анализа рельефа поверхности детали, самотестирования ИСКД, и методов для оценки технического состояния узлов в нечетко заданных условиях.

Проведены экспериментальные исследования, разработаны информационные системы контроля и диагностики с различными уровнями интеллекта.

Ключові слова: інформаційно-вимірювальна система, технічна діагностика, механічні вузли, профіль деталі, спряжені параметри, ступінь інтелекту, штучний інтелект.

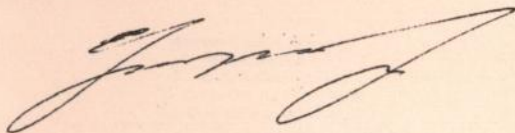
Annotation

Uvarov S.V. Informative-controlling system of technical state diagnostics of mechanical units of technological equipment.

Thesis for a degree of candidate of technical science in speciality 05.11.16 - Informative-measuring systems. Donetsk State Technical University, Donetsk, 1997.

12 scientific works, containing theoretical and experimental researches of ways and means ICSD of mechanical units technical diagnostics, are defended. Together with the further development of vibro-acoustic diagnostics for the first time new approaches to the diagnostics were worked out with the purpose of quality improving of diagnostic information both with the help of self - testing of ICSD and formative - controlling methods for the estimation of units technical state in uncertain condition.

All worked out Informative - controlling systems with different levels of intellectuality were tested experimentally.



АВ 38.178

*Отпечатано на ризографе
ООО «ИНФО»*

Подп. в печать 26.05.97

Усл. печ. л. 1,5 Уч.-изд. л. 2,3

Тираж 100 экз. Заказ № 412

340000, г. Донецк, ул. Артёма, 58, 113