

Министерство образования и науки Украины
Донбасская государственная машиностроительная академия



Кравцов Дмитрий Иванович

УДК 62-83:62-50

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ УМЕНЬШЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ
НАГРУЗОК ШАХТНОЙ ПОДЪЕМНОЙ МАШИНЫ 2Ц5х2.4.

Специальность 8.5070204 - Электромеханические системы автоматизации и
электропривод

Автореферат магистерской работы

Краматорск 2014

Магистерская работа является рукописью

Работа выполнена в Донбасской государственной машиностроительной академии (ДГМА),

Министерство образования и науки Украины

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент
Шеремет Алексей Иванович, Донбасская государственная
машиностроительная академия, доцент кафедры «Электромеханические
системы автоматизации».

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Современный уровень развития компьютерной техники и численных методов анализа систем автоматического управления дают большие возможности для проектирования систем автоматического управления, а в достаточной мере разработаны методики анализа и синтеза линейных систем позволяют избежать многих трудностей на стадии разработки и первичного анализа. Развитие науки, техники и технологий на современном этапе является причиной ускорения фундаментальных исследований в области моделирования, управления, качественного и количественного анализа динамики сложных систем. Поэтому, необходимо разрабатывать новые качественные и количественные методы исследования поведения решений динамических систем, построения программных управлений, поиск условий устойчивого, надежного и безопасного функционирования сложных динамических систем, имеющих различные особенности. Сейчас создание новых технологий, сложных информационных и технических систем не может обойтись без развития фундаментальной науки в различных областях знаний.

Теоретическое обоснование и разработка рациональных параметров предохранительного торможения подъемных установок позволяет реализовать идею создания автоматизированных технологических процессов предохранительного торможения. Этому также способствует появление новых достижений в области электронной и микропроцессорной техники, управляющих контроллеров и микро-ЭВМ.

Поставленная практическая задача не может быть решена без проработки ряда возникающих теоретических вопросов, что определяет научную актуальность проблемы.

Связь работы с научными программами, планами, темами. Разработка и исследование методик анализа и синтеза электромеханических

систем автоматизации. Работа выполнена в рамках госбюджетной темы кафедры "электромеханические системы автоматизации", ДГМА.

Цель и задачи исследования. Целью квалифицированной работы магистра является исследования способов выполнения торможения при условии не превышения допустимых динамических нагрузок. Цель достигать за счет решения следующих задач:

- рассмотреть методы исследования;
- выполнить расчет основных параметров;
- исследовать разомкнутые системы предохранительного торможения, том числе системы двухступенчатого предохранительного торможения;
- получить аналитическое выражение предохранительной характеристики в процессе предохранительного торможения;
- синтез линеаризованной модели тормозной системы подъемной установки с компенсацией петлевой инерционной нелинейности;
- выполнить исследование процесса предохранительного торможения на базе цифровой модели с различными методами аппроксимации на основе z- преобразования;
- выполнить цифровое моделирование переходных характеристик замкнутой системы предохранительного торможения;
- провести экспериментальные исследования;

Объект исследований это динамические процессы в системе шахтной подъемной машины в режимах рабочего и предохранительного торможения.

Предмет исследований – рациональные параметры торможения шахтной подъемной машины в процессе эксплуатации.

Методы исследований – графоаналитические методы математического анализа и его специальных разделов; методы математического, аналогового и цифрового моделирования; численные методы вычислений, методы теории автоматического управления,

экспериментальных исследований в лабораторных и промышленных условиях.

Научная новизна полученных результатов состоит в том, что:

- 1) разработана математическая модель замкнутой системы предохранительного торможения ШПМ, с помощью которой можно проанализировать параметры существующих систем предохранительного и рабочего торможения ШПМ.
- 2) установлена и экспериментально подтверждена закономерность, заключающиеся в том, что в системах автоматически регулируемого предохранительного торможения ШПМ одностороннего действия по заданному замедлению обеспечивается снижение влияния механических вибраций и высокочастотных помех регулированием тормозного момента в функции заданной скорости, которая учитывает холостой ход тормоза и формируется путем непрерывных переключений двух линейных законов скорости: нарастания с ускорением не ниже ускорения свободного выбега и снижения по заданному замедлению предохранительного торможения;
- 3) установлено и экспериментально подтверждено, что в системах автоматически регулируемого предохранительного торможения одностороннего действия по заданному замедлению обеспечивается снижение влияния амплитуд упругих сил в канатах регулированием тормозного момента в функции заданной скорости, которая формируется путем непрерывного переключения двух линейных законов: нарастания с ускорением не ниже ускорения свободного выбега и снижения по заданному замедлению предохранительного торможения;
- 4) с учетом нелинейных свойств систем предохранительного торможения одностороннего действия, установлено, что введение зоны нечувствительности в закон управления тормозом уменьшает погрешность, внесенную амплитудами упругих сил продольных колебаний канатов, не менее чем на 5%;

