



Министерство образования
Республики Беларусь

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ
АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ**

**Материалы Международной научно-технической
конференции**

**Минск
БНТУ
2010**

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ
АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ**

Материалы Международной научно-технической конференции
(Минск, 24–25 мая 2010 г.)

Минск
БНТУ
2010

УДК 001:[37+658+338](063)

С 56

Редакционная коллегия:

Г.Н. Здор (главный редактор), Г.И. Гульков,
А.Н. Дербан, И.Л. Ковалева, Р.В. Новичихин

В сборнике представлены материалы Международной научно-технической конференции «Совершенствование систем автоматизации технологических процессов» 2010 года. Тематика конференции отражает актуальные проблемы автоматизации производственных процессов и промышленной робототехники.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Шульман А.И., Клебанов Е.А., Кадемик Р.С., Сеницын А.В. Перспективные задачи автоматизации промышленных предприятий	6
Дашкевич В.В. Промышленные роботы - экономические выгоды и перспективы развития	7
Дербан А.Н., Здор Г.Н. Зарубежный опыт использования робототехники в производственных транспортных системах	9
Чайкин Ф.С., Здор Г.Н., Тромпель Д.А. Автоматизация контроля прочности металлических конструкций	11
Каштальян И.А., Шелег В.К., Присевок А.Ф. Системы управления кинематикой процессов резания на станках с ЧПУ	12
Кузьмицкий И.Ф., Лихавицкий В.В., Григорьев Л.И. Состояние и перспективы автоматизации процессов получения, транспортировки и переработки углеводородного сырья	13
Гульков Г.И., Сотцев А.В., Скачек А.В. Оценка качества промышленных смесей методом измерения тока привода смесителя	14
Гируцкий И.И., Мочальский Е.Г. Применение программируемых контроллеров	15
Ермашкевич Д.Б., Жадович М.М., Штейн Б.М. Развитие системы автоматизированного проектирования технологических процессов механической обработки деталей	17
Кулаков Г.Т., Лазовская С.Н. Оптимизация корректирующего регулятора каскадной САР	18
Бренч М.П. Эвристический анализ двигателя внутреннего сгорания как объекта автоматизации	21
Анкуда Д.А., Юденков В.С. Система управления главным электроприводом печатной машины на основе регулятора с нечеткой логикой ...	22
Колонтай И.И. Автоматизация регулирования давления/вакуума само- наклада в процессе отделения и подачи бумаги	23
Климов С.Н., Шардыко П.П. Аппаратно-программная система управления технологическим процессом химического производства	24
Климов С.Н., Шардыко П.П. Программное средство для эмуляции системы тензометрических контроллеров	25
Потрясов Д.В. Применение метода электромеханических аналогий и эквивалентных схем для метрологического анализа первичных преобразователей	26
Треш А.М. Развитие возобновляемых источников энергии в Ливии	27
Александровский С.В. Электромагнитные процессы в вентильно-индукторном двигателе	28
Симонович А.В. Многоуровневая микропроцессорная система управления троллейбусом	29
Петренко Ю.Н., Грек В.А., Коваленко М.В. Имитационное моделирование шагового электропривода	30

Петренко Ю.Н., Чепура А.А. Имитационное моделирование импульсных преобразователей постоянного тока	31
Алави С.Э. Совершенствование регуляторов автоколебательного движения	32
Петренко Ю.Н., Кобринец В.П., Лихавицкий В.В. Базы данных для управления процессом нефтепереработки на основе нечеткой логики	33
Ковалева И.Л., Губанов А.А. Автоматизированная система ProRab	34
Кобринец В.П., Карлович Д.С., Братаус Е.В. Моделирование процесса сушки твердых желатиновых капсул по основным каналам управления ...	35
Вашкевич А.С., Шамаков М.С. Особенности проектирования автоматизированной системы управления котлоагрегатом	36
Скачек В.А., Сотцев А.В., Скачек А.В. Определение физико-химических свойств жидкостей методом измерения иммитанса	38
Новиков С.О., Пашенко А.В. Решение задачи оптимального позиционного управления электроприводом постоянного тока с переменным моментом инерции	39
Однолько Д.С., Санкевич С.А. Моделирование и анализ системы тягового частотно-регулируемого электропривода современного троллейбуса	40
Опейко О.Ф., Несенчук А.А. Робастный синтез системы управления с ПИД-регулятором	41
Ковалева И.Л., Федорович С.А., Шахнова А.А. Автоматизация обработки результатов томографических обследований	42
Ковалева И.Л., Данилов А.В., Витковский А.М. Автоматизированная система проектирования обучающих комплексов по электротехническим средствам	43
Бородуля А.В., Кочуров В.А., Напрасников В.В., Напрасникова Ю.В. Особенности обучения конечно-элементному моделированию на основе использования суперкомпьютера «СКИФ»	44
Напрасников В.В., Напрасникова Ю.В., Соловьев А.Н., Скалиух А.С. Использование командного файла конечно-элементной модели для поиска оптимальных вариантов технических решений	45
Сивашко А.Б., Ткачев Д.А., Случак П.А. Методика автоматизированной диагностики турбохолодильников	46
Третьяк Л.Н., Герасимов Е.М., Управление технологическим процессом пивоварения на базе формального нейрона, обладающего обратной связью	47
Ананьев М.В., Целищев А.Б., Лория М.Г., Елисеев П.И. Поиск оптимальных настроечных параметров регулятора с использование квадратичной оптимизационной функции	49
Поркуян О.В., Сотникова Т.Г. Автоматическое управление процессом обогащения железной руды на основе принципов нечеткой логики	50
Сухоносков И.П. Моделирование транспортно-накопительных систем средствами среды моделирования AUTOMOD	51
Гурский Н.Н. Активная стабилизация колебаний мобильного робота	52
Давыдова А.В., Астрейко Т.Г., Ковалева И.Л. Конечно-элементная модель для расчета напряженного состояния узла нефтедобывающей платформы	53

Филипчик Ю.Д., Калентионок Е.В. Автоматизация распределения реактивной нагрузки между параллельно работающими синхронными генераторами для повышения устойчивости энергосистем	54
Ознобишин А.А. Проблемы модернизации и внедрения АСУТП проходных газопламенных печей для нагрева заготовок под штамповку	55
Беляев В.П., Гончарик Д.Н. Автоматизированный электропривод постоянного тока с ШИМ-управлением	56
Бугай О.В., Кулаков А.Т. К вопросу структурного системного анализа при разработке объектно-ориентированного программного обеспечения	57
Дербан А.Н., Сатиков И.А. Использование Open Source программных решений в автоматизированных системах	58
Новичихина Е.Р. Сравнительный анализ методов моделирования автоматизированных производственных систем	59
Дербан Д.Н. Современные технологии реализации виртуальных машин на базе VMWARE SERVER 2	60
Синицын А.В., Шульман А.И., Клебанов Е.А., Кадемик Р.С. Алгоритмы оптимального управления распределенными объектами водоснабжения на основе данных о поле давления	61

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ**

Шульман А.И., Клебанов Е.А., Кадемик Р.С.

ООО «Техникон»

Синицын А.В.

Белорусский национальный технический университет

На современном промышленном предприятии существуют два уровня управления. Это производственный уровень управления и уровень управления предприятием.

Производственный уровень управления – это системы управления станков, технологических установок, цехов. Производственный уровень управления сформирован системами управления технологическим оборудованием. Эти системы управления поставляются непосредственно с технологическим оборудованием, либо разрабатываются предприятиями самостоятельно или с привлечением сторонних организаций.

Уровень управления предприятием – это система управления предприятием в целом. Она включает в себя управление производством, управление финансами, управление движением ТМЦ, управление качеством, управление энергоресурсами, информационные сети и пр. Уровень управления предприятия сформирован набором действующих производственных планов, инструкций, указаний, приказов и прочими нормативных документов, обеспечивающих деятельность предприятия [1,2].

В работе рассматривается перспективное направление повышения эффективности работы производственного предприятия за счет использования MES-интерфейса.

Показано, что главным источником функциональной и экономической эффективности является прямой информационный обмен между производственным уровнем и уровнем управления.

