

Министерство образования и науки Украины

Украинский государственный университет железнодорожного транспорта

На правах рукописи

**ЕНИКЕЕВ АЛЕКСАНДР ФАНИЛОВИЧ**

УДК 681.518.3: 621.923.4

**ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ  
СИСТЕМ ПОКООРДИНАТНОГО ЗАДАНИЯ ПАРАМЕТРОВ  
АЛМАЗНОГО ШЛИФОВАНИЯ**

05.13.05 – компьютерные системы и компоненты

Диссертация на соискание ученой степени  
доктора технических наук

Научный консультант  
Щербак Леонид Николаевич  
доктор технических наук, профессор

Харьков – 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	Стр. 5
ВВЕДЕНИЕ	7
РАЗДЕЛ 1 АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ АЛМАЗНОГО ШЛИФОВАНИЯ	16
1.1 Принципы и методы построения известных архитектур информационно-измерительных систем	17
1.2 Методы сбора и обработки экспериментальных данных	31
1.3 Информационное обеспечение технологического процесса алмазного шлифования	42
1.4 Методы и аппаратные средства измерений девиаций	54
1.5 Постановка научно-прикладной проблемы и перечень задач для ее решения	59
РАЗДЕЛ 2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	62
2.1 Концепция программных движений аппаратных средств по достижению поставленной цели	63
2.2 Разработка на основе принципа децентрализации архитектуры информационно-измерительной системы	81
2.3 Методы структурных преобразований компонент	93
2.4 Методы построения аппаратных средств в условиях действия случайных помех	105
2.5 Выводы	114
РАЗДЕЛ 3 МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ КОМПОНЕНТ И АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ОБРАБОТКИ СИГНАЛА СКОРОСТИ	116
3.1 Анализ помех информационно-измерительной системы	116
3.2 Метод повышения точности аппаратных средств на основе	

прогнозирования выходного сигнала	128
	Стр.
3.3 Разработка математической модели для исполнительного механизма скорости вращения шлифовального круга	138
3.4 Аппаратные средства для обработки сигнала скорости вращения шлифовального круга	147
3.5 Выводы	165
РАЗДЕЛ 4 СТРУКТУРНО-АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ КАНАЛОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ ПОДАЧ КРУГА	167
4.1 Разработка математической модели канала для обработки сигнала поперечной подачи шлифовального круга	168
4.2 Разработка аппаратных средств на основе эталонной модели канала	179
4.3 Разработка аппаратных средств обработки сигнала продольной подачи круга на основе эталонной модели	192
4.4 Разработка критерия для косвенного оценивания амплитуды микронеровностей и алгоритмов по координатного задания подачи	202
4.5 Выводы	214
РАЗДЕЛ 5 АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛА ДЕВИАЦИЙ	216
5.1 Разработка и анализ математической модели процесса алмазного шлифования	217
5.2 Идентификация параметров математической модели на основе экспериментальных данных	230
5.3 Анализ погрешностей первичного преобразователя и разработка метода для измерений девиаций	239
5.4 Разработка устройства обработки сигнала мгновенной скорости на основе эталонной модели аппаратных средств	251
5.5 Выводы	262

	Стр.
РАЗДЕЛ 6 АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ПРОГРАММНОГО ЗАДАНИЯ ПАРАМЕТРОВ АЛМАЗНО-ИСКРОВОГО ШЛИФОВАНИЯ	265
6.1 Разработка измерительного преобразователя мощности и анализ его метрологических характеристик	266
6.2 Разработка математической модели процесса алмазно- искрового шлифования	276
6.3 Устройства цифрового задания скважности сигналов и анализ метрологических характеристик аппаратных средств	290
6.4 Анализ эффективности аппаратных средств информационно- измерительной системы	305
6.5 Выводы	312
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	314
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	317
ПРИЛОЖЕНИЯ	341
Приложение А Акты внедрения результатов работы	342
Приложение Б Расчеты экономических эффектов от внедрения результатов работы	351
Приложение В Результаты экспериментальных исследований	368
Приложение Г Фотографии информационно-измерительной системы	373

## ВВЕДЕНИЕ

Информационно-измерительные системы нашли применение в машиностроительном производстве Украины при внедрении современных информационных и энергосберегающих технологий для повышения экономической эффективности технологических процессов, в частности, алмазного шлифования. Применение известных аппаратных средств имеет цель сократить время обработки детали и получить заданную шероховатость ее обработанной поверхности. Вопросам разработки методов построения информационно-измерительных систем, реализации аппаратного и программного обеспечения для решения задач оптимизации параметров алмазного шлифования посвящены труды таких известных ученых: Жалперович Е.А., Железнов Е.С., Михелькевич В.И., Невельсон М.С., Подураев В.Н., Щукин Б.Д. и др.

**Актуальность темы.** Одномерные информационно-измерительные системы реализуют традиционные технологии автоматизации процесса алмазного шлифования. Их программное обеспечение решает задачи задания оптимальных технологических параметров, которые хранит банк данных в виде программы обработки партии деталей. При этом не используется информация о текущем качестве обрабатываемой поверхности детали, поскольку получить этот сигнал путем прямых измерений нельзя в силу отсутствия нужных первичных преобразователей. Это обстоятельство делает неэффективным использование известных информационно-измерительных систем.

Программные движения по сокращению времени обработки детали и обеспечению требуемого «качества» чистоты поверхности в условиях неполной информации и действия помех принципиально возможно организовать на основе применения многомерной многоступенчатой

информационно-измерительной системы. Трудности ее разработки обусловлены отсутствием: концепции программных движений по достижению поставленной цели, теоретических основ и методологии построения аппаратных средств на основе обработки информации косвенных измерений.

Производственная среда процесса алмазного шлифования характеризуется повышенным уровнем помех. Информационно-измерительная система отличается широкой номенклатурой входных сигналов, физической природой каналов передачи данных, погрешностями измерений и преобразования информации. Развитие теории погрешности с использованием математических моделей помех в виде случайных процессов позволит повысить точность измерительных преобразователей входных сигналов и построить эффективные аппаратные средства. Отсутствие первичных преобразователей для контроля шероховатости обрабатываемой поверхности детали компенсируем разработкой косвенного метода измерений прогнозируемых микронеровностей и на его основе эффективного критерия оценивания. При разработке архитектуры информационно-измерительной системы целесообразно использовать принцип распараллеливания процессов обработки сигналов, что позволит повысить производительность ее аппаратных средств.

Для формирования программных движений по достижению поставленной цели шлифовальный станок использует двигатели постоянного и переменного тока средней мощности. В целях обеспечения безопасности обслуживающего персонала аппаратные средства информационно-измерительной системы, которые реализуют программные движения станка, должны размещаться рядом с двигателями. Зубчатые передачи шлифовальных станков характеризуются наличием кинематической погрешности изготовления и люфтами соединений. Эти особенности процесса алмазного шлифования обуславливают неудовлетворительную точность программного задания аппаратными

средствами известных информационно-измерительных систем его параметров. Разработка измерительных преобразователей с компенсацией погрешностей изготовления датчиков и зубчатых передач позволит повысить точность входной информации. Применение принципа децентрализации при построении структуры информационно-измерительной системы обеспечит требуемую надежность и помехозащищенность аппаратных средств обработки входной информации.

Таким образом, *научно-прикладная проблема* работы формулируется так: создание теоретических основ для построения эффективных аппаратных средств информационно-измерительной системы по координатному программному заданию параметров алмазного шлифования в условиях неполной информации и действия помех.

#### **Связь работы с научными программами, планами, темами.**

Научные исследования и разработки диссертационной работы связаны с выполнением соискателем государственных научно-исследовательских работ: НИР № Г 06-96 «Разработка теории системного анализа технологичных систем со сложной динамической структурой» (номер государственной регистрации 0198U004244); НИР № Г 06-2000 «Разработка теории компьютерного управления процессом механообработки на тяжелых станках с ЧПУ с использованием оперативных систем, моделирования и оптимизации» (номер государственной регистрации 0198U004287), указанные темы входят в план научно-исследовательских работ Донбасской государственной машиностроительной академии, который утвержден Министерством просвещения и науки Украины; НИР КН 2219 «Научные основы технологии алмазно-искрового шлифования, математическое моделирование, проблемы износа инструмента и качества обработанной поверхности», которая входит в план научно-исследовательских работ Национального технического университета «ХПИ» и утверждена приказом

Минвуза Украины №166 от 05.06.2000г.; НИР № 78411 «Исследование и разработка систем автоматического регулирования для преобразователя собственных потребностей тепловоза» (номер государственной регистрации 0197U003552), которая выполнялась Украинской государственной академией железнодорожного транспорта; Госбюджетной темы Г 04-99 «Исследование и разработка методов идентификации параметров технического состояния объектов автоматизации», которая выполнялась Донбасской государственной машиностроительной академией и утверждена Министерством просвещения и науки Украины. Соискатель участвовал в качестве исполнителя.