5) найдена закономерность между естественной нелинейной петлевой инерционной характеристикой механичного тормоза и законом воздействия на него и разработан способ дискретного управления тормозом, с целью линеаризации его естественной характеристики.

Практическое значение полученных результатов:

- определены параметры систем ШПМ, которые оказывают влияние на динамику процесса торможения и долговечность оборудования;
- обоснованы и внедрены способы повышения точности поддержки заданного замедления системами предохранительного торможения ШПМ одностороннего действия путем повышения помехоустойчивости от высокочастотных вибраций и низкочастотных колебаний упругой части ШПМ;
- обоснован принцип и методика создания адаптивной системы предохранительного торможения ШПМ двустороннего действия, который предотвращает динамические перегрузки в упругой части ШПМ;
- разработан способ дискретной линеаризации петлевой инерционной характеристики механического тормоза с целью рационального управления им в системах рабочего и предохранительного торможения двустороннего действия;
- разработаны практические рекомендации для использования при разработке и внедрении в серийное производство систем АРПТ и автоматически избирательного предохранительного торможения (АИПТ).

Результаты исследований использованы и прошли испытания с ШПМ 2Цх5-2.4. шахты "Комсомолец Донбасса" на многоканатных ШПУ с двумя типами тормозных систем: ЦШ4-4Д с многомодульным дисковым тормозом на шахтоуправлении им. 9-й Пятилетки ПО Советскуголь и ЦШ4-4РП с радиальным тормозом на шахте "Северопесчанская" Богословского рудоуправления ПО Уралруда (Россия);

Результаты магистерской работы использованы при разработке технического задания на комплекс КРТ с регулятором высокого давления РДУЗ-3.

Личный вклад соискателя. Разработан способ дискретной линеаризации петлевой инерционной характеристики механического тормоза с целью рационального управления им в системах рабочего и предохранительного торможения двустороннего действия. разработаны практические рекомендации для использования при разработке и внедрении в серийное производство систем АРПТ и автоматически избирательного предохранительного торможения (АИПТ). Проведен ряд экспериментальных исследований на производственном оборудовании и на стенде в лаборатории.

Апробация результатов магистерской работы. Результаты исследований были представлены на Всеукраинском конкурсе студенческих научных работ по направлению "Электротехника и Электромеханика" в 2014, где работе было присуждено первое призовое место в секции «Автоматизированные энергосберегающие электромеханические системы».

Публикация результатов научных исследований. Основное содержание работы отражено в статье, опубликованной в Днепропетровском государственном техническом университете в «Сборнике студенческих научных работ» на тему «Исследование способов уменьшения динамических нагрузок шахтной подъемной машины 2ц5х2.4.» (2014 г.). Также в «Сборнике студенческих научных работ», была представлена другая работа на тему «Математическое моделирование электропривода барабана размывателя с регулировкой скорости вращения с помощью нейронной сети» (2013 г.), а также издано 3 статьи на интернет - конференциях.

Структура и объем магистерской работы. Магистерская работа состоит из введения, пяти разделов, общих выводов, списка использованных источников и приложений. Общий объем магистерской работы составляет

201 страниц, 44 иллюстраций. Список литературы содержит 97 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение содержит обоснование актуальности темы исследования, ее основную цель, научную новизну и практическую ценность полученных результатов.

Первый раздел посвящен анализу объекта исследования и выбора направлений исследований.