Литература

1. Карданская Н.Л., Чудаков, А. Д. Системы управления производством: анализ и проектирование: Учеб. пособие для вузов. – М.: РДЛ, 1999. – 240 с.
2. Гайфуллин, Б. Н., Обухов, И. А. Автоматизированные системы управления предприятиями стандарта ERP/MRP II Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. – М.: Богородский печатник, 2000.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ РОБОТЫ – ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВЫГОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Дашкевич В. В.
Дакор-инжиниринг

Созданием современных автоматизированных производств с использованием промышленных роботов, например, только в Японии занимается более 430 фирм. Ежегодный прирост производства промышленных роботов в развитых странах составляет примерно 30 - 40% и это несмотря на ухудшение конъюнктуры по экономике. Прогнозируемый объем мирового производства промышленных роботов в 2010 году составит более десяти миллиардов долларов без учета объемов производства сопутствующего периферийного оборудования необходимого для внедрения промышленных роботов. В количественном выражении более пятидесяти тысяч единиц промышленных роботов.

Использование промышленных роботов распределилась по отраслям промышленности следующим образом: 30% - автомобилестроение, 36% - электромашиностроение, 10% - химическая промышленность, 16% - в машиностроении металлургии, металлообработке, 8% - крупных логистических центрах.

В заготовительно-сварочном производстве применяется 16% промышленных роботов. Заготовительно-сварочное производство является одним из наиболее материала и энергоемким видом производства в машиностроительном комплексе.

Ручная сварка даже у высококлассных специалистов имеет большой процент брака. Устранение дефектов на 1 метре конструкции обходится от 400 до 5 000 долларов США. «Роботы-сварщики» обеспечивают практически 100%-ное качество, им и нужно полностью "отдать" эту производственную операцию. Промышленные роботы товар не массового потребления и отнюдь не дешевые. Невзирая на высокую стоимость, а цена промышленного робота может составлять от 30 до 70 тыс. евро, его внедрение окупается примерно за 2 - 3 года не более. Основные силы в высокоразвитых странах используются в создании новых современных производств, новой конкурентоспособной продукции, новых моделей техники, технологии и продвижение этих изделий на рынок. Это можно проследить на примере технологии резки металлов. В середине 80-х годов прошлого столетия металл с помощью лазера резали в объеме 35%, в 1999 году - 5%, в 2008 - 3, 5%. На замену дорогостоящему способу лазерной резки металлов пришли новые способы плазменной резки, которые на порядок дешевле, а

по скорости значительно превосходят, а некоторые источники плазменной резки обеспечивают резку под прямым углом.

Стоимость работ по внедрению ПР в 2 – 7 раза превышает стоимость ПР. Уменьшение производственных площадей 10 – 12 раз.

Комплексное решение вопросов по внедрению новых современных технологий в сварочно-заготовительном производстве позволяет: уменьшить энергоемкость в 2 - 7 раза, расход сварочной проволоки и защитных газов в 1,5 - 3 раза, занимаемые производственные площади в 4-10 раз, количество дефектов в 50 и более раз; увеличить коэффициент использования металла на 20 - 40 % , производительность в 3,4 – 8,4 раза, - исключить влияние человека на качество выпускаемой продукции, исключить операцию зачистки сварных швов.

Научно-производственное предприятие “Дакор-инжиниринг” создает современные сварочно-заготовительных производств, выполняет весь спектр работ по разработке, изготовлению, внедрению, обучению и сервисному обслуживанию машин термической резки, роботизированной сборки, сварки, финишной обработки сложных поверхностей, измерений, систем контроля качества произведенной продукции, технологий, программного обеспечения. Этими технологиями специалисты предприятия занимаются с 1975 года. За эти годы созданы многие технологии и средства производства, которые и сегодня эффективно используются в производствах на многих предприятиях. Сегодняшняя программа “Дакор-инжиниринг” предлагает к применению современные:

- * Машины плазменной и газокислородной резки со снятием и без снятия фаски под сварку для раскроя листового проката;

- * Машины плазменной и газокислородной резки труб различного сечения с ручной и автоматической загрузкой в зону резки;

- * Роботизированные комплексы сварки, линии мало, средние и крупногабаритных изделий, в том числе сосудов высокого давления;

- * Сварочные колонны для сварки изделий под флюсом и в среде защитных газов;

- * Робототехнические комплексы рентген контроля сварных швов, литевых заготовок, сверхкрупногабаритных шин без применения дорогостоящих пленок и химреактивов;

- * Программное обеспечение автоматики, интерфейсы оператора, САД-САМ системы подготовки управляющих программ раскроя листа и вырезки замков труб для сопряжения под разными углами как без смещения осей, так со смещением осей;

- * Консультационные услуги.

- * Модернизацию вышеуказанного оборудования.

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РОБОТОТЕХНИКИ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ

Дербан А.Н., Здор Г.Н.

Белорусский национальный технический университет

Решение задачи транспортировки и складирования готовой продукции в рамках массового производства является актуальным и востребованным, особенно в условиях предельной загрузки производственных мощностей. Высокая стоимость аренды площадей земли не только пагубно отражается на итоговой цене продукции, но и заставляет производителей автоматизированных линий все плотнее концентрировать производственное оборудование и склады готовой продукции. Если технологический процесс и оборудование компоновать с учетом минимальный занимаемых площадей достаточно трудно, то для задач хранения произведенных товаров традиционно используются многоуровневые автоматизированные склады. Необходимо отметить, что спрос на решение задачи по оптимизации производственного цикла и объектов складирования, сформировал сектор рынка, который принято относить к так называемым логистическим технологиям, в которых ключевым звеном являются роботы.

Основываясь на опыте ведущего производителя логистических решений для крупных предприятий Elettric80 (Италия), можно выделить два контура, в рамках которых используются роботы: производственный и транспортный. В рамках первого контура используются специализированные РТК, основным звеном в которых является промышленные роботы (Fanuc). Сам по себе промышленный робот является типовым, но системы захвата, оборудование паллетизации и упаковки создаются с учетом специфики готовой продукции (размер, масса, хрупкость и т.д.). Основной задачей первого контура является бесперебойное обслуживание автоматизированных линий, транспортирующих на последнем этапе готовую продукцию практически не прерывно и круглосуточно. Первый контур не только снимает произведенный товар, но и формирует определенным образом многоуровневые паллеты, слои которых перекладываются армирующими прокладками для повышения устойчивости. После формирования готовой паллеты она транспортируется с помощью устройства подачи в точку, которая обслуживается робокаром (LGV).

Второй контур логистической системы представляет собой совокупность роботизированных тележек собственной разработки компании Elettric80 и автоматизированного склада. Основными задачами LGV является обслуживание по запросу РТК паллетизации, транспортировка на РТК

обмотки в стрэч-пленку собранных паллет, доставка упакованных паллет в ячейки склада, а также отгрузка запрошенных единиц из ячеек склада потребителям произведенной продукции. Количество LGV, их компоновка и характеристики определяются в тесном сотрудничестве инженеров–проектировщиков и заказчика автоматизированной транспортной системы. Лазерная навигация на основе маркеров, маршруты движения робокаров, возможные коллизии между ними определяются на основе имитационного моделирования с использованием собственных программных продуктов Elettric80.

Второй контур логистической системы представляет собой совокупность роботизированных тележек собственной разработки компании Elettric80 и автоматизированного склада. Основными задачами LGV является обслуживание по запросу РТК паллетизации, транспортировка на РТК обмотки в стрэч-пленку собранных паллет, доставка упакованных паллет в ячейки склада, а также отгрузка запрошенных единиц из ячеек склада потребителям произведенной продукции. Количество LGV, их компоновка и характеристики определяются в тесном сотрудничестве инженеров–проектировщиков и заказчика автоматизированной транспортной системы. Лазерная навигация на основе маркеров, маршруты движения робокаров, возможные коллизии между ними определяются на основе имитационного моделирования с использованием собственных программных продуктов Elettric80.

Робототехнические комплексы, обслуживающие производственные линии и робокары находятся под управлением единой системы (WMS), которая контролирует потоки поступающих заданий, распределяет их между LGV, отслеживает загрузку ячеек склада с учетом номенклатуры продукции, а также контролирует текущее состояние LGV, например, уровень заряда батареи и необходимость их замены.

Затраты на разработку и внедрение описанных выше логистических решений являются весьма существенными. Однако в условиях массового производства, которое нагружено на максимум собственных возможностей, без использования приведенных выше технологий, организовать производственный цикл и согласовать его с отгрузками практически не реально. Итальянский опыт использования подобных систем по всему миру позволяет сделать вывод, что от 10 до 25 процентов сокращаются затраты на обслуживание автоматизированных производственных линий при этом практически отсутствуют неудовлетворенные заявки потребителей готовой продукции.