**Цель и задачи исследования.** Целью диссертационного исследования является повышение эффективности аппаратных средств информационно-измерительной системы по координатному программному заданию параметров алмазного шлифования в условиях неполной информации и действия помех путем разработки методологических основ построения.

Достижение поставленной цели обеспечивается в работе решением таких задач:

- анализ методов построения информационно-измерительных систем и известных аппаратных средств автоматизации алмазного шлифования;
- анализ информационного обеспечения процесса алмазного шлифования и разработка методов для косвенных измерений шероховатости поверхности детали и режущей способности круга;
- разработка концепции программных движений информационно-измерительной системы по сокращению времени обработки поверхности детали и обеспечению требуемого «качества» чистоты;
- построение на основе принципа децентрализации структурной схемы информационно-измерительной системы;



- моделирование помех аппаратных средств и разработка эффективной методики суммирования их случайных составляющих;
- анализ метрологических характеристик аппаратных средств и разработка методов для повышения их точности;
- разработка математических моделей технологических процессов алмазного и алмазно-искрового шлифования;
- математическое моделирование аппаратных средств с учетом факторов неопределенности, которые обусловлены действием помех и погрешностями измерений входных сигналов;
- разработка метода для структурных преобразований компонент;
- построение устройств обработки сигналов;
- реализация программно-технического комплекса, натурные испытания и промышленное внедрение.

*Объект исследования* – процесс построения информационно-измерительной системы по координатному заданию параметров алмазного шлифования в условиях неполной информации и действия помех.

*Предмет исследования* – модели, методы, алгоритмическое и программное обеспечение, структуры информационно-измерительной системы и ее компонент.

**Методы исследований.** Для разработки концепции программных движений по достижению поставленной цели и методологии построения информационно-измерительной системы применялись методы системного анализа, теории автоматического управления и интеллектуального управления в условиях неполной информации. В основу разработки аппаратных средств положены методы сбора, обработки, кодирования и декодирования информации. Для анализа помех применялись методы теории вероятностей, математической статистики и теории случайных процессов. При анализе метрологических характеристик компонент использовались методы теории погрешностей, в частности, информационный подход. Оценивание эффективности аппаратных средств

выполнялось методами компьютерного моделирования.

**Научная новизна** полученных результатов заключается в развитии теории построения эффективных аппаратных средств информационно-измерительной системы по координатного программного задания параметров алмазного шлифования на основе косвенных измерений микронеровностей поверхности детали, амплитуда которых прогнозируется, и режущей способности круга.

1. Впервые предложена и научно обоснована концепция программных движений аппаратных средств трехмерной трехступенчатой информационно-измерительной системы по сокращению времени обработки детали и обеспечению прогнозируемых микронеровностей, отличительной особенностью которой является применение сигнала девиаций при оценивании текущей шероховатости и сигнала мощности при оценивании режущей способности инструмента, а также координатных заданий оптимальных параметров алмазного шлифования.

2. Впервые разработаны теоретические основы для построения устройств обработки сигналов с использованием квадратичного критерия качества и эталонных математических моделей аппаратных средств с известным запаздыванием в условиях действия помех в виде линейного и гармонического линейного случайных процессов, что позволило повысить эффективность их применения.

3. Впервые предложен критерий для косвенного оценивания поточной шероховатости, отличительной особенностью которого является применение сигнала девиаций скорости вращения шлифовального круга. Построены аппаратные средства для его реализации, установлены информационные связи между ступенями информационно-измерительной системы, на основе принципа управления по отклонению и метода допускового контроля разработано алгоритмическое обеспечение, что позволило на 20% сократить время обработки детали и получить прогнозируемую амплитуду микронеровностей.

4. Получили дальнейшее развитие методы математического моделирования и структурных преобразований компонент, представления помех в виде линейного и гармонического линейного случайных процессов, суммирования случайных составляющих помехи при оценивании погрешности и надежности аппаратных средств, а также повышения точности каналов обработки информации на основе прогнозирования и минимизации дисперсии выходного сигнала.

5. Усовершенствована математическая модель процесса алмазного шлифования, которая отличается от известных двухканальным построением. Входными сигналами модели являются поперечная и продольная подачи шлифовального круга, последующее ортогональное суммирование обеспечивает получение выходного сигнала в виде девиаций, в результате анализа которого сформулированы требования по точности для информационно-измерительного преобразователя аппаратных средств оценивания прогнозируемых микронеровностей.

6. Впервые построена математическая модель процесса алмазно-искрового шлифования, отличительной особенностью которой является применение методов теории электрических цепей. На основе ее анализа установлены и внесены в банк данных информационно-измерительной системы допуски на скважность сигнала технологического источника питания, что позволило исключить прижоги обработанной поверхности детали и получить прогнозируемые микронеровности.

7. Впервые предложен метод измерений девиаций скорости вращения шлифовального круга, отличительной особенностью которого является применение аппаратных средств компенсации кинематической погрешности первичного преобразователя, что позволило повысить точность канала оценивания амплитуды прогнозируемых микронеровностей.

### **Практическое значение полученных результатов.**

1. На основе базы данных процесса алмазного шлифования, современных информационных технологий и аппаратных средств создана

трехступенчатая трехмерная информационно-измерительная система, реализация которой позволила на 20% повысить производительность станка и, соответственно, снизить расход электрической энергии, а также получить прогнозируемые микронеровности обработанной детали.

2. Разработаны методики: оценивания и обеспечения режущих свойств алмазного инструмента; сбора, обработки, кодирования и декодирования информации; компенсации кинематической погрешности; структурного преобразования компонент и анализа их эффективности; идентификации параметров математических моделей процессов алмазного и алмазно-искрового шлифования; анализа частотных характеристик; компьютерного моделирования; анализа вероятностных характеристик помех; оценивания достоверности экспериментальных данных; суммирования случайных составляющих погрешностей входных сигналов и помех.

3. Построены аппаратные средства для реализации разработанных методик.

4. Разработаны алгоритмы: контроля прогнозируемого качества поверхности детали без измерений микронеровностей, цифровой обработки сигнала мгновенной скорости вращения шлифовального круга, раздела вкладов подач алмазного инструмента в сигнал девиаций. Реализовано прикладное программное обеспечение информационно-измерительной системы.

Результаты диссертационной работы внедрены на следующих предприятиях г. Харькова: научно-производственное предприятие «ФЭД», акционерное общество «АВТРАМАТ», производственное объединение «Завод имени Малышева», открытое акционерное общество «Харьковский тракторный завод имени С. Орджоникидзе». Суммарный экономический эффект от внедрения составил около 900 тыс. гривен.

**Личный вклад соискателя.** Основные научные положения диссертационной работы сформулированы соискателем лично. Результаты теоретических и экспериментальных исследований получены соискателем

лично. Постановка задач, анализ некоторых результатов экспериментальных исследований выполнен соискателем совместно с научным консультантом и с соавторами трудов. Реализация информационно-измерительной системы выполнена соискателем совместно с сотрудниками кафедры технологии машиностроения и металлорежущих станков, а также сотрудниками отдела метрологии и сертификации Национального технического университета «ХПИ».

**Апробация результатов работы.** Основные научные положения и результаты работы доложены соискателем на различных конференциях. Республиканская конференция «Функционально-ориентированные вычислительные системы» (г. Харьков, 1990г.). Всесоюзная конференция «Перспективы развития и применения средств ВТ для моделирования и автоматического исследования» (г. Москва, 1991г.). Украинская конференция «Технологические методы повышения эксплуатационных свойств деталей машин» (г. Севастополь, 1994г.). Международный научно-технический семинар «Высокие технологии в машиностроении» (г. Харьков, 1992 - 1997г.). Украинская конференция «Маркетинг и управление инновациями» (г. Харьков, 1993г., 1995г., 1999г.). Международная научно-техническая конференция «Информационные технологии: наука, технология, образование, здоровье» (г. Харьков, 1999г., 2001г.). Международная конференция «Надежность инструмента и оптимизация технологических систем» (г. Краматорск, 2004г., 2006г., 2008г., 2010г., 2012г.). Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми інженерно-педагогічної освіти. Теорія і практика» (г. Артемівськ, 2012р.). Міжнародна науково-практична конференція «Інтегровані інтелектуальні роботехнічні комплекси ПРТК-2013» (м. Київ, 2013р.). 2-а Міжнародна наукова конференція «Вимірювання, контроль та діагностика в технічних системах ВКДТС-2013» (м. Вінниця, 2013р.). Міжнародна наукова конференція «Контроль і управління в складних системах» (м. Вінниця, 2014р.).