Рассмотрены конструктивные особенности шахтных подъемных машин, в нашем случае ШПМ 2Ц5-2.4, также рабочие тормозные режимы. В частности предохранительное торможение в шахтных подъемных машинах, классификация систем предохранительного торможения и критерии их применения. Были поставлены задачи:

- рассмотреть методы исследования;
- выполнить расчет основных параметров;
- исследовать разомкнутые системы предохранительного торможения, том числе системы двухступенчатого предохранительного торможения;
- получить аналитическое выражение предохранительной характеристики в процессе предохранительного торможения;
- синтез линеаризованной модели тормозной системы подъемной установки с компенсацией петлевой инерционной нелинейности;
- выполнить исследование процесса предохранительного торможения на базе цифровой модели с различными методами аппроксимации на основе z-преобразования;
- выполнить цифровое моделирование переходных характеристик замкнутой системы предохранительного торможения;
- провести экспериментальные исследования;

Во втором разделе рассмотрены методы исследований динамических режимов подъемных установок при предохранительном торможении. Теоретические исследования,

Рассмотрена методика экспериментальных исследований. Экспериментальные исследования выполнялись на базе привода ПШУ 2Ц5х-2.4

В третьем разделе произвели расчет параметров режима электропривода ШПТМ. Проанализировали виды торможения ДПТ.

Рассмотрели также разомкнутые и замкнутые системы предохранительного торможения шахтных подъемных установок и. Были проанализированы системы АРПТ по замедлению. Разработана математическая модель тормозной системы подъемной установки в режиме предохранительного торможения. Производился синтез линеаризованной модели тормозной системы подъемной установки с компенсацией петлевой инерционной нелинейности, так же выбор методов аппроксимации и программирования при цифровом моделировании переходных режимов на основе z-преобразования

Произведено цифровое моделирование переходных характеристик замкнутой системы предохранительного торможения и сделаны выводы.

В четвертом разделе сделаны экспериментальные исследования электропривода и механической части тормозной системы ШПМ в частности системы АРПТ.

Линеаризация характеристики тормоза с естественной петлевой нелинейной инерционностью обеспечивается широтно-импульсным управлением, путем непрерывной подачи на тормоз дискретных воздействий с максимальной амплитудой и периодом, например, в 5 раз меньшим постоянной времени механического тормоза и продолжительностью действий внутри периода пропорциональной величине необходимого тормозного момента.

В пятом разделе рассмотрены рекомендации по применению. Приложены лабораторные исследования регулятора РДУЗ-3. Проведены промышленные испытания на нескольких объектах, шахте им. 9 Пятилетки ПО Советскуголь, "Комсомолец Донбасса".

Приведены раздел охраны труда, а именно анализ опасных и вредных производственных факторов, меры по обеспечению безопасных условий труда и действия при чрезвычайных ситуациях.

Рассмотрены раздел технико-экономического обоснования модернизации системы электропривода ШПУ, а именно сущность и актуальность проведения модернизации электропривода тормозной системы ШПМ. Сделан анализ базовой и новой систем электропривода тормозной системы и сопоставление капитальных расходов, расчет и сопоставление эксплуатационных расходов, которые показали, что новая система электропривода эффективнее базовая.

Выводы

Магистерская работа является научно-исследовательской работой по решению важной и актуальной для горного производства научной задачи, которая состоит:

- в обосновании и разработке рациональных динамических параметров рабочего и предохранительного торможения, создания на их основе соответствующих рекомендаций, способов и технических устройств;
- в разработке научно обоснованных процессов в системах ШПУ на основании методов математического и цифрового моделирования;
- в экспериментальных исследованиях промышленных образцов технических устройств, разработанных на основании полученных математических описаний и обобщении результатов работы.

Результаты работы использованы при разработке проектной и технической документации на промышленные системы АРПТ и АИПТ.

Промышленные испытания и внедрение систем в серийное производство осуществлено в условиях действующих и вновь разрабатываемых подъемных установок производства ПО Донецкормаш и НКМЗ.

АННОТАЦІЯ

Кравцов Д.І. Дослідження способів зменшення динамічних навантажень шахтопідйомної машини 2Ц5х-2.4.

Магістерська робота за спеціальністю 8.5070204 – Електромеханічні системи автоматизації та електропривод, Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ, 2014.