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ПРОЧНОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Чайкин Ф.С., Здор Г.Н.

Белорусский национальный технический университет

Тромпель Д.А., БелДорНИИ

Обеспечение надежной и безопасной эксплуатации несущих металлических конструкций зданий и сооружений, а также контроль их состояния еще на этапе возведения в значительной степени связаны со своевременным определением фактических и возможных причин повреждения и разрушения их элементов.

Проблематичность применения существующих методик связана с необходимым присутствием человека в зоне контроля. Кроме того, в ряде случаев существует необходимость контроля работы конструкции в динамике на протяженном отрезке времени. Встает задача автоматизации процесса контроля прочности несущих металлических конструкций зданий и сооружений.

В качестве решения предлагается система автоматизированного контроля на основе микроконтроллеров и ЭВМ. Система построена с использованием датчиков внутреннего напряжения в контролируемых точках конструкции. Все датчики с обслуживающими контроллерами объединяются в линию, данные по которой передаются последовательно, от одной контрольной точки к другой, и поступают на ПК под управлением ОС Windows XP. На ПК производится сохранение данных и их дальнейшая передача на центральный узел для отображения и резервного хранения. Передача данных на центральный узел может осуществляться по беспроводной связи: технологии Wi-Fi или GPRS.

Главными особенностями системы являются: возможность удаленного контроля за состоянием конструкции, что позволяет исключить необходимость присутствия людей в зонах потенциальной опасности, и высокая надежность передачи и хранения данных, которая достигается благодаря специально разработанной конфигурации линий питания датчиков и наличию резервной независимой линии передачи данных. Таким образом, все данные дублируются при передаче и хранении, а разрыв линии связи или питания приводит в худшем случае к выпадению только одной из контрольных точек.

Система успешно прошла испытания во время надвигки несущих металлических конструкций мостов через реку З. Двина на юго-западном обходе г. Витебска и через реку Сож в г. Гомеле.

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КИНЕМАТИКОЙ ПРОЦЕССОВ РЕЗАНИЯ НА СТАНКАХ С ЧПУ

Каштальян И.А., Шелег В.К., Присевок А.Ф.
Белорусский национальный технический университет

В результате анализа особенностей микропроцессорных систем ЧПУ и требований, предъявляемых к ним, принята стратегия управления кинематикой процессов резания, которая заключается в следующем. Параметр, используемый в качестве управляющего воздействия, изменяется приращением в функции пути, а уровень сигнала управления между приращениями остается постоянным и определяется частотой управляющих импульсов (формируется в функции времени). В качестве управляющего воздействия использованы подача S и скорость резания V . При этом реализованы законы изменения управляющего воздействия, которые могут быть описаны в одном кадре управляющей программы (УП) и использованы как типовые решения при выполнении различных технологических операций механической обработки. К таким законам относятся линейное изменение минутной подачи в функции пути; модулированное изменение подачи; прерывание подачи; линейное изменение скорости резания и подачи в функции пути; поддержание постоянства скорости резания и подачи на оборот при торцовом и фасонном точении.

В соответствии с выбранной стратегией управления разработаны инвариантные математические модели и алгоритмы указанных законов изменения управляющего воздействия, которые использованы при создании программных модулей для систем управления станками различных технологических групп, что позволило расширить состав опций систем ЧПУ и, как следствие, повысить их технический уровень. Взаимодействие программных модулей, реализующих функцию включения в процесс резания кинематической нестабильности, с другими модулями системы ЧПУ, осуществляется путем обмена информацией. При этом каждый модуль включается путем задания соответствующих параметров. В качестве идентификаторов этих параметров выбираются символы адресов кода ИСО-7бит, которые не использованы при кодировании стандартных функций для конкретного сочетания «станок – устройство ЧПУ». На базе разработанных программных модулей созданы системы адаптивного управления обработкой заготовок на токарных станках с ЧПУ, позволяющие повысить производительность формообразования нежестких деталей более чем в два раза и точность их формы в продольном сечении на 1 - 2 квалитета.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ, ТРАНСПОРТИРОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Кузьмицкий И.Ф., Лихавицкий В.В.

Белорусский государственный технологический университет

Григорьев Л.И.

Российский государственный университет нефти и газа им. Губкина

Более полувека как сформировались существующие промышленные технологии добычи, транспортировки и переработки углеводородного сырья (природный газ, нефть). За отмеченный период существенно вырос объем добываемого и перерабатываемого сырья. В то же время качественные показатели этих процессов изменились незначительно. Количество добываемого сырья и продуктов переработки определяется количеством технологических аппаратов, которые рассчитываются на основе теории подобия и аналитико-эмпирических зависимостей. Например, расчет ректификационной колонны может быть основан на эмпирических соотношениях суммарных затрат на ее сооружение с учетом расходов дистиллята, флегмы и поперечного сечения колонны.

Подобных соотношений для управления качеством продуктов ректификации к настоящему времени не установлено. На всех стадиях движения и переработки углеводородного сырья управление технологическими процессами осуществляется с помощью систем автоматизации отдельных операций. Это требует увеличения затрат на автоматизацию этих производств на несколько порядков в сравнении с существующим уровнем, что значительно увеличивает период обновления средств автоматизации в рассмотренных отраслях. Как возможный путь, хотя бы для частичного прогресса в автоматизации указанных процессов, можно выделить следующие направления.

Первое направление – развитие интеллектуализации наиболее важных технических узлов систем автоматизации. Речь идет о создании и внедрении в производства интеллектуальных датчиков, исполнительных механизмов и регулирующих органов.

Второе направление – разработка и внедрение адаптивных алгоритмов векторного управления распределенными технологическими процессами.

Третье направление – разработка и внедрение автоматизированных систем диагностики работы технологического оборудования.

Четвертое направление – разработка и внедрение автоматизированных тренинговых систем для диспетчерского персонала производств.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОМЫШЛЕННЫХ СМЕСЕЙ МЕТОДОМ ИЗМЕРЕНИЯ ТОКА ПРИВОДА СМЕСИТЕЛЯ

Гульков Г.И., Сотцев А.В., Скачек А.В.

Белорусский национальный технический университет

Повысить качество производимой смеси и избавиться от влияния случайных погрешностей позволяют не прямые методы непрерывного контроля. Одним из таких методов является определение и поддержание водно-цементного и песчано-цементного соотношения для бетонов и соотношения песок-битум для асфальтов. Главной трудностью является определение данного соотношения непосредственно при изготовлении смеси. Основой метода является зависимость тока двигателя от соотношения компонентов смеси. Для его реализации используется микропроцессорное устройство, позволяющее определять ток двигателя в каждой фазе. Это устройство устанавливается в шкафу управления линии и подключается последовательно с питанием двигателя.

Опытная эксплуатация таких устройств, условно названных консистометрами, показала, что каждому типу бетонной или асфальтной смеси соответствует своя нагрузочная характеристика двигателя, которая определяется рядом параметров.

К параметрам нагрузочной характеристики относятся: время нарастания t_1 , время установления (t_3-t_2), скорость нарастания и скорость установления. Увеличение количества цемента в смеси приводит к уменьшению времени нарастания и увеличению времени установления, а изменение соотношения вода-цемент приводит к различным уровням абсолютного значения нагрузки на двигатель.

При работе устройство непрерывно анализирует изменение тока и выделяет участки нагрузочной характеристики, соответствующие смешиванию. При смешивании производится сравнение характеристики с записанной в памяти и центральному управляющему устройству передаются корректирующие действия. К таким действиям относятся увеличение дозы воды или песка, увеличение или уменьшение времени смешивания и др.

Данный метод имеет следующие преимущества: результаты корректировки не зависят от влажности компонентов смеси, время смешивания соответствует необходимому, исключено неполное перемешивание, за счет рационализации времени смешивания существенно экономится электроэнергия и уменьшается ее удельный вес в стоимости продукции, что приводит к значительной экономии. Стоимость устройства не превышает 1000 долларов США.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ КОНТРОЛЛЕРОВ

Гируцкий И.И.

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по
механизации сельского хозяйства»

Мочальский Е.Г.