**Публикации.** По результатам научных исследований опубликованы 1 монография, 47 статей (6 статей в изданиях, которые входят в международные наукометрические базы, 39 статьи в научных специализированных изданиях Украины, из них 7 без соавторов), получено 2 авторских свидетельства СССР, 9 тезисов докладов, 3 учебных пособия (2 имеют гриф Министерства образования и науки Украины).

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абрамська І.Б. Пристрій оптимізації процесу правки шліфувального круга на металевій зв'язці / І.Б. Абрамська, О.Ф. Єнікєєв, О.В. Суботін, Л.О. Шищенко // В сборнике «Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем». -Краматорск: Вып. 16, 2004. – С. 183 – 186.
2. Азаров О.Д. Обчислювальні АЦП і ЦАП, що самокалібруються, для систем цифрового оброблення аналогових сигналів: Монографія / О.Д. Азаров, О.О. Коваленко –Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2006 – 147 с.
3. Алексенко А.Г. Проектирование радиоэлектронной аппаратуры на микропроцессорах / А.Г. Алексенко, А.А. Галицын, А.Д. Иванников –М.: Энергоатомиздат, 1984. – 272 с.
4. Самоподстраивающиеся станки / [Гл. ред. Б.С. Балашкин] –М.: Машиностроение, 1970. – 416 с.
5. Балашов Е.П. Проектирование информационно-управляющих систем / Е.П. Балашов, Д.В. Пузанков –М.: Радио и связь, 1987. – 254 с.
6. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов / С.И. Баскаков –М.: Высш. шк., 1988. – 448с.
7. Бассвиль М. Обнаружение изменений свойств сигнала и динамических систем / [Гл. ред. М. Бассвиль, А. Банвениста]. –М.: Мир, 1989. – 278 с.
8. Беззубенко Н.К. Повышение эффективности алмазно-искрового шлифования путем введения в зону обработки дополнительной энергии в форме электрических разрядов: автореф. дис. на соискание уч. степени доктора техн. наук: спец. 05.03.01 «Процессы механической обработки, станки и инструмент» / Н.К. Беззубенко –Харьков: – 1995. – 56 с.
9. Беймен Г. Таблицы интегральных преобразований / Г. Беймен, А. Эрдейн –М.: Наука, 1969. – 237 с.
10. Беллман Р. Динамическое программирование / Р. Беллман –М.:

Изд-во иностр. лит., 1960. – 318 с.

11. Бендат Д. Измерение и анализ случайных процессов / Д. Бендат, А. Пирсол –М.: Мир, 1974. – 464 с.

12. Бендат Д. Применение корреляционного и спектрального анализа / Д. Бендат, А. Пирсол –М.: Мир, 1983. – 312 с.

13. Бендат Дж. Основы теории случайных шумов и ее применения / Дж. Бендат –М.: Наука, 1965. – 323 с.

14. Бесекерский В.А. Системы автоматического управления с микроЭВМ / В.А. Бесекерский, В.В. Изранцев –М.: Радио и связь, 1987. – 320 с.

15. Веников В.А. Теория подобия и моделирование применительно к задачам электроэнергетики / Веников В.А. –М.: Высшая школа, 1966. – 488 с.

16. Биске Е.Ф. Торсионные моментомеры для исследования силовых установок и их агрегатов / Е.Ф. Биске, Н.И. Колосова, Ю.А. Коростелев // –ИКА, 1979. №1. – с. 33-43.

17. Болтянский В.Г. Математические методы оптимального управления / В.Г. Болтянский –М.: Наука, 1969. – 307с.

18. Борисенко А.Н. Анализ характеристик сдвига фаз между импульсными последовательностями / А.Н. Борисенко, В.П. Самсонов, А.Ф. Еникеев // Техническая электродинамика. –К.: №1. 1986. – с.92–94.

19. Борисенко А.М. Аналіз динаміки дворівневої системи підвищення ефективності алмазного шліфування / А.М. Борисенко, О.Ф. Єнікєєв, І.С. Зиков // Вісник Національного технічного університету «ХПІ» «Математичне моделювання в техніці та технологіях». –Харків: № 2, 2012. – С. 34 – 43.

20. А. с. 1350525 СССР. МКИ G 01 M 15/00. Устройство для оценки неравномерности работы цилиндров двигателя внутреннего сгорания / А.Н. Борисенко, А.Ф. Еникеев, Г.М. Киселева, И.В. Михлин, Д.А. Гапунин, В.Б. Ладатко (СССР). – №4072953/25-06; заявл. 30.05.86; опубл. 11.07.87, Бюл. № 41.



21. Бронштейн И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУЗОВ / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев –М.: Наука, 1986. – 544 с.
22. Буйнявичус В.-А.В. Статистические методы в радиоизмерениях / В.-А.В. Буйнявичус, В.-З.Ф. Карпицкайте, С.-Р.С. Пятрикус –М.: Радио и связь, 1984. – 240 с.
23. Бутковский А.Г. Структурная теория распределенных систем / А.Г. Бутковский –М.: Наука, 1977. – 320 с.
24. Вада Р. Применение самонастраивающейся системы управления к круглошлифовальному станку / Р. Вада // Японская торговая ассоциация станков. Техническая информация, №12, 1972. – с. 35–58.
25. Ван-дер-Зил А. Флуктуационные явления в полупроводниках / А. Ван-дер-Зил –М.: Иностранная литература, 1961. – 289 с.
26. Васильев Д.В. Системы автоматического управления / Д.В. Васильев, В.Г. Чуич –М.: Высшая школа, 1967. – 419 с.
27. Васильев Ю.П. Некоторые вопросы исследования крутильных колебаний судовых силовых установок. Дисс. ... канд. техн. наук. – Николаев, 1964. – 158 с.
28. Вершинин О.Е. Применение микропроцессоров для автоматизации технологических процессов / О.Е. Вершинин –Л.: Энергоатомиздат, 1986. – 208 с.
29. Вихман В.С. Системы автоматического регулирования процесса резания и их элементы / В.С. Вихман, Р.И. Райхлин, Ю.И. Сычев –М.: НИИПТМАШ, 1972. – 94 с.
30. Водяхо А.И. Функционально ориентированные процессоры / А.И. Водяхо, В.У. Плюснин, Д.В. Пузанков, В.Б. Смолов, –Л.: Машиностроение, 1988. – 224 с.
31. Галушкин А.М. Оперативная обработка экспериментальной информации / А.М. Галушкин, Ю.В. Зотов, Ю.А. Шикунов –М.: Энергия,

1972. – 312 с.

32. Оптимизация режимов обработки на металлорежущих станках [Гл. ред. А.М. Гильман] –М.: Машиностроение, 1972. – 188 с.

33. Гихман И.И. Теория вероятностей и математическая статистика / И.И. Гихман, А.В. Скороход, М.И. Ядренко –К.: Вища школа, 1979. – 363 с.

34. Глазков С.Б. К вопросу адаптивного управления процессом врезного внутреннего шлифования / С.Б. Глазков, В.И. Михелькевич, В.В. Пряничников, Ю.Н. Чабанов // В кн. «Алгоритмизация и автоматизация технологических процессов и установок». –Куйбышев: 1973. – с. 29–35.

35. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей / Б.В. Гнеденко –М.: Наука, 1969. – 438 с.

36. Гноевский Л.С. Математические основы теории управляемых систем / Л.С. Гноевский, Г.А. Каменский, Л.Э. Эльсгольц –М.: Наука, 1969. – 512с.

37. Гольштейн Е.Г. Новые направления в линейном программировании / Е.Г. Гольштейн, Д.Б. Юдин –М.: Сов. радио, 1966. – 218 с.

38. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. Учебник / И.С. Гоноровский –М.: Высшая школа, 1983. – 536 с.

39. Гостев В.И. Системы управления с цифровыми регуляторами / В.И. Гостев–К.: Техніка, 1990. – 280 с.

40. Горелов Н.А. Расчет системы коленчатого вала двигателя на крутильные колебания с учетом износа вала. Дисс. ... канд. техн. наук. – Горький, 1953. – 330 с.

41. Горлач А.А. Цифровая обработка сигналов в измерительной технике / А.А. Горлач, М.Я. Минц, В.Н. Чинков –К.: Техника, 1989. – 151 с.

42. Гоулд Б. Цифровая обработка сигналов / Б. Гоулд, Ч. Рейдер –М.: Сов. радио, 1973. – 368 с.

43. Грачев В.В. Экспериментальная оценка метода

диагностирования дизельных двигателей по неравномерности вращения коленчатого вала / В.В. Грачев // В кн.: Прогрессивные процессы технологической эксплуатации автомобилей. –М.:, 1982. – с. 46-50.