Магістерська робота є науково-дослідною роботою за рішенням важливою і актуальною для гірського виробництва наукової задачі, яка складається:

- в обґрунтуванні та розробці раціональних динамічних параметрів робочого і запобіжного гальмування, створення на їх основі відповідних рекомендацій, способів і технічних пристроїв;
- у розробці науково обґрунтованих процесів в системах ШПУ на підставі методів математичного та цифрового моделювання;
- в експериментальних дослідженнях промислових зразків технічних пристроїв, розроблених на підставі отриманих математичних описів та узагальненні результатів роботи.

Основні наукові та практичні результати магістерського дослідження в наступному.

І. У результаті проведених досліджень встановлено, що:

- для вдосконалення систем запобіжного гальмування підйомних установок необхідна розробка точних математичних моделей, що описують динаміку врівноважених і неуврівноважених ШПУ з метою реалізації їх при розробці технічних систем;
- автоматично регульоване запобіжне гальмування, спрямоване на підтримання в процесі заданого уповільнення є універсальним принципом

для всіх типів ШПУ і забезпечує раціональні динамічні параметри у всіх режимах роботи, при змінах статичного навантаження і власних параметрів гальма (знос, зміна коефіцієнта тертя, відмов окремих елементів гальма);

- підвищення точності автоматично регульованого запобіжного гальмування однобічної дії підйомних установок, обладнаних дисковими модулями, забезпечується вибором часу квантування при вимірюванні уповільнення, з урахуванням інерційності підйомної установки і рознесенням у часі дій введення чергових груп гальмівних модулів і процесу вимірювання контрольованого параметра;

- компенсацію природної петлевої інерційної нелінійності механічної частини гальмівної системи двосторонньої дії забезпечує спосіб дискретної лінеаризації з використанням широтно-імпульсного впливу на механічний гальмо;

- зменшення динамічних навантажень підйомної установки при запобіжному гальмуванні забезпечує підтримання уповільнення поблизу допустимої нижньої межі;

2. Обґрунтовано використання для математичного опису параметрів ШПУ в режимі запобіжного гальмування методу структурного моделювання із застосуванням граничних пружних зв'язків, який дає можливість:

- використовувати методи цифрового моделювання процесів і систем;
- дослідити існуючі системи і процеси, а також синтезувати нові із заданими параметрами, в т.ч. для складних електромеханічних систем;

- використовувати методи апроксимації складних математичних моделей систем з метою застосування в них промислових технічних пристроїв;

- створювати програмне забезпечення для комп'ютеризованих систем;
- удосконалювати технічні рішення і зменшувати витрати на їх розробку.

3. Проведені дослідження і промислові випробування систем АРПТ з приводом гальма клапанного типу показали задовільні результати Вони

також дозволили виявити і усунути недоліки окремих принципів, спочатку покладених в основу побудови цієї системи:

- системи АРПТ ШПУ, оснащених багатоступеневим дисковим гальмом обмежені по точності і якості регулювання, які визначаються кількістю гальмівних модулів і способом їх введення.

4. Проведені дослідження дали можливість розробити раціональні принципи побудови досконалих і завадостійких систем АРПТ одностороннього та двостороннього дії. Аналіз сучасних тенденцій розвитку систем управління ШПУ, що відносяться до складних електромеханічних системам, показує перспективність застосування вбудованих систем управління приводами і використання принципів нечіткої логіки в деяких режимах управління запобіжним гальмом.

5. Результати роботи використані при розробці проектної та технічної документації на промислові системи АРПТ і АПТ. Промислові випробування та впровадження систем в серійне виробництво здійснено в умовах діючих і знову розроблювальних підйомних установок виробництва ПО Донецькгірмаш і НКМЗ:

1) першої вітчизняної вертикальної багатоканатної ШПУ з дисковим багатомодульним гальмом ЦШ4-4Д на шахті ім. 9 П'ятирічки ПО Советскуголь;

2) вертикальної багатоканатної ШПУ з радіальним гальмом ЦШ4-4Р на шахті "Северопесчанская" Богословського рудоуправління ПО Уралруда (Росія);

3) вертикальної багатоканатної ПШМ 2Ц5х2.4 шахти "Комсомолец Донбасу"

Ключові слова: ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНА СИСТЕМА, ЗАПОБІЖНЕ ДИНАМІЧНЕ ГАЛЬМУВАННЯ, АПРОКСИМАЦІЯ, ЛІНІОРИЗАЦІЯ, РЕГУЛЮВАННЯ, РОЗПІЗНАВАННЯ, Z – ПЕРЕТВОРЕННЯ.