УП «Энтас»

Впервые ПЛК были применены в США для автоматизации конвейерного сборочного производства в автомобильной промышленности (1969 г.). В России первый программируемый контроллер был создан во Всесоюзном научно-исследовательском институте релестроения (ВНИИР г. Чебоксары) в 1978 г. Логический контроллер Б-9605 имел модульную конструкцию, что позволяло варьировать число входных/выходных сигналов. Процессор контроллера был выполнен на интегральных микросхемах 155 серии и имел пользовательскую память для размещения прикладных программ объемом 4 Кбайта.

Термин «микропроцессорный программируемый контроллер» и сегодня трактуется неоднозначности. В качестве синонимов часто используются следующие определения: программируемый контроллер, промышленный контроллер, микропроцессорный контроллер или компьютеризированный контроллер. Так в чем же отличается промышленный контроллер от компьютера в промышленном исполнении?

Контроллер - это специализированный компьютер, предназначенный для построения систем управления технологическими процессами в жестких условиях реального производства. Отличительными особенностями этой специализации являются:

- простой интерфейс ввода с датчиков и вывода на исполнительные механизмы типовых электрических сигналов;
- циклический характер выполнения прикладных управляющих программ;
- наличие операционной системы жесткого реального времени и специализированной системы программирования с набором графических и текстовых языков программирования, удовлетворяющих требованиям стандарта МЭК 61131-3;
- частичное или полное пылевлагозащищенное исполнение с возможностью размещения внутри и вне шкафа управления.

Высокие потребительские качества промышленных контроллеров, главными из которых являются высокая функциональность, надежность и универсальность при невысокой стоимости привели к их массовому внедрению. Поэтому ликвидация безграмотности в этой области является акту-

альной задачей для специалистов различных профилей. Они должны уметь структурировать проектные решения в терминах аппаратного и программного обеспечения, организации человеко-машинного интерфейса и обмена информацией между распределенными подсистемами с использованием локальных вычислительных сетей (ЛВС). В ИУС сравнительно легко вводятся новые алгоритмы управления путем замены программы, без перемонтажа и замены аппаратуры. Поэтому современные ИУС представляют собой принципиально новую технологию управления, обладающую большой гибкостью и новыми возможностями в повышении эффективности производства.

Такие информационно-управляющие системы имеют следующие особенности:

- характеризуются многократным (в сотни, тысячи и более раз) увеличением объемов перерабатываемой информации о состоянии объекта управления при принятии управленческих решений;

- строятся на базе микропроцессорных контроллеров общепромышленного применения, промышленных и персональных компьютеров, с встроенными вычислительными сетями, что позволяет создавать распределенные и многоуровневые системы управления;

- реализуют средствами программно-технического комплекса (ПТК) как информационно-вычислительные, так и управляющие функции (логическое и дисплейное управление, автоматическое регулирование, технологические защиты, блокировки и др.), т.е. впервые интегрированный программно-технический комплекс заменяет ранее информационно не связанные локальные подсистемы (КИП, автоматическое регулирование, дистанционное управление, технологические защиты и др.);

- основные функциональные задачи реализуются в виде прикладного программного обеспечения, при этом избыточные программно-технические возможности универсальных устройств управления можно использовать для функциональной диагностики технологического оборудования, что придает черты «интеллектуальности» системе управления и значительно повышает надежность выполнения технологических процессов.

В качестве иллюстрации эффективности этих идей в докладе рассмотрен ряд примеров модернизации систем управления разнообразным оборудованием на базе промышленных контроллеров австрийской фирмы V&R.

1. Гируцкий И.И. Учебно-научная лаборатория на базе промышленных контроллеров// Промышленные контроллеры и АСУ. 2007. –№9. – с.36-40.

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Ермашкевич Д.Б., Жадович М.М., Штейн Б.М.
УП «Институт Белоргстанкинпром»

Анализируются САПР, предлагаемые на рынке Республики Беларусь и их функциональные возможности.

Предлагается САПР ТП МО, разработанная в УП «Институт Белоргстанкинпром», в которой около 70–80% всех деталей изделия проектируется в автоматическом режиме. В основу работы системы положены комплексные технологические процессы, содержащие операции, модели оборудования и переходы на определенную группу деталей с условиями их назначения. Комплексный процесс представляет собой избыточный типовой технологический процесс для любой детали, входящей в группу со сходными конструкторско-технологическими признаками.

САПР ТП МО отличается от других САПР: наличием автоматического режима, при работе с которым не требуется высокая квалификация технолога; возможностью подключения САПР УП модуля для проектирования управляющих программ для оборудования с ЧПУ, что позволяет осуществлять технологическую подготовку производства в сквозном режиме; возможностью проектировать детали сложной конфигурации в автоматическом режиме с дальнейшей корректировкой в режимах проектирование с редактированием и диалог; наличием базы знаний, которая создавалась на протяжении многих лет в результате тесного сотрудничества с предприятиями, что позволяет сократить время адаптации.

Дальнейшее развитие САПР ТП МО направлено на повышение уровня автоматизации проектных процедур и расширение сервисных функций: 1) повышение уровня автоматизации проектирования техпроцессов обработки корпусных деталей в двух направлениях: проектирование в автоматическом режиме с необходимой доработкой в других режимах системы на базе комплексных техпроцессов обработки корпусных деталей, поддающихся группированию по конструктивно-технологическим признакам; проектирование в диалоговом режиме методом синтеза с использованием конструктивно-технологических элементов (КТЭ) техпроцессов обработки корпусных деталей по своим конструктивно-технологическим параметрам не поддающихся группированию или не обеспеченными КТП по тем или иным причинам; обеспечение сквозного проектирования на основе САПР ТП МО по другим переделам по общему маршруту обработки.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОРРЕКТИРУЮЩЕГО РЕГУЛЯТОРА КАСКАДНОЙ САР

Кулаков Г.Т., Лазовская С.Н.

Белорусский национальный технический университет

Рассматривается вопрос выбора методики оптимизации ПИД-регулятора.

В качестве исходных данных для моделирования были использованы следующие передаточные функции:

$W_{op}(p) = 2,2 / ((21p+1) \cdot (2p+1))$ – передаточная функция опережающего участка объекта регулирования (инерционное звено второго порядка), на вход которого поступает регулирующее воздействие стабилизирующего ПИ-регулятора и выходной величиной которого является промежуточная регулируемая величина $y_1(t)$;

$W_{ин}(p) = 1 \cdot e^{-37,5 p} / (52p+1)$ – передаточная функция инерционного участка объекта регулирования (инерционное звено первого порядка с запаздыванием), на вход которого поступает промежуточная регулируемая величина $y_1(t)$ и на выходе которого появляется регулируемая величина $y(t)$;

$W_{в}(p) = 10 / (30p+1)$ – передаточная функция крайнего внешнего возмущения, представляющая собой инерционное звено первого порядка.

В качестве исходной использовалась типовая структурная схема КСАР [3]. При этом стабилизирующий ПИД-регулятор настраивался по методу частичной компенсации, корректирующий регулятор – по методу полной компенсации в общем виде (по методам БНТУ) [4]. Исследование проводилось при основных возмущениях (скачок задания, внутреннее и крайнее внешнее возмущения). Результаты численного эксперимента представлены на рис. 1 и 2.

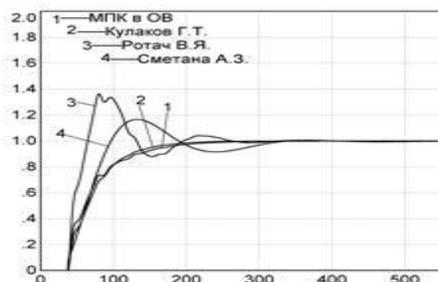


Рис. 1. Отработка скачка задания

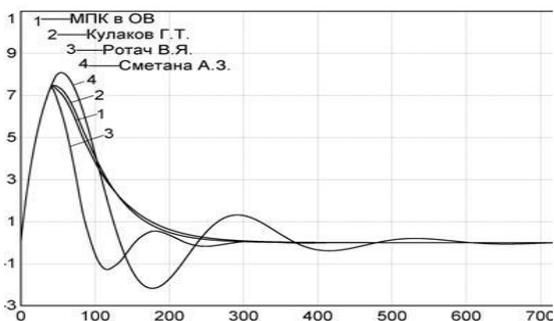


Рис.2 Отработка крайнего внешнего возмущения.