44. Гудилин А.Е. Оценка частотных детекторов / А.Е. Гудилин, О.А. Кирьянов, А.И. Худяков // Изв. вузов. Радиоэлектроника, 1978. - Т. 21. –Л.: № 13. – с. 75-78.

45. Гунбин М.В. Исследование и разработка цифрового устройства распределения крутильных моментов в системах управления энергонасыщенными агрегатами. -Дисс. ... канд. техн. наук. –Харьков, 1980. - 168 с.

46. Гуткин А.С. Теория оптимальных методов радиоприема при флуктуационных помехах / А.С. Гуткин –М.: Сов. радио, 1972. – 447 с.

47. Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах / В.С. Гутников –Л.: Энергоатомиздат, 1988. – 304с.

48. Давенпорт В.Б. Введение в теорию случайных сигналов и шумов / В.Б. Давенпорт, В.Л. Рут –М.: Иностранная литература, 1960. – 256 с.

49. Давитидзе А.Д. Повышение точности и производительности обработки при глубинном врезном шлифовании / А.Д. Давитидзе, В.Г. Митрофанов // В кн. «Самоподнастраивающиеся системы». –М.: Машиностроение, 1970. – с. 200–212.

50. А.с. Л684451 (СССР). Устройство для измерения неравномерности скорости вращения объектов / Ю.П. Дарменко, Б.Н. Иванов, Е.Б. Игнатъев // Оpubл. в Б.И. № 33 1979, – с. 183.

51. Демирчян К.С. Моделирование магнитных полей / К.С. Демирчян –Л.: Энергия, 1974. – 288 с.

52. Джури Э. Импульсные системы автоматического регулирования / Э. Джури –М.: Физматгиз, 1963. – 455 с.

53. Домрачев В.Г. Цифровые преобразователи угла / В.Г. Домрачев,

Б.С. Мейко –М.: Энергоатомиздат, 1984. – 328 с.

54. Євсюкова Ф.М. Система виправлення шліфувального круга / Євсюкова Ф.М., Єнікєєв О.Ф., Зиков І.С., Шищенко Л.О., Яровий Р. О. // Вестник Национального технического университета «ХПИ». –Харьков: № 28, 2004. – С. 116 – 124.

55. А. с. 1331239 СССР. МКИ G 01 M 15/00. Устройство для контроля неравномерности вращения вала двигателя внутреннего сгорания / А.Ф. Еникеев, А.Н. Борисенко, В.П. Самсонов, В.Г. Галян (СССР). – № 3971901; заявл. 01.11.85; опубл. 07.10.87, Бюл. № 37.

56. А. с. 1343279 СССР. МКИ G 01 M 15/00. Устройство для оценки неравномерности работы цилиндров двигателя внутреннего сгорания / А.Ф. Еникеев, А.Н. Борисенко, В.П. Самсонов, В.Н. Соболев, Е.Г. Заславский, Г.Я. Невяжский (СССР). – № 4070495/25-06; заявл.26.05.86; опубл. 07.10.87, Бюл. № 37.

57. А. с. 1460644 СССР. МКИ G 01 M 15/00. Устройство для контроля неравномерности вращения вала двигателя внутреннего сгорания / А.Ф. Еникеев, А.Н. Борисенко, В.П. Самсонов, В.Н. Соболев, Е.Г. Заславский, Г.Я. Невяжский, В.В. Золотых, А.А. Поздняк. (СССР). – № 3900371/25-06; заявл. 23.05.85; опубл. 23.02.89, Бюл. № 7.

58. Єнікєєв О.Ф. Адаптивна система цифрового управління технологічним процесом алмазного шліфування з еталонною моделлю / О.Ф. Єнікєєв, О.В. Суботін, // Збірник «Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем». –Краматорск: Вып. 23, 2008. – С. 307-314.

59. Еникеев А.Ф. Алгоритм управления поперечной подачей заточного станка ЗВ624 / Ф.М. Евсюкова, А.Ф. Еникеев, И.С. Зыков, Л.А. Шищенко // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. –Харьков: Вып. 83, – 2000. – с. 24–26.

60. Єнікєєв О.Ф. Аналіз двокоординатної математичної моделі технологічного процесу алмазного шліфування / О.Ф. Єнікєєв, О.В. Суботін, А.П. Фроленко // Наукові праці ДонНТУ. Серія: «Обчислювальна техніка та

автоматизація» Вып. 107, 2006. – С. 187-190.

61. Єнікєєв О.Ф. Аналіз динамічних характеристик системи відновлення ріжучої здатності шліфувальних кругів / Єнікєєв О.Ф., Соколовська Г.В. // Моделювання та інформаційні технології. Збірник наукових праць ІПМЕ НАН України. Випуск 58. –К.: 2011. – С. 135 – 140.

62. Єнікєєв О.Ф. Аналіз динамічних характеристик системи стабілізації швидкості обертання круга / О.Ф. Єнікєєв, О.В. Суботін, Р.О. Яровий // Збірник «Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем». -Краматорск: Вып. 18, 2005. – С. 107-113.

63. Еникеев А.Ф. Анализ модели технологического алмазного шлифования / Ф.М. Евсюкова, О.В. Евсюкова, А.Ф. Еникеев, И.С. Зыков, Л.А. Шищенко // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. –Харьков: Вып. 119, – 2000.– с. 21–23.

64. Єнікєєв О.Ф. Аналіз моделі процесу алмазного шліфування у середовищі Matlab / О.Ф. Єнікєєв, Ф.М. Євсюкова, Л.О. Шищенко // Вестник Национального технического университета «ХПИ». –Харьков: №22, 2008. – С. 106-110.

65. Еникеев А.Ф. Анализ обобщенной модели процесса алмазного шлифования/ Ф.М. Евсюкова, А.Ф. Еникеев, И.С. Зыков, Л.А. Шищенко, М.И. Гасанов // В сборнике «Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве». –Харьков: 2000. – с. 231–236.

66. Еникеев А.Ф. Анализ погрешности устройства измерения удельного расхода топлива дизель-генератора постоянного тока / А.Ф. Еникеев, Л.Н. Щербак // Измерительная техника. –М.: № 2, 1992. – с. 92-97.

67. Еникеев А.Ф. Анализ погрешности устройства контроля мощности транспортного дизель-генератора постоянного тока / А.Ф. Еникеев, Л.Н. Щербак // Техническая электродинамика. –К.: № 4, 1990. – с. 88–91.

68. Єнікєєв О.Ф. Детермінована математична модель технологічного процесу алмазного шліфування / Ф.М. Євсюкова, О.Ф. Єнікєєв, Л.О.

Шищенко, А.П. Фроленко, І.С. Зиков // Вестник Национального технического университета «ХПИ». –Харьков: №1, 2005.– С. 112-118.

69. Єнікєєв О.Ф. Динамічна оптимізація алмазного шліфування на базі методу покоординатного управління / Єнікєєв О.Ф. // Вестник Национального технического университета «ХПИ». –Харьков: № 28, 2004. – С. 49 – 54.

70. Еникеев А.Ф. Измеритель мощности дизель-генератора на базе частотно-импульсного перемножителя кодов / А.Н. Борисенко, А.Ф. Еникеев, В.В. Золотых, В.П. Самсонов // Двигателестроение. –Л.: № 3, 1991. – с. 20–21.

71. Єнікєєв О.Ф. Комп'ютеризована система для підвищення ефективності алмазного шліфування / Єнікєєв О.Ф., Щербак Т.Л. // Збірник наукових праць ІПМЕ НАН України. Випуск 63. –К.: 2012. – С. 32 – 40.

72. Еникеев А.Ф. Компьютерная система программного задания поперечной подачи шлифовального круга / А.Ф. Еникеев, И.Б. Абрамская, Р.А. Яровой // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. – Курск: № 11, 2014. – с. 174 – 181.

73. Єнікєєв О.Ф. Математичне моделювання технологічного процесу алмазного шліфування деталей з твердих сплавів / Єнікєєв О.Ф., Соколовська Г.В. // Моделювання та інформаційні технології. Збірник наукових праць ІПМЕ НАН України. Випуск 60. –К.: 2011. – С. 55 – 61.

74. Еникеев А.Ф. Метод повышения эффективности алмазно-искрового шлифования / Ф.М. Евсюкова, А.Ф. Еникеев, И.С. Зыков, Л.А. Шищенко // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. –Харьков: Вып. 78, 2000. – с. 48–50.

75. Еникеев А.Ф. Метод управления производительностью алмазного шлифования / Ф.М. Евсюкова, А.Ф. Еникеев, И.С. Зыков, В.А. Исаев // Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье. –Харьков: Вып. 7, Часть II. 1999. – с. 93–101.

76. Єнікєєв О.Ф. Метрологічні характеристики перетворювача

миттєвої швидкості обертання шліфувального круга при алмазному шліфуванні / Єнікєєв О.Ф., Монченко О.В., Щербак Т.Л. // Моделювання та інформаційні технології. Збірник наукових праць ІПМЕ НАН України. Випуск 63. –К.: 2012. – С. 42 – 48.