АННОТАЦИЯ

Кравцов Д.И. Исследование способов уменьшения динамических нагрузок шахтопидиомной машины 2Ц5х-2.4.

Магистерская работа по специальности 8.5070204 - Электромеханические системы автоматизации и электропривод, Донбасская государственная машиностроительная академия, Краматорск, 2014.

Магистерская работа является научно-исследовательской работой по решению важной и актуальной для горного производства научной задачи, которая состоит:

- в обосновании и разработке рациональных динамических параметров рабочего и предохранительного торможения, создание на их основе соответствующих рекомендаций, способов и технических устройств;
- в разработке научно обоснованных процессов в системах ШПУ на основании методов математического и цифрового моделирования;
- в экспериментальных исследованиях промышленных образцов технических устройств, разработанных на основании полученных математических описаний и обобщении результатов работы.

Основные научные и практические результаты магистерского исследования в следующем.

1. В результате проведенных исследований установлено, что:

- для совершенствования систем меры торможения подъемных установок необходима разработка точных математических моделей, описывающих динамику уравновешенных и неуравновешенных ШПУ с целью реализации их при разработке технических систем;
- автоматически регулируемое предохранительное торможение, направленное на поддержание в процессе заданного замедления является универсальным принципом для всех типов ШПУ и обеспечивает оптимальные динамические параметры во всех режимах работы, при изменениях статической нагрузки и собственных параметров тормоза (износ, изменение коэффициента трения, отказов отдельных элементов тормоза) ;

– повышение точности автоматически регулируемого предохранительного торможения одностороннего подъемных установок, оборудованных дисковыми модулями, обеспечивается выбором времени квантования при измерении замедления, с учетом инерционности подъемной установки и разнесением во времени действий введения очередных групп тормозных модулей и процесса измерения контролируемого параметра;

– компенсацию естественной петлевой инерционной нелинейности механической части тормозной системы двустороннего действия обеспечивает способ дискретной линеаризации с использованием широтно-импульсного воздействия на механический тормоз;

– уменьшение динамических нагрузок подъемной установки при предохранительном торможении обеспечивает поддержание замедление вблизи допустимой нижней границы;

2. Обосновано использование для математического описания параметров ШПУ в режиме предохранительного торможения метода структурного моделирования с применением предельных упругих связей, позволяющий:

- использовать методы цифрового моделирования процессов и систем;
- исследовать существующие системы и процессы, а также синтезировать новые с заданными параметрами, в т.ч. для сложных электромеханических систем;
- использовать методы аппроксимации сложных математических моделей систем с целью применения в них промышленных технических устройств;
- создавать программное обеспечение для компьютеризированных систем;
- совершенствовать технические решения и уменьшать затраты на их разработку.

3. Проведенные исследования и промышленные испытания систем АРПТ с приводом тормоза клапанного типа показали удовлетворительные

результаты. Они также позволили выявить и устранить недостатки отдельных принципов, сначала положенных в основу построения этой системы:

– системы АРПТ ШПУ, оснащенных многоступенчатым дисковым тормозом ограничены по точности и качества регулирования, определяются количеством тормозных модулей и способом их введения.

4. Проведенные исследования позволили разработать рациональные принципы построения совершенных и помехоустойчивых систем АРПТ одностороннего и двустороннего действия. Анализ современных тенденций развития систем управления ШПУ, относящиеся к сложным электромеханическим системам, показывает перспективность применения встроенных систем управления приводами и использования принципов нечеткой логики в некоторых режимах управления предохранительным тормозом.

5. Результаты работы использованы при разработке проектной и технической документации на промышленные системы АРПТ и АИПТ. Промышленные испытания и внедрение систем в серийное производство осуществлено в условиях действующих и вновь разрабатываемых подъемных установок производства ПО Донецкормаш и НКМЗ:

1) первой отечественной вертикальной многоканатной ШПУ с дисковым многомодульным тормозом ЦШ4-4Д на шахте им. 9 Пятилетки ПО Советскуголь;

2) вертикальной многоканатной ШПУ с радиальным тормозом ЦШ4-4Р на шахте "Северопесчанская" Богословского рудоуправления ПО Уралруда (Россия);

3) вертикальной многоканатной ПШМ 2Ц5х2.4 шахты "Комсомолец Донбасса"

Ключевые слова: ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ, ПРЕДУПРЕЖДАЮЩАЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ТОРМОЖЕНИЯ, АППРОКСИМАЦИИ, ЛИНИОРИЗАЦИЯ, РЕГУЛИРОВАНИЕ, РАСПОЗНАВАНИЕ, Z - ПРЕОБРАЗОВАНИЯ.