Результаты анализа графиков рис.1 и рис.2 представлены в таблице 1, где Δu_{\max} – максимальная динамическая ошибка регулирования, ψ – степень затухания (%), t_p – полное время регулирования (с), $x_{зд}$ – скачок задания, f_2 – крайнее внешнее возмущение.

Таблица 1.

Метод	Возмущение	Δu_{\max}	ψ	t_p
МПК в ОБ [4]	$x_{зд}$	1	100	209
	f_2	7,4	100	343
Кулакова [4]	$x_{зд}$	1	100	183
	f_2	7,46	100	320
Ротаца [1]	$x_{зд}$	1,35	24	249
	f_2	7,32	93	342
Сметаны [5]	$x_{зд}$	1,16	14	310
	f_2	7,5	92	572

Кроме того, проводилось сравнение метода [5] и метода [4] в одноконтурной САР с ПИД-регулятором. В качестве исходных данных для моделирования была использована передаточная функция объекта [5]:

$$W(p) = e^{-0,19p} / ((0,9p+1) \cdot (0,38p+1)^2)$$

Результаты численного эксперимента представлены на рис. 3

Результаты анализа графиков рис.3 представлены в таблице 2.

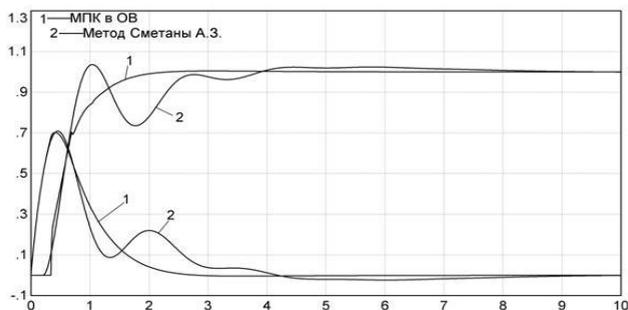


Рис.3. Графики переходных процессов при обработке скачка задания и крайнего внешнего возмущения для метода [5] и [1]

Таблица 2.

Метод	Возму- щение	Δu_{\max}	ψ	t_p
МПК в ОБ[4]	$x_{зд}$	1	100	1,8
	f_2	0,41	100	2,2
Мет.Сме- таны[5]	$x_{зд}$	1,03	1,2	7,3
	f_2	0,47	100	6,9

Выводы:

1. Метод БНТУ позволяет уменьшить полное время регулирования в среднем на 30% и уменьшить максимальную динамическую ошибку регулирования в среднем на 1,5% при обработке крайнего внешнего возмущения и на 19% при обработке скачка задания.

2. Методы БНТУ обладают наилучшим регулирующим воздействием, меньшим в 1,5-2 раза по сравнению с методами [5] и [1].

Литература:

1. Ротач В.Я. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами. – М.: Энергоатомиздат, 1985.

2. Кузьмицкий И.Ф., Кулаков Г.Т. Теория автоматического управления. – Мн.: БГТУ, 2010.

3. Кулаков Г.Т. Анализ и синтез систем автоматического регулирования. – Мн.: Технопринт, 2003.

4. Ротач В.Я. ТАУ. – М.: Издательство МЭИ, 2004.

5. Сметана А.З. Методика расчета параметров настройки систем автоматического регулирования теплоэнергетических процессов // Теплоэнергетика.- 2002.- №10.- С 40-45.

ЭВРИСТОПНЫЙ АНАЛИЗ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ КАК ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

Бренч М.П.

Белорусский национальный технический университет

Одним из основных направлений по достижению высоких количественных и качественных показателей работы двигателя внутреннего сгорания (ДВС) является автоматизация его функционирования. Следовательно, актуальным является выявление мест автоматизации на двигателе.

На кафедре “Двигатели внутреннего сгорания” БНТУ разрабатывается методика выявления мест в техническом объекте с заранее поставленной целью.

Эвристопный анализ технического объекта (греч.. эврисхо - нахожу, греч. топос - место) - методика прогнозного выявления структурных элементов объекта или процессов в них, использование которых позволит организовать алгоритм достижения предварительно поставленной цели (решения поставленной задачи). Если ставится такая задача как автоматизация объекта, то существо эвристопного анализа заключается в нахождении мест автоматизации, выявлении управляемых параметров и управляющих факторов. На базе выявленных элементов можно создавать соответствующие САУ или САР.

Методика эвристопного анализа предполагает заданную последовательность действий и применение разных методов для достижения заданных целей. Например, возьмем в качестве объекта анализа центральный кривошипно шатунный механизм. Определяем постановку задачи - выявить в поршневом ДВС узел, позволяющий изменять ход поршня для управления рабочим объемом двигателя во время его работы. Далее представляем объект анализа в виде функциональной модели и определяем функции каждого элемента модели. Для нахождения нужного конструктивного элемента, определенно целью исследования, используем метод морфологического синтеза технических решений [1]. Перебором возможных технических решений выходим на схему: поверхность поршня шатун –двойной эксцентриковый вал. Конструктивная реализация по этой схеме получила признание патентного ведомства. В выбранном решении управляемым параметром является радиус кривошипа, организованный двумя эксцентриками.

1. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. - М.: Машиностроение, 1988 - 368 с.

УДК 621.3

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ГЛАВНЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ПЕЧАТНОЙ МАШИНЫ НА ОСНОВЕ РЕГУЛЯТОРА С НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКОЙ

Анкуда Д.А., Юденков В.С.

Белорусский государственный технологический университет

В настоящее время для многокрасочных печатных машин наметилась тенденция к переходу от группового трансмиссионного электропривода к индивидуальному электроприводу отдельных печатных секций. Такое построение значительно упрощает кинематические схемы машин, облегчает условия эксплуатации, сокращает время подготовительных операций перед печатью тиража, повышает модульность печатных машин. Однако отсутствие общего механического вала накладывает высокие требования к синхронизации по скорости и положению печатных цилиндров отдельных печатных секций, приводимых не связанными механически электроприводами переменного тока.

При рассмотрении требований, предъявляемых к многодвигательному электроприводу листовых печатных машин, можно отметить следующее: 1) диапазон регулирования скорости должен составлять не менее 20; 2) должна обеспечиваться высокая точность синхронизации по угловому положению валов электроприводов отдельных печатных секций (допустимое отклонение расположения изображения на лице и обороте запечатываемого листа составляет 0,1 мм). Этим требованиям удовлетворяет асинхронный электропривод с векторным управлением с датчиками обратной связи.

Параметры печатной машины постоянно изменяются в некоторых пределах. Так, момент статического сопротивления зависит от плотности бумаги, количества наносимой краски, определяемой сюжетом изображения (от 35 до 240 г на 1000 оттисков форматом 600x900 мм). Таким образом, при разработке системы автоматического управления главным приводом печатной машины становится актуальным обращение к нечеткому управлению.

Проверка работоспособности системы управления главным электроприводом двухкрасочной печатной машины с регулятором на основе нечеткой логики проведена путем имитационного моделирования в пакете Simulink среды Matlab 6.5. Результаты моделирования показали, что система управления главным электроприводом печатной машины на основе регуляторов с нечеткой логикой обладает большим быстродействием при меньшей статической ошибке, чем традиционная система управления на основе ПИД-регуляторов.

УДК 681.62.066
**АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ/ВАКУУМА
САМОНАКЛАДА В ПРОЦЕССЕ ОТДЕЛЕНИЯ И ПОДАЧИ
БУМАГИ**

Колонтай И.И.

Белорусский государственный технологический университет

Надежность процесса отделения и подачи листов бумаги самонакладом листовой печатной машины и его качество являются важнейшими критериями, гарантирующими бесперебойность работы печатной машины, стабильность ее производительности и отсутствие брака продукции. Соблюдение перечисленных критериев зависит в первую очередь от правильности подобранных значений давления на раздувах самонаклада печатных машин и вакуума его присосов. Последние зависят от используемых материалов (формат, плотность, влажность – для материалов, впитывающих влагу), параметров работы машины (скорость), условий работы оборудования (климат в помещении).

Используя полученные зависимости давления и вакуума от перечисленных параметров листов бумаги и скорости работы машины, автоматизированная система посредством исполнительных механизмов изменяет давление и вакуум на раздувах и присосах, создавая оптимальные условия для лучшего отделения листа бумаги от стопы.