77. Еникєєв А.Ф. Об установлении математической зависимости для сопротивления межэлектродного промежутка / Ф.М. Евсюкова, О.В. Евсюкова, А.Ф. Еникєєв, И.С. Зыков, Л.А. Шищенко // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. –Харьков: Вып. 83. 2000. – с. 41–43.

78. Еникєєв А.Ф. О повышении качества обработанной поверхности при алмазно-искровом шлифовании / А.Ф. Еникєєв // Збірник наукових праць «Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем». –Краматорск: Вып. 9. ДГМА, 1999. – с. 227–230.

79. Еникєєв А.Ф. О повышении производительности алмазного шлифования / А.Ф. Еникєєв, А.В. Разживин, О.В. Субботин, Л.Н. Щербак // Збірник наукових праць «Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем». –Краматорск: Вып. 10. ДГМА, 2000. – с. 149–152.

80. Еникєєв А.Ф. О повышении точности измерителя мощности для внутришлифовальных станков / А.Ф. Еникєєв // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. –Харьков: Вып. 47, 1999. – с. 49–51.

81. Еникєєв А.Ф. О повышении точности преобразователя активной мощности / А.Н. Борисенко, А.Ф. Еникєєв, В.М. Лещенко // Вестник Харьковского политехнического института, –Харьков: №282. Вып. 17. 1991. – с. 42–45.

82. Еникєєв А.Ф. О повышении точности устройства управления производительностью алмазного шлифования / Ф.М. Евсюкова, О.В. Евсюкова, А.Ф. Еникєєв, И.С. Зыков, Л.А. Шищенко // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. –Харьков:

Вып. 81, 2000. –с. 40-41.

83. Еникеев А.Ф. О повышении эффективности алмазно-искрового шлифования / А.Ф. Еникеев, И.С. Зыков // Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье. –Харьков: Вып. 5, Часть II, 1997. – с. 123–130.

84. Еникеев А.Ф. О повышении эффективности процесса алмазного шлифования / Ф.М. Евсюкова, А.Ф. Еникеев, И.С. Зыков, Л.А. Шищенко, М.И. Гасанов // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. –Харьков: Вып. 78. 2000. – с. 202–206.

85. Еникеев А.Ф. Оптимальное управление технологическим процессом алмазного шлифования / А.Ф. Еникеев –Краматорск: ДГМА, 2001. – 160 с.

86. Єнікєєв О.Ф. Оптимальний цифровий регулятор привода обертання шліфувального круга / О.Ф. Єнікєєв, Ф.М. Євсюкова, І.С. Зиков, Л.О. Шищенко // Вестник Национального технического университета «ХПИ». –Харьков: №17, 2007.– С. 91-98.

87. Еникеев А.Ф. Оптимизация процесса алмазного шлифования по критерию производительности / Ф.М. Евсюкова, А.Ф. Еникеев, И.С. Зыков, Л.А. Шищенко, М.И. Гасанов // Вестник Национального технического университета «ХПИ». –Харьков: № 16, 2000. – с. 28-32.

88. Еникеев А.Ф. Оптимизация процесса алмазного шлифования по критерию стоимости / Ф.М. Евсюкова, А.Ф. Еникеев, И.С.Зыков, Л.А. Шищенко, М.И. Гасанов // Вестник Национального технического университета «ХПИ». –Харьков: № 17 , 2000. – с. 37-43.

89. Єнікєєв О.Ф. Основи синтезу і проектування слідкуючих систем верстатів та промислових роботів: Навчальний посібник / О.Ф. Єнікєєв, О.В. Суботін –Краматорськ: ДДМА, 2008. – 268 с.

90. Єнікєєв О.Ф. Про підвищення точності системи стабілізації швидкості обертання шліфувального круга / О.Ф. Єнікєєв, Ф.М. Євсюкова, Л.О. Шищенко, А.П. Фроленко // Вестник Национального технического



университета «ХПИ». –Харьков: №4, 2005.– С. 83-89.

91. Єнікєєв О.Ф. Проектування цифрових пристроїв на інтегральних мікросхемах: Посібник / О.Ф. Єнікєєв, О.О. Сердюк –Краматорськ: ДДМА, 2004. – 108 с.

92. Єнікєєв О.Ф. Проектування цифрових систем програмного управління верстатами та роботами: Навчальний посібник / О.Ф. Єнікєєв, Л.О. Шищенко –Харків: НТУ «ХПИ», 2006. – 195 с.

93. Єнікєєв О.Ф. Реалізація непрямих вимірювань мікронерівностей деталей для підвищення ефективності алмазного шліфування / О.Ф. Єнікєєв, Г.В. Соколовська, Т.Л. Щербак // Збірник наукових праць ІПМЕ НАН України. Випуск 62. –К.: 2012. – С. 41 – 48.

94. Єнікєєв О.Ф. Розробка моделі цифрової системи стабілізації швидкості обертання шліфувального круга / Ф.М. Євсюкова, О.Ф. Єнікєєв, Л.О. Шищенко, І.С. Зиков // Вестник Национального технического университета «ХПИ». –Харьков: №1, 2007.– С. 132-138.

95. Еникеев А.Ф. Статическая оптимизация технологических режимов алмазного шлифования // Ф.М. Евсюкова, А.Ф. Еникеев, И.С. Зыков, Л.А. Шищенко, М.И. Гасанов // Вестник Национального технического университета «ХПИ». – Харьков: № 19, 2000.-с. 24-29.

96. Еникеев А.Ф. Синтез цифрового регулятора поперечної передачі шліфувального круга / А.Ф. Еникеев, И.С. Зыков // Вестник Национального технического университета «ХПИ». –Харьков: №57, 2008. – С. 87 – 93.

97. Еникеев А.Ф. Статическая оптимизация технологического процесса алмазного шлифования / А.Ф. Еникеев, А.В. Разживин, Т.В. Парамонова // Збірник наукових праць «Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем». –Краматорск: Вып. 11. ДГМА, 2001. – с. 107–111.

98. Єнікєєв О.Ф. Цифровий регулятор технологічного процесу алмазного шліфування із еталонною моделлю / О.Ф. Єнікєєв, Ф.М. Євсюкова, Л.О. Шищенко // Вестник Национального технического университета

«ХПИ». –Харьков: №1, 2006.– С. 103–108.

99. Железнов Е.С. Автоматизация процесса шлифования подшипниковых колец / Е.С. Железнов // В кн. «Автоматизация машиностроительных процессов» т. 3. –М.: АН СССР, 1960. – с. 173–185.

100. Железнов Е.С. Автоматические регуляторы для программного управления поперечной подачей шлифовальных станков / Е.С. Железнов, В.И. Михелькевич // В кн. «Промышленно-экономический бюллетень». –Куйбышев: – №10, 1960.–с. 41–43.

101. Железнов Е.С. Принципы высокопроизводительного цикла шлифования и его автоматизация / Е.С. Железнов // В кн. «Основные вопросы высокопроизводительного шлифования». –М.: Машгиз, 1960. – с. 109–120.

102. Зангвилл У.И. Нелинейное программирование / У.И. Зангвилл – М.: Сов. радио, 1973. – 310с.

103. Заславский Е.Г. Применение аналитической вибрационной диагностики для определения разрегулировки цилиндров 10Д100 / Е.Г. Заславский, А.А. Ларин, В.М. Шатохин. –Двигатели внутреннего сгорания: Респ. межвед. науч.-техн. сб. –Харьков, 1987. Вып. 45. – с. 112-118.

104. Зельдин Е.А. Цифровые интегральные микросхемы в информационно-измерительной технике / Е.А. Зельдин –Л.: Энергоатомиздат, 1986. – 280с.

105. Золотых Б.Н. Инженерные методы расчета технологических параметров электроэрозионной обработки / Золотых Б.Н., Любченко Б.Н. –М.: Машиностроение, 1981. – 51с.

106. Зуховицкий С.И. Линейное и выпуклое программирование / С.И. Зуховицкий, Л.И. Авдеева –М.: Наука, 1964. – 366 с.

107. Изерман Р. Цифровые системы управления: Пер. с англ / Р. Изерман –М.: Мир, 1984. – 541 с.

108. Истомин П.А. История и перспективы развития расчетных

методов исследования динамики и прочности ДВС / П.А.Истомин, Е.А.Григорьев. –Л.: Двигателестроение, 1985. - № 10. - с. 5-9.

109. Истомин П.А. Крутильные колебания в судовых ДВС / П.А. Истомин // –Л.: Судостроение, 1968. - 304 с.