ANNOTATION

Kravtsov D.I. Study ways to reduce the dynamic loads shahtopidyomnoi machine 2Ц5х-2.4.

Master's degree work after speciality 8.5070204 are the Electromechanics systems of automation and electromechanic, Donbas state engineering academy, Kramatorsk., Kramatorsk, 2014.

Master's thesis is a research work to address important and relevant to the mining industry scientific problem, which is:

– in support of the development of sound and dynamic parameters of the working and safety braking, building on their basis of the relevant recommendations, methods and technical devices;

– in the development of science-based processes in a silo systems based on methods of mathematical and numerical modeling;

– in experimental studies, industrial designs of technical devices developed on the basis of these mathematical descriptions and generalization of the results.

The main scientific and practical results of master's studies in the following.

1. The studies found that:

– to improve braking systems measure lifting equipment necessary to develop accurate mathematical models describing the dynamics of balanced and unbalanced silos in order to implement them in the development of technical systems;

– automatically controlled safety brake, aimed at maintaining the process ramp is a universal principle for all types of silos and provides optimal dynamic parameters in all operating modes, with changes in static load and its own brake parameters (depreciation, changes in the coefficient of friction, failures of individual components of the brake) ;

– increasing the accuracy of automatically controlled braking safety unilateral lifting equipment equipped with disc module, which provides timing quantization in the measurement delay, taking into account the inertia of the elevator

installation and spacing in time of the introduction of the next group of brake modules and process measurement control parameter;

- payment natural loop inertial nonlinearity of the mechanical part of the braking system provides a method of double-acting discrete linearization using a pulse-width effect on the mechanical brake;

- reducing the dynamic loads of the elevator installation with the safety braking maintains slowing near the lower limit of the permissible;

2. reasonable use for the mathematical description of the parameters of the silo in the mode of the safety braking method of structural modeling using elastic limit connections, allows you to:

- use methods of digital simulation processes and systems;
- examine existing systems and processes, as well as to synthesize new with the given parameters, including for complex electromechanical systems;

- use methods for approximating complex mathematical models of systems in order to use them in industrial technical devices;

- create software for computerized systems;

- improve the technical solutions and reduce development costs.

3. The research and industrial test systems Arpt drive brake valve type shown satisfactory results. They are also allowed to identify and address the shortcomings of certain principles, first formed the basis of the construction of this system:

- systems Arpt silos equipped with a multi-stage disc brake limited in accuracy and quality control, determined by the number of brake modules and method of administration.

4. Studies have allowed us to develop rational principles of perfect and error-correcting systems Arpt single and double acting. Analysis of contemporary trends in the development of control systems silos related to complex electromechanical system shows promising application of embedded control systems and actuators using the principles of fuzzy logic in some control modes safety brake.

5. The results of the work are used in the development of design and technical documentation for industrial systems and Arpt AIPT. Industrial testing and implementation of systems into production carried out in terms of existing and newly developed lifting equipment manufacturing and software Donetskormash NCMHs:

1) the first Soviet vertical multiple-silo with a multi-disc brake TSSH4-4D on mine it. 9 Five-Year Plan Sovetskugol;

2) multiple-vertical silos with radial brake TSSH4-4R on mine "Severopeschanskaya" Theological Mining Administration Software Uralruda (Russia);

3) vertical multiple-SMP 2Ts5h2.4 mine "Komsomolets Donbass"

Keywords: ELECTROMECHANICAL SYSTEMS, WARNS DYNAMIC BRAKING APPROXIMATION LINIORIZATSIYA, REGULATION, RECOGNITION, Z - TRANSFORM.

Підп. до друку	Формат 60×90/16	Офсетний друк
Умов. друк. арк. – 1,2	Тираж 6 прим.	Замовлення №

ДДМА, 343913, м. Краматорськ, вул. Шкадинова, 72