Автоматизированная система адаптируется к изменяющимся условиям работы машины (скорость печатания) и влажности материала (для влаговпитывающих материалов), т.к. управляющее воздействие исполнительных механизмов является функцией от этих величин. Константы управляющей функции – значения формата и плотности материала – вводятся оператором перед началом работы.

Для реализации обратной связи автоматизированной адаптивной системы производится постоянный контроль за установившимся при помощи исполнительных механизмов давлением/вакууме. В качестве исполнительных механизмов используются преобразователи давления/вакуума ПТВ.

Система самообучаема. В автоматизированной адаптивной системе предусмотрена корректировка оператором печатной машины значения управляющего воздействия на исполнительные механизмы путем установки требуемых, по его мнению, уровней давления/вакуума. Отклонение пользовательских установок от расчетных значений фиксируются, анализируются. При выявлении зависимости, полученной в результате сбора статистической информации по отклонениям, применяется коррекция расчетной формулы управляющего воздействия.

АППАРАТНО - ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Климов С.Н., Шардыко П.П.

Белорусский национальный технический университет

Основными направлениями развития автоматизированных систем управления технологическими процессами являются повышение точностных показателей контролируемых параметров с обеспечением технологических требований путём совершенствования архитектуры системы управления и применения аппаратно-программных решений.

Данная автоматизированная система управления технологическим процессом построена по многоуровневому принципу. Нижний уровень представлен различными датчиками и исполнительными устройствами. Средний уровень состоит из модулей получения данных и модулей релейных выходов. Модули получения данных ADAM серии 4000 фирмы Advantech, используемые в данной системе управления, предназначены для преобразования аналоговых и цифровых сигналов в данные одного из промышленных протоколов. Также в системе используются модули с релейными выходами, предназначенные для управления исполнительными устройствами и механизмами. Модули ADAM обеспечивают фильтрацию входных данных, имеют встроенные средства калибровки и являются пассивными одноуровневыми устройствами.

Реализация верхнего уровня управления представляет собой программное средство управления модулями на базе промышленного компьютера. Отличием данной системы от типовых систем управления с верхним уровнем управления на базе контроллера оператора является возложение части функциональной нагрузки среднего уровня на верхний, т.е. программная реализация блокировок системы, калибровки каналов модулей в зависимости от допустимого диапазона значений и измеряемых физических величин (тока либо напряжения).

Алгоритм обмена между компьютером и модулями ADAM обеспечивает получение корректных данных, быструю реакцию на команды, а так же контроль времени ответа. Он основан на последовательном выполнении операций запрос-ответ с контролем корректности данных, и с возможностью внеочередного исполнения команд управления релейными выходами.

Таким образом, данная автоматизированная система управления отличается применением модулей получения данных и верхним уровнем управления с расширенной функциональной нагрузкой.

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ЭМУЛЯЦИИ СИСТЕМЫ ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРОВ

Климов С.Н., Шардыко П.П.

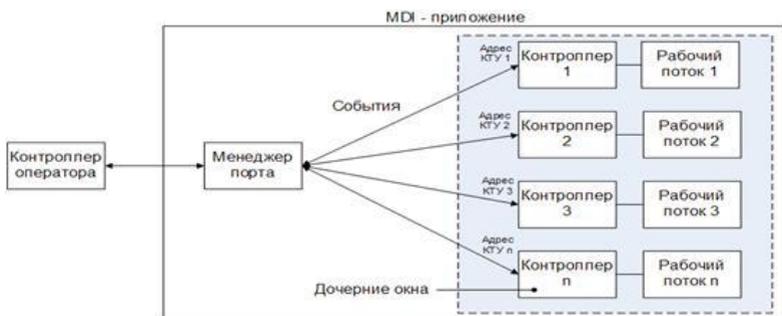
Белорусский национальный технический университет

Скорость внедрения, качественные и количественные показатели автоматизированных систем дозирования зависят не только от параметров системы и объекта автоматизации, но и от точной и правильной настройки параметров функционирования системы. Компьютерная эмуляция системы дозирования является логичным этапом развития этого направления. В данном случае рассматривается эмулятор системы тензометрических контроллеров КТУ-2. Контроллер представляет собой измерительно-управляющее устройство. Эмуляции подлежали следующие функции: измерение аналогового сигнала, индикация массы, обмен по последовательному каналу, интерфейс с оператором, дозирование до 4 компонентов с выгрузкой.

Программа эмулирует систему, в которую могут включаться от одного до восьми независимых контроллеров, каждый из которых функционирует по определённому алгоритму.

Поскольку в системе функционирует от 1 до 8 контроллеров независимо друг от друга, получая команды управления от устройства управления верхнего уровня, то используется многопоточное программирование на базе MDI-приложения. Каждый эмулируемый контроллер реагирует на команды, адресованные только ему. Контроллеры уникально идентифицируются параметром в памяти - адресом КТУ. Также реализован общий для всех контроллеров менеджер последовательного порта, который выполняет чтение, анализ команд и производит запись данных в буфер порта.

Разработанная структура приложения изображена на рисунке:



УДК 531.7.08; 681.2; 681.26:681.586

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ АНАЛОГИЙ И ЭКВИВАЛЕНТНЫХ СХЕМ ДЛЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПЕРВИЧНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Потрясов Д.В.
ООО «ТУССОН»

Предлагается метод анализа и синтеза первичных тензометрических несоизмерительных преобразователей, который отличается.

Во-первых, анализ погрешностей, возникающих в тензометрических преобразователях, показывает, что применение метрологического метода исключения погрешностей (оптимизация условий ввода механической величины и компенсация внешних воздействий окружающей среды) и структурного (снижение случайной составляющей погрешности за счет математической обработки) в большинстве случаев приводят к существенному удорожанию и сложности преобразователя. Поэтому, конструктивно-технологический метод исключения таких систематических погрешностей, как нелинейность, гистерезис и ползучесть в упругом элементе преобразователя остается на сегодняшний день основным.

Во-вторых, методы теории упругости и прикладной механики достаточно сложны, поэтому предлагается использовать для метрологического анализа упругих элементов метод электромеханических аналогий и эквивалентных схем. Основной идеей данного метода является синергетический подход, когда механический или электромеханический объект, разбивается на совокупность элементарных объектов, при этом механическим величинам ставятся в соответствие электрические аналогии.

Принципиально новым является то, что в физическом смысле однородный объект (упругий элемент) разбивается на геометрически элементы, каждый из которых обладает массой, упругостью и податливостью.

В-третьих, метод позволяет исследовать нестационарный переходной процесс приложения ступенчатой внешней нагрузки (веса) к упругому элементу преобразователя, который затухает со временем, так как любое вещество (материал) обладает внутренним трением.

Разработанный метод позволяет провести анализ упругих элементов тензометрических преобразователей с использованием оптимизации, осуществить синтез новых моделей, обладающих улучшенными метрологическими характеристиками.

РАЗВИТИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ЛИВИИ

Треш А.М.

Белорусский национальный технический университет

Многие страны имеют национальные или региональные программы развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Это относится и к Ливии, обладающей большими запасами нефти и газа. В стране имеется Государственная программа EAOL по развитию ВИЭ, согласно которой 10% энергии в 2020 году будет производится за счет ВИЭ. Основной упор делается на использование энергии ветра и Солнца. Так, согласно EAOL, предусмотрено строительство ветровых электростанций: Dernah (60 МВт); Аль-Магун (120 МВт); Западной области ветропарка (250 МВт); Аль-Магун, (2-й этап) (120 МВт). Крупные источники энергии планируется подключить к электрическим сетям.

Планируется построить 300 фотоэлектрических установок для снабжения удаленных пользователей.

Дополнительным стимулом развития ВИЭ является снижение капитальных затрат на оборудование и себестоимости энергии.