110. Иоффе В.Ф. Автоматизированные электроэрозионные станки / В.Ф. Иоффе, М.В. Коремблум, В.А. Шавырин –Л.: Машиностроение, 1984. – 231с.

111. Каган Б.М. Основы проектирования микропроцессорных устройств автоматики / Б.М. Каган, В.В. Сташин –М.: Энергоатомиздат, 1987. – 304 с.

112. Картьяну Г. Частотная модуляция / Г. Картьяну // –Бухарест: Меридиане, 1964. – 671 с.

113. Касандрова О.И. Обработка результатов наблюдений / О.И. Касандрова, В.В. Лебедев –М.: Наука, 1970. – 104 с.

114. Котельников В.А. Теория потенциальной помехоустойчивости / В.А. Котельников –М. –Л.: Госэнегоиздат, 1956. – 151с.

115. Клоковский Д.Д. Модели непрерывных каналов связи на основе стохастических дифференциальных уравнений / Д.Д. Клоковский, В.Я. Конторович, С.Н. Широков –М.: Радио и связь, 1985. – 248 с.

116. А. с. N185374 СССР. МКИ G 01 M 15/00. Электромеханическое устройство для автоматического управления поперечной подачей сферошлифовального станка / Д.В. Козьминых, Е.С. Железнов, Б.Д. Щукин, В.И. Михелькевич (СССР). // Оpubл. 23.06.66, Бюл. № 17.

117. Цифровые методы измерения сдвига фаз / [Гл. ред. С.Д. Кондорф]. –Новосибирск: Наука, 1979. – 288 с.

118. Корбут А.А. Дискретное программирование / А.А. Корбут, Ю.Ю. Финкельштейн –М.: Наука, 1968. – 276 с.

119. Корн Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. Корн, Т. Корн. –М.: Наука, 1974. – 832с.

120. Король Э.Н. Архитектура центра IBM PC / Э.Н. Король – Харьков: Изд. «Милосердие», 1997. – 205 с.
121. Краус М. Сбор данных в управляющих вычислительных системах / М. Краус, Э. Кучбах, О.-Г. Вошни –М.: Мир, 1987. – 294 с.
122. Кудинов В.А. Динамика станков / В.А. Кудинов –М.: Машиностроение, 1967.– 360 с.
123. Куропаткин П.В. Оптимальные и адаптивные системы: Учебное пособие для вузов / П.В. Куропаткин –М.: Высш. шк., 1980. – 287 с.
124. Ламперти Дж. Случайные процессы / Дж. Ламперти –К.: Вища шк. 1983. – 224 с.
125. Леви П. Статистические процессы и броуновское движение / П. Леви –М.: Наука, 1972. – 316 с.
126. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники / Б.Р. Левин –М.: Радио и связь, 1989. – 656с.
127. Лидбеттер М. Экстремумы случайных последовательностей и процессов / М. Лидбеттер, Г. Линдгрэн, Х. Родсен –М.: Мир, 1989. – 392 с.
128. Лорин Г. Операционные системы / Г. Лорин, Х.М. Дейтел –М.: Финансы и статистика, 1984. – 390с.
129. Лоэв М. Теория вероятностей / М. Лоэв –М.: Мир, 1962. – 512 с.
130. Лурье Г.Б. Прогрессивные методы круглого шлифования / Г.Б. Лурье –М.: Машиностроение, 1967. – 150 с.
131. Лурье Г.Б. Теория рабочего цикла при круглом шлифовании как основа высокопроизводительной обработки / Г.Б. Лурье // В кн. «Основные вопросы высокопроизводительного шлифования». –М.: Машгиз, 1960. – с. 87–108.
132. Ляшенко И.Н. Линейное и нелинейное программирование / И.Н. Ляшенко, Е.А. Карагодова, Н.В. Черникова, Н.З. Шор –К.: Вища шк., 1975. – 372с.
133. Маєвський С.М. Основи побудови систем аналізу сигналів у неруйнівному контролі / С.М. Маєвський, В.П. Бабак, Л.М. Щербак –К.:

Либідь, 1993. – 200 с.

134. Мак-Дональд Д. Введение в физику шумов и флуктуаций / Д. Мак-Дональд –М.: Мир, 1964. – 312 с.

135. Маклюков М.И. Применение аналоговых интегральных микросхем в вычислительных устройствах / М.И. Маклюков, В.А. Протопопов –М.: Энергия, 1980.– 160 с.

136. А. с. 1538679 СССР. МКИ G 01 M 15/00. Устройство для контроля неравномерности вращения вала двигателя внутреннего сгорания / Б.Г. Марченко, А.Н. Борисенко, А.Ф. Еникеев (СССР). – № 4428977; заявл. 23.05.88; опубл. 15.09.89, Бюл. № 34.

137. Марченко Б.Г. Вероятностные модели случайных сигналов и полей в прикладной статистической радиофизике / Б.Г. Марченко, В.А. Омельченко –К.: УМК ВО, 1988. – 176 с.

138. Марченко Б.Г. Вибродиагностика подшипниковых узлов электрических машин / Б.Г. Марченко, М.В. Мыслович –К.: Наукова думка, 1992. – 196 с.

139. Марченко Б.Г. Линейные случайные процессы и их приложения / Б.Г. Марченко, Л.Н. Щербак –К.: Наук. думка, – 1975. – 193 с.

140. Марченко Б.Г. Метод стохастических интегральных представлений и его приложения в радиотехнике / Б.Г. Марченко –К.: Наукова думка, 1974. – 193 с.

141. Марченко Б.Г. Система по статистической обработке эргодических временных рядов / Е.С. Гончарук, Б.Г. Марченко // Республиканский фонд алгоритмов и программ. 1977, №252.

142. Справочник технолога – машиностроителя / [Гл. ред. А.Н. Маслов]. В 2х кн. –М.: Машиностроение, 1972.

143. Маслов Е.И. Основы теории шлифования металлов / Е.И. Маслов –М.: Машиностроение, 1974. – 320 с.

144. Мезон С. Электронные цепи, сигналы и системы / С. Мезон, Г. Циммерман –М.: Изд. иностр. лит., 1963. – 620 с.

145. Миддлтон Д. Введение в статистическую теорию связи / Д. Миддлтон –М.: Сов. радио, том II, 1962. – 831 с.
146. Михайлов А.В. Точность радиоэлектронных устройств / А.В. Михайлов, С.К. Савин –М.: Машиностроение, 1976. – 214 с.
147. Михелькевич В.И. Автоматическое управление шлифованием / В.И. Михелькевич –М.: Машиностроение, 1977. – 304 с.
148. Михелькевич В.И. Системы автоматического регулирования технологических процессов шлифования / В.И. Михелькевич, Б.Д. Щукин –Куйбышев: кн. из-во, 1969. – 152 с.
149. Моисеев В.С. Системное проектирование преобразователей информации / В.С. Моисеев –Л.: Машиностроение, 1982. – 255 с.
150. Мотоока Т. Компьютеры на БИС: В 2-х кн. Кн. 1: Пер. с япон. / Т. Мотоока, С. Томита, Х. Танака и др. –М.: Мир, 1988. – 392 с.
151. Допуски и посадки. Справочник. / [Гл. ред. В.Д. Мягков] –Л.: Машиностроение, Часть 2, 1978. – с. 545–1032.
152. Невельсон М.С. Автоматическое управление точностью металлообработки / М.С. Невельсон –М: Машиностроение, 1973. – 176 с.
153. Немилов Е.Ф. Справочник по электроэрозионной обработке материалов / Е.Ф. Немилов –Л.: Машиностроение, 1989. – 164с.
154. Нобл Б. Метод Винера-Хопфа / Б. Нобл – М.: Иностранная литература, 1962. – 63 с.
155. Новицкий П.В. Оценка погрешностей результатов измерений / П.В. Новицкий, И.А. Зограф –Л.: Энергоатомиздат, 1991. – 304 с.
156. Новицкий П.В. Понятие энтропийного значения погрешности / П.В. Новицкий // Измерительная техника. –М.: №7, 1966. –с. 11-14.
157. Ордынцев В.М. Математическое описание объектов автоматизации / В.М. Ордынцев –М.: Машиностроение, 1965. – 360 с.
158. Оре О. Теория графов / О. Оре –М.: Наука, 1980. – 336 с.
159. Патент Л3885420 (США). Измеритель крутильных колебаний

вращающегося вала. 1975.

160. Патент Л3826985 (США). Тахометр с автономным источником питания. 1974.

161. Пахалин Ю.А. Алмазное контактно-эрозионное шлифование / Ю.А. Пахалин –Л.: Машиностроение, 1985. – 185с.

162. Петров Ю.П. Вариационные методы теории оптимального управления / Ю.П. Петров –М.: Энергия, 1977. – 238 с.

163. Подураев В.Н. Автоматически регулируемые и комбинированные процессы резания / В.Н. Подураев –М.: Машиностроение, 1977. – 304 с.

164. Полулях К.С. Фазогенераторный преобразователь с внешней синхронизацией / К.С. Полулях, Л.Г. Темник // –М.: Измерительная техника, 1980. № 3. – с. 44-46.

165. Понтрягин Л.С. Математическая теория оптимальных процессов / Л.С. Понтрягин, В.Г. Болтянский, Р.В. Гамкрелидзе –М.: Наука, 1976. –392с.

166. Пугачев В.С. Теория случайных функций и ее применение к задачам автоматического управления / В.С. Пугачев –М.: Физматгиз, 1962. – 348 с.

167. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела / Ю.Н. Работнов –М.: Наука, 1988, – 712с.

168. Райс С.С. Теория флуктуационных шумов / С.С. Райс // В книге «Теория электрических сигналов» [Гл. ред. Н.А. Железнов]. –М.: Иностранная литература, 1962. – 639 с.

169. Растрингин А.А. Системы экстремального управления / А.А. Растрингин –М.: Наука 1974. – 158 с.

170. Рубашкин И.Б. Микропроцессорное управление режимом металлообработки / И.Б. Рубашкин, А.А. Алешин –Л.: Машиностроение, 1989. – 160 с.

171. Румшинский Л.З. Математическая обработка результатов экспериментов / Л.З. Румшинский –М.: Наука, 1971. – 192с.

172. Рыбицкий В.А. Алмазное шлифование твердых сплавов / В.А. Рыбицкий –К.: Наукова думка, 1980. – 224с.
173. Сейдж Э. Оптимальное управление системами / Э. Сейдж, Ч. Уайт –М.: Радио и связь, 1982. – 392 с.
174. Сейдж Э. Теория оценивания и применение в связи и управлении / Э. Сейдж, Дж. Мелса –М.: Связь, 1976. – 496 с.
175. Сейдж Д.П. Идентификация систем управления / Д.П. Сейдж, Д.Л. Мелса –М.: Наука, 1974. – 248 с.
176. Смирнова В.И. Основы проектирования и расчета следящих систем / В.И. Смирнова, Ю.А. Петров, В.И. Разинцев –М.: Машиностроение, 1983. – 295 с.
177. Симсон А.Э. Испытания тепловозных и судовых дизелей типа ДЮО / А.Э. Симсон, Н.П. Синенко, Ф.И. Маляров и др. // –М.: Машгиз, 1960. – 260 с.
178. Смит Б.Э. Архитектура и программирование микропроцессора I80386 / Б.Э. Смит, М.Т. Джонсон –М.: ТОО «Конкорд», 1992. – 334 с.
179. Микропроцессорные автоматические системы регулирования. Основы теории и элементы: Учебное пособие / [Гл. ред. В.В. Солодовников]. –М.: Высшая школа, 1991. – 255 с.
180. Техническая кибернетика / [Гл. ред. В.В. Солодовников] –М.: Машиностроение, 1969, т. 3, – 607 с.
181. Солодовников В.В. Основы теории и элементы систем автоматического регулирования. Учебное пособие для вузов / В.В. Солодовников, В.Н. Плотников, А.В. Яковлев –М.: Машиностроение, 1985. – 217 с.
182. Суботін О.В. Стратегія управління замкненим каналом в умовах неповної вхідної інформації / О.В. Суботін, О.Ф. Єнікєєв // Наукові праці Донецького НТУ. Серія: «Обчислювальна техніка та автоматизація» – Донецьк: Вип. 17(171), 2010. – С. 147 – 151.



183. Сыропятова Р.Я. Спектры сигналов в тракте магнитной записи измерительной информации / Р.Я. Сыропятова // Изв. вузов. Приборостроение, 1965. Т8. №2. – с. 14 – 19.

184. Сысоев Л.П. Оценки параметров, обнаружение и различение сигналов / Л.П. Сысоев –М.: Наука, 1969. – 263 с.

185. Табак Д. Оптимальное управление и математическое программирование / Д. Табак, Б. Куо –М.: Наука, 1975. – 343 с.

186. Титце У. Полупроводниковая схемотехника: Справочное руководство / У. Титце, К. Шенк –М.: Мир, 1982. – 512с.

187. Толстов Ю.Г. Теория линейных электрических цепей: Учебное пособие для вузов / Ю.Г. Толстов –М.: Высш. шк., 1978. – 279 с.

188. Трифонов А.П. Совместное различение сигналов и оценка их параметров на фоне помех / А.П. Трифонов, Ю.С. Шинаков –М.: Радио и связь, 1986. – 264 с.

189. Фельдбаум А.А. Основы теории оптимальных систем / А.А. Фельдбаум –М.: 1970.–217 с.

190. Фролов Л.Б. Измерение крутящего момента / Л.Б. Фролов // – М.: Энергия. 1967. – 120 с.

191. Фотеев Н.К. Технология электроэрозионной обработки / Н.К. Фотеев –М.: Машиностроение, 1980. – 180с.

192. Халыпа В.М. Исследование связанных колебаний коленчатых валов и внутренней неуравновешенности ДВС с учетом податливости корпуса. Дисс. ... канд. техн. наук. –Харьков, 1982. – 181 с.

193. Хедли Дж. Нелинейное и динамическое программирование / Дж. Хедли –М.: Мир, 1967. – 365 с.

194. Хеннан Э. Многомерные временные ряды / Э. Хеннан –М.: Мир, 1974. – 576 с.

195. Хинчин А.Я. Теория стационарных стохастических процессов / А.Я. Хинчин – УМН, 1938. – 95 с.

196. Ходобин Л.В. Повышение производительности круглошлифовальных станков / Л.В. Ходобин // В кн. «Самонастраивающиеся станки». –М.: Машиностроение, 1976. – с. 311–328.
197. Холленд Р. Микропроцессоры и операционные системы / Р. Холленд –М.: Энергоатомиздат, 1991. – 176 с.
198. Цапенко М.П. Измерительные информационные системы / М.П. Цапенко –М.: Энергоатомиздат, 1985. – 439 с.
199. Цыпкин Я.З. Основы теории автоматических систем / Я.З. Цыпкин –М.: Наука, 1970. – 252 с.
200. Шеннон К. Работы по информации и кибернетике / К. Шеннон – М.: Издательство иностранной литературы, 1963. –832 с.
201. Щербак Я.В. Замкнутые системы компенсации неканонических гармоник полупроводниковых преобразователей / Я.В. Щербак –Харьков: ХФИ «Транспорт Украины», 1999. – 256 с.
202. Эйкхофф П. Основы идентификации систем: Оценивание параметров и состояния / П. Эйкхофф –М.: Мир, 1975. – 685с.
203. Якимов А.В. Оптимизация процесса шлифования / А.В. Якимов –М: Машиностроение, 1975. – 176 с.
204. Якубовский С.В. Цифровые интегральные микросхемы / С.В. Якубовский–М.: Энергоатомиздат, 1990. – 496 с.
205. Янушевская В.Ф. Сложные колебания коленчатых валов дизелей средней мощности. Дисс. ... канд. техн. наук. –Харьков, 1975. – 129 с.
206. Ящерицын П.И. Шлифование металлов / П.И. Ящерицын, Е.А. Жалперович –Минск: издательство «Беларусь», 1970. – 463 с.
207. Abu-Mostafa Y.S., Psaltis D. 1987. Optical neural computers. Scientific American, March, pp. 88-95.
208. Abu-Mostafa Y.S., St. Jacques, J. 1985. Information capacity of the Hopfield model. IEEE Transactions on Information Theory 31(4):461-64.

209. Aoki M. Optimization of Stochastic Systems, Academic Press, N.Y., 1967.
210. Athale R.A., Friedlander C.B., Kushner C.B. 1986. Attentive associative architectures and their implications to optical computing. Proceedings of the Society of Photo-Optical Instrumentation Engineering 625:179-88.
211. Bozovic Dusan, Garces Luis, Lee Fred C. Performance comparison of variable structure controls with PI control for D. C. motor speedregulation // IEE – IAS (Ind. Appl. Soc.) 19<sup>th</sup> Ann. Meet., Chicago, Ill., 30 Sept. – 4Oct. 1984, Conf. Rec. New York, N. Y., 1984. p. 395–403.
212. Brosch Peter F. Der Trend geht zu Drehstromantrieben // Production. 1987. N 38. S. 14.
213. Burr D.J. 1987. Experiments with a connectionist text reader. In Proceedings of the IEEE First International Conference on Neural Networks, eds. M. Caudill and C. Butler, vol. 4, pp. 717-24. San Diego, CA: SOS Printing.
214. Campbell N.R. – Proc. Cambr. Phil. Soc., 1909, 15; 1910, 15.
215. Campbell N.R. – Z. Phys., 1910, 11.
216. Carlisle Ben H. AC drives move into DC territory // Mach. Des., 1985, 57. N 10. P. 61–64.
217. Carpenter G., Grossberg S. 1986. Neural dynamics of category learning and recognition: Attention; memory consolidation and amnesia. In Brain Structure, Learning and Memory (AAAS Symposium Series), eds. J. Davis., R. Newburgh and E. Wegman.
218. Carpenter G., Grossberg S. 1987 ART-2: Self-organization of stable category recognition codes for analog input patterns. Applied Optics 26(23):4919-30.
219. Carpenter G., Grossberg S. 1987. A massively parallel architecture for a self-organizing neural pattern recognition machine. Computing Vision. Graphics, and Image Processing 37:54-115.
220. Chen D.Y. Power semiconductors: fast, tough and compact // IEE spectrum. 1987. Vol. 24, N 9. P. 30–35.

221. Cibi S. Stochastic processes with learning properties. – Wien: Springer Varlay, 1975. – 151 p.
222. Cohen M.A., Grossberg S.G. 1983. Absolute stability of global pattern formation and parallel memory storage by competitive neural networks. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics 13:815-26.
223. Cottrell G.W., Munro P., Zipser D. 1987. Image compression by backpropagation: An example of extensional programming. ICS Report 8702, University of California, San Diego.
224. Cottrell, G.W., Munro P., Zipser D., 1987. Image compressions by backpropagation: An example of extensional programming. Advances in cognitive science (vol.3). Norwood, NJ: Ablex.
225. Dawn Tom. SSD and the all-singing all-dancing drive // Elec. Rev. (Gt. Brit.), 1987. 220, N 19. P 23–24.
226. De Haas Manfred. Tendenzen in der Antriebstechnik // Elek. Masch., 1985. 64. N 12. P. 419–421.
227. Dynamische Gleich – und Drehstromvorshubantriebe // Antriebstechnik. 1986. 25. N 1. P. 22.
228. Farhat N.H., Psaltis D., Prata A., Paek E. 1985. Optical implementation of the Hopfield model. Applied optics 24:1469-75.
229. Fisher A.D., Giles C.L, Lee J.N. 1985. An adaptive optical computing element. Proceedings of the Optical Society of America Topical Meeting.
230. Fol Ladislav, Valouch Victor. Diagnostika poruch stridaveho pohonu se stridacem napeti // Elektrotechn. obz. 1988. 77. N 1. P. 28–34.
231. Freestone J. The diagnosis of cylinder power faults in diesel engines by flywheel speed measurement / J. Freestone, E.G. Jenkins // Int. Conf. Veh. Cond. Monit. and Fault Diagnosis.-London,6-7 March, 1985.
232. Gallant S.I., 1988. Connectionist expert system. Communications of the ACM 31:152–69.
233. Geman S., Geman D. 1984. Stochastic relaxation, Gibbs distribution and Bayesian restoration of images. IEEE Transactions on Pattern Analysis and

Machine Intelligence 6:721-41.

234. Multimicroprocessor – based Control System for Quick Response Induction Motor Drive / F. Harashima, S. Kondo, K. Ohnishi and oth. // IEEE Transactions on Industry Applications. 1985. Vol. IA–21. N 4. P. 602–609.

235. Hecht-Nielsen R. 1987a. Counterpropagation networks. In Proceedings of the IEEE First International Conference on Neural Networks, eds. M. Caudill and C. Butler, vol. 2, pp. 19-32. San Diego, CA: SOS Printing.

236. Hecht-Nielsen R. 1987b. Counterpropagation networks. Applied Optics 26(23): 4979-84.

237. Hecht-Nielsen R. 1988. Applications of Counterpropagation networks. Neural Networks 1: 131-39.

238. Horfield J.J. 1982. Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities. Proceedings of the National Academy of Science 79:2554-58.

239. Horfield J.J. 1984. Neural with graded response have collective computational properties like those of two-state neurons. Proceedings of the National Academy of Science 81:3088-92.

240. Horfield J.J., Tank D.W. 1985. Neural computation of decisions in optimization problems. Biological Cybernetics 52:141-52.

241. Horfield J.J., Tank D.W. 1986. Computing with neural circuits: A model. Science 233:625-33.

242. König W, Wernez G., Yonis M. Entwicklung von Parameter zur Darstellung des Arbeitsergebnissen blim Schleifen „Jnd. – Anz.“ 1971, 93, N34, p. 763–767.

243. Kohonen T. 1988. Self-organization and associative memory. 2d ed. New-York, Springer-Verlag.

244. Kosko B. (1987a). Bi-directional associative memories. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics 18(1):49-60.

245. Kosko B. (1987c). Constructing an associative memory. Byte, September, pp. 137-44.

246. Lewitt T.H.B. The use of speed sensing for monitoring the condition of military vehicle engines / T.H.B. Lewitt, B.Lawton // Int. Conf. Veh. Cond. Monit. and Fault Diagn.-London, 6-7 March,1985.
247. Lippman R. P. 1987. An introduction to computing with neurals nets. IEEE Transactions on Acosufics, Speech and Signal Processing, April, pp. 4-22.
248. McEliece R.J., Rosner E.G. Rodemich E.R., Venka-tesh S.S. 1987. The capacity of Hopfield associative memory. IEEE Transactions on Information Theory IT-33:461-82.
249. Milanovic M., Steinbach A. Digital Control of SCR DC-Motors. – 5 th Power Electronics Conference Budapest 85, 21 – 25 th. October, 1985. Vol. 4. P. 285–295.
250. Nowacki Zbigniew. Układy napędowe prądu stałego sterowane mikroprocesorami // Rozpr. elektrotechn. 1985, 31. N 1. P. 99–113.
251. Nyquist H. – Phys. Rev. 1927, 29, 1928, 32.
252. Ohnishi Kouhei, Veda Youzou, Miyachi Kunio. Model reference adaptive system against rotor resistance variation in induction motor drive // IEEE Trans. Ind. Electron. 1986. 33. N 3. P. 217–233.
253. Pineda F.J. 1988. Generalization of backpropagation to recurrent and higher order networks. In Newral information processing systems, ed. Dana Z. Anderson, pp. 602-11. New York: American Institute of Phisycs.
254. Psaltis D., Wagner K., Brady D. 1987 Learning in optical neural computers. In Proceedings of IEEE First International Conference on Neural Networks, edc. M. Caudill and C. Butler. San Diego, CA:SOS Printing.
255. Pytel Jan. Cyfrowe zabezpieczenie przeciązeniowe silników elektrycznych // Pr. nauk. Inst. energoelek. Pwrocx. 1986. N 70. P. 73–86.
256. Qarey M.R., Johnson D.S. 1979. Computers and intrac-tality. New York: W.H. Freeman.
257. Rumelhart D.E. Hinton G.E. Williams R.J. 1986. Learning internal representations by error propagation. In Parallel distributed processing, vol. 1, pp. 318-62. Cambridg, MA: MIT Press.

258. Schulze Manfred. Ergänzung nicht Verdrängung Entwicklungsstand und Tendenzen des Steuers und Regelns in der Elektromotorentechologie // Maschinenmarkt, 1986. 92. N 46. S. 63–64. 67–68.
259. Sejnowski T.J., Rosenberg C.R. 1987. Parallel Networks that learn to pronounce English text. *Complex Systems* 3:145–68.
260. Servo–und Spindelantriebe mit Drehstrom–Asynchronmotoren // Maschine. 1986. 40. N 4. S. 83–84.
261. Stoll H.M., Lee L.S. 1988. Continuous time optical neural networks. *Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks*. San Diego, CA:SOS Printing.
262. Stornetta W.S., Huberman B.A. 1987. An improved three-layer, backpropagation algorithm. In *Proceedings of the IEEE First International Conference on Neural Networks*, eds. M. Caudill and C. Butler. San Diego, CA: SOS Printing.
263. Tank D.W., Horfield J.J. 1986. Simple «neural» optimization networks: An A/D converter, signal decision circuit, and a linear programming circuit. *Circuits and Systems IEEE Transactions on CAS-33(5):533-41*.
264. Tendenz zu berstenlosen Antrieben // *Ind. – Anz.* 1985. 107. N94. S. 70–71.
265. Vatterli M., Kovačeveč I/ *Wavelet and Subband Conig.* Prentice Hall PTR, 1995, P. 488.
266. Wassermann P.D. 1988. Combined backpropagation/Cauchy machine. *Neural Networks. Abstracts of the First INNS Meeting, Boston 1988, vol. 1, p. 556.* Elmsford, NY. Pergamon Press.
267. 16–Bit für Deh – und Gleichstrommotoren // *Masch. und Werkzeug.* 1985. 86. N 20. S. 46–47, 50.