Однако, при внедрении систем солнечной (СЭ) и ветровой энергии (ВЭ) необходимо учитывать, что оба источника не являются устойчивыми, причем СЭ является более прогнозируемой. Автором поставлена задача обеспечения электроэнергией (ЭЭ) удаленной деревни, не имеющей связи с энергосистемой. Исходя из потребностей жилых домов и фермерского хозяйства, автором составлены суточные графики потребления ЭЭ в различные периоды года и суток, а также прогнозируемое (с различной степенью вероятности) производство ЭЭ. Учитывая необходимость бесперебойного электроснабжения, рациональная структура системы должна содержать следующие устройства и функциональные блоки: ВЭУ – ветроэнергетическая установка; СБ – солнечная батарея; ТЭ – топливные элементы (либо источники, работающие на биомассе); НЭ – накопители энергии; УЗ – преобразователь постоянного напряжения в переменное. Сделаем некоторые пояснения. Необходимость накопителей ЭЭ вызывается тем, что при благоприятных условиях (наличие ветра и солнечного излучения) имеется избыток ЭЭ, аккумулируемый в НЭ, который является источником ЭЭ в ночное время (например) и (или) при отсутствии ветра. ТЭ не являются принципиально необходимыми и повышают надежность бесперебойного питания.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНОМ ДВИГАТЕЛЕ

Александровский С.В.

Белорусский национальный технический университет

При отсутствии постоянных магнитов в конструкции ротора питание фазных обмоток вентильно-индукторного двигателя (ВИД) производится однополярными импульсами, что позволяет использовать более дешевые и надежные преобразователи. Однако есть ряд специфических областей, где к электроприводу и к преобразователю в частности, предъявляются высокие требования. Эти требования приводят к усложнению схем преобразователей и как следствие к увеличению стоимости всего электропривода в целом.

Каждый преобразователь для питания ВИД должен обеспечить три этапа цикла коммутации обмотки двигателя. На первом этапе к обмотке прикладывается максимальное напряжение для быстрого увеличения магнитного потока. На втором этапе происходит регулирование напряжения питания с целью поддержания магнитного потока (тока) на заданном уровне. На третьем этапе производится отключение обмотки с быстрым гашением магнитного поля для избегания возникновения тормозных моментов. Силовые преобразователи можно классифицировать на несколько групп. Среди них можно выделить четыре основные группы.

К первой группе относится «классическая» полумостовая схема и ее модификации. В модификациях «классической» схемы один из ключей подключает 2 и более фаз, что уменьшает общее количество силовых транзисторов в преобразователе.

Ко второй группе относятся преобразователи с накоплением энергии. В данную группу входят преобразователи с магнитным и емкостным накоплением энергии.

К третьей группе относятся преобразователи с дополнительным звеном постоянного тока, в качестве которого используются повышающие преобразователи напряжения.

К четвертой группе относятся преобразователи, в которых энергия магнитного поля отключаемой фазы не возвращается в источник, а рассеивается в виде тепла на гасящем сопротивлении и/или обмотке.

Выбор конкретного типа преобразователя для питания ВИД производится в результате комплексного подхода в зависимости от параметров двигателя (число фаз, номинальная скорость и мощность) и условий эксплуатации электропривода.

МНОГОУРОВНЕВАЯ МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТРОЛЛЕЙБУСОМ

Симонович А.В.

Белорусский национальный технический университет

Ранее [1] на троллейбусах устанавливались отдельные электронные блоки для управления конкретными узлами. Теперь идет речь об объединении всех узлов в единую сеть на транспортном средстве и объединении все транспортных средств в единую сеть для возможности управления транспортными потоками, учета пассажиропотока, автоматизации сбора оплаты за проезд, контроля за техническим состоянием транспортных средств и накопления данных о всех неисправностях.

Центральным элементом системы управления троллейбусом является тяговый асинхронный электропривод, который сам по себе представляет многопроцессорную систему с разделением функций управления и диагностики. Привод и все вспомогательное оборудование объединены через CAN-сеть. На троллейбусе устанавливается 16 компактных электронных CAN-блоков, каждый из которых выполняет свою собственную уникальную функцию. Например, управление отопителем, управление дверями, освещением, наружными световыми приборами, вспомогательными контакторами и другим оборудованием. Таким образом, мы имеем распределенную систему управления. Каждый CAN-блок, помимо функции управления, выполняет и функцию диагностики, так что водитель, а при необходимости и диспетчер, имеет информацию о состоянии всех элементов, вплоть до последней лампочки и предохранителя.

Вся информация, которой обмениваются контроллеры в сети, собирается в электронном устройстве, которое по выполняемым функциям можно назвать «черным ящиком». Данное устройство имеет встроенный GSM/GPRS/GPS модуль и позволяет автономно накапливать данные о состоянии троллейбуса, которые потом могут быть считаны через Ethernet-протокол на любой ПК, или передавать эти данные на сервер диспетчера. Помимо этого, имеется возможность на основании GPS-данных позиционировать положение транспортного средства и отслеживать прохождение маршрута; диспетчер получает информацию о положении всех транспортных средств.

Сейчас ведутся работы по включению в эту систему модуля контроля пассажиропотока и модуля автоматического сбора оплаты за проезд.

1. Петренко Ю. Н. Симонович А. В. Перспективы развития систем управления троллейбусов. // Энергетика, 2003 - №1 –С.24-28.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ШАГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Петренко Ю.Н., Грек В.А., Коваленко М.В.
Белорусский национальный технический университет

Шаговые двигатели (ШД) находят применение в установках различного назначения. Аналитическое исследование ШД затруднено в связи с нелинейностью как самого двигателя так и источника питания. Математическая модель двигателя позволяет со значительной достоверностью оценить динамические свойства привода на его основе.

Модель построена в среде MATLAB 7.8 с пакетом Simulink (раздел SimPowerSystems).

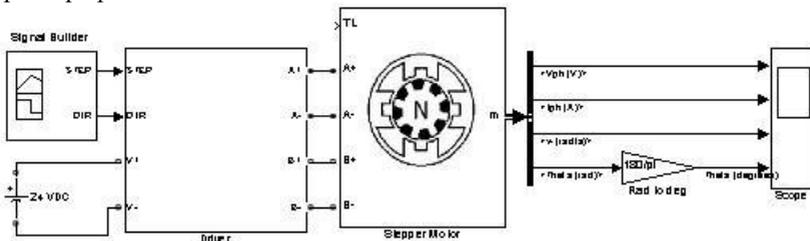
Блок «Шаговый двигатель» (см. рисунок) позволяет моделировать: двух- или четырехфазный гибридный ШД, ШД с постоянными магнитами; трех-, четырех- или пятифазное исполнение. В блоке «силовой преобразователь» представлены различные варианты питания обмоток: от источника напряжения, от источника тока, униполярное и биполярное питание.

Инвертор представляет собой широтно-импульсный преобразователь напряжения, с обратной связью по току.

В модели в качестве комплектного преобразователя используется программируемый блок управления шаговыми двигателями режиме драйвера. Сигналы задания движения подаются с блока формирования, и соответствуют сигналам выбранного блока управления.

Модель позволяет получить графики переходных процессов шагового электропривода при различных параметрах системы и режима управления, оценить динамические свойства при работе на различные механизмы.

Рассмотрены также вопросы влияния характера нагрузки на предельное значение диапазона регулирования скорости с сохранением устойчивого характера работы.



ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Петренко Ю.Н., Чепура А.А.,

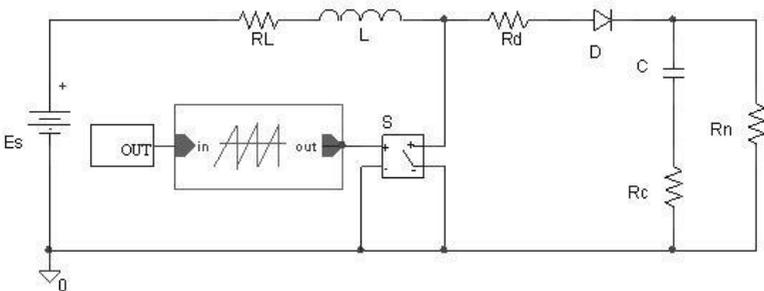
Белорусский национальный технический университет

Одним из направлений силовой электроники является проектирование и оптимизация преобразователей постоянного тока (ППТ), которые должны обладать высоким КПД, малыми размерами, массой и т.д. Интерес к ним возрастает в связи с развитием применения нетрадиционных источников энергии – ветровой, солнечных батарей и топливных элементов. Последние два источника имеют изначально низкое напряжение и ППТ служат в качестве силовых интерфейсных модулей для преобразования полученной энергии к параметрам, требуемых потребителем. Характерной чертой ППТ является дискретный характер их работы. Квазиустановившиеся режимы ППТ достаточно точно описываются системой дифференциальных уравнений в средних значениях переменных. Для ППТ повышающего типа справедлива система уравнений:

$$L \frac{di_L}{dt} = E_s - u_C (1 - D_1)$$

$$C \frac{du_C}{dt} = (1 - D_1)i_L - \frac{u_C}{R}$$

Теоретические модели ППТ различных типов позволяют использовать подход, получивший название «имитационное моделирование». Среди стандартных программных продуктов в области преобразовательной техники наиболее приемлемыми являются MATLAB-Simulink и PSpice. Для решения данной задачи несомненные преимущества имеет PSpice, благодаря которому имеется возможность непосредственного перехода от принципиальной схемы к имитационной модели ППТ (см. рисунок).



СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ АНТИКОЛЕБАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

Алави С.Э.

Белорусский национальный технический университет

Одним из самых распространенных типов оборудования являются подъемные краны, отличаются разнообразием конструкции и назначением. Проблемой, характерной для кранов всех типов, является раскачивание груза при их перемещении. В большинстве применений подъемные краны имеют неавтоматизированный рабочий цикл, который на всех участках осуществляется по командам оператора. Однако гашение колебаний с его помощью неизбежно приводит к снижению производительности крана.

Имеется несколько подходов к снижению колебательности груза при его позиционировании, основанных на применении регулируемого электропривода. Один из них заключается в использовании контроллера, основанного на применении принципов нечеткого управления-контроллера нечеткой логики (КНЛ) [1]. При проектировании КНЛ, решаются две основные задачи: 1) выбор структуры КНЛ, и 2) определение численных значений параметров КНЛ. Здесь предлагается метод, основанный на Генетическом Алгоритме (ГА), позволяющий автоматизировать процесс построения базы правил при проектировании контроллера на основе нечеткой логики (НЛ). С определенной структурой хромосомы, специальной операции мутации и адекватной функции пригодности, предложенный метод ГА позволяет произвести выбор нечеткой базы правил и минимизировать количество правил, рационально расположить входной набор нечетких функций и соответствующее расположение выходных одноэлементных множеств.

Сгенерированная база нечетких правил используется в контроллере замкнутой системы управления для достижения поставленных качеств управления, или может быть использована в нечеткой модели, чтобы аппроксимировать неизвестную нелинейную систему. Для выбранного примера применение ГА позволило уменьшить количество функций принадлежности без потери качества управления, что демонстрируется с помощью имитационного моделирования.

1. Алави С. Э. Энэятоллах, Петренко Ю.Н. Управление подъемным краном с использованием нечеткого логического диспетчера // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). -2008. -№6. -С.37-42.

БАЗА ДАННЫХ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Петренко Ю.Н.

Белорусский национальный технический университет

Кобринец В.П., Лихавицкий В.В.

Белорусский государственный технологический университет

Переработка нефти в колонне К-102 является ключевой в ряде массо-обменных процессов. Для повышения эффективности процесса, связанного с увеличением выхода светлых нефтепродуктов, необходимо управление им по оптимальному алгоритму с использованием математической модели процесса и вычислительной техники. Это также вызвано повышенными требованиями к стабилизации качества получаемых в колонне фракций, изменениями количества, качества и температуры сырья, подаваемого в колонну, а также необходимостью оперативного решения задач по управлению колонной при изменении плановых заданий на номенклатуру получаемых в колонне К-102 топлив и величин отбора фракций.

Приведенная постановка задачи и наличие алгоритма позволяют говорить о перспективности нечеткого управления. Теория нечетких множеств обобщает классическую теорию множеств в том смысле, что степень принадлежности объекта множеству не ограничивается значениями 0 и 1, а может принимать любую величину в интервале $[0,1]$. Используя понятия нечеткие множества и нечеткие соотношения, можно определить систему нечеткой логики(СНЛ).

СНЛ основаны на базе знаний (правил), в которых вход в начале фазифицируется, т.е. в начале преобразуется из обычных (не нечетких-crisp set) исходных данных в нечеткое множество и далее обрабатывается выходным генератором, который использует знания в форме нечетких правил, содержащихся в базе правил. Нечеткие наборы обрабатываются нечетким генератором так, что выход каждого правила комбинируется и проходит стадию дефазификации, (превращаясь), т.е. превращения нечеткого множества в обычные значения. Примеры проектирования контроллера нечеткой логики (КНЛ) для управления электроприводом приведены в [1]. Определенную сложность представляет решение вопросов фазификации в КНЛ.

1. Алави С. Энаятоллах, Петренко Ю.Н.Контроллер позиционного электропривода на основе нечеткой логики. Труды БГТУ, серия IX, Вып. XVI, 2008, с. 49-52

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ProRab

Ковалева И.Л., Губанов А.А.

Белорусский национальный технический университет

Сегодня мобильный телефон есть почти у каждого. Поэтому возможности мобильного телефона расширяются, что позволяет создавать для них такое программное обеспечение (ПО), которое поддерживает не только привычную функциональность телефона, но и позволяет использовать телефон как компьютер.

Для пользователей мобильных телефонов, являющихся одновременно руководителями различных предприятий, предлагается разработанное ПО ProRab (Рис.1). Данное ПО используется на рынке услуг компании Apple, и функционирует на базе мобильных устройств iPhone. В настоящее время этот рынок активно развивается в США и странах западной Европы и постепенно развивается в странах восточной и центральной Европы.



Рис. 1 – Интерфейс программы ProRab

Пользователю ПО ProRab предоставляется следующие возможности:
добавлять данные о клиентах, работниках, компаниях, проектах и т.п.;
строить отчеты по работникам, проектам, компаниям;
отслеживать процессы на проекте;
выполнять учет средств по таким статьям расхода как работники, наемная рабочая сила, материалы и другие.

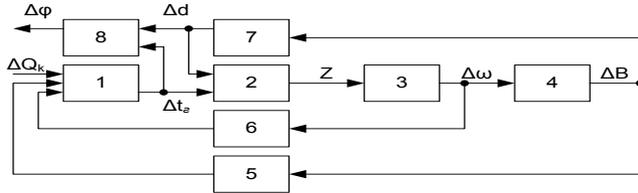
1. Wei-Mang Lee Beginning iPhone SDK Programming with Objective-C. – Wrox, 2010 – 586 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ ТВЁРДЫХ ЖЕЛАТИНОВЫХ КАПСУЛ (ТЖК) ПО ОСНОВНЫМ КАНАЛАМ УПРАВЛЕНИЯ

Кобринец В.П., Карпович Д.С., Братаус Е.В.

Белорусский государственный технологический университет

На рисунке приведена структурная схема для определения динамических характеристик процесса сушки ТЖК по основным каналам.



Из уравнений отдельных звеньев схемы можно получить следующие выражения для передаточных функций:

1. По каналу «изменение подачи тепла — изменение температуры воздуха»

$$W_t(p) = \frac{\Delta t_r(z)}{\Delta Q_k(p)} = \frac{k_1}{1 + pT_1} \cdot \frac{1 + W_{o.c,11}(p)}{1 + W_{o.c,1}(p) + W_{o.c,11}(p)},$$

где

$$W_{o.c,1}(p) = \frac{k_{o.c,1}p}{(1 + pT_1)(1 + pT_c)} \quad k_{o.c,1} = k_1 h_1 G b$$

$$W_{o.c,11}(p) = \frac{k_{o.c,11}p}{(1 + pT_c)(1 + pT_d)} \quad k_{o.c,11} = h_2 G k_7$$

2. По каналу «изменение подачи тепла — изменение относительной влажности воздуха»

$$W_\varphi(p) = \frac{\Delta\varphi(p)}{\Delta Q_k(p)} = - \frac{2\varphi_0 k_1 (1 + pT_c^{**})}{(t_c)_0 (1 + pT_a)(1 + pT_b)}.$$

3. По каналу «изменение подачи тепла — изменение влагосодержания материала»

$$W_\omega(p) = - \frac{h_1 k_1}{(1 + pT_a)(1 + pT_b)}.$$

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОТЛОАГРЕГАТОМ

Вашкевич А.С., Шмаков М.С.

Белорусский государственный технологический университет

Автоматизированная система управления котлоагрегатом (АСУ КА) создана, как единая система, включающая в себя:

1. техническое обеспечение;
2. математическое обеспечение;
3. программное обеспечение.

АСУ КА включает следующие независимые по выполняемым функциям и объёму решаемых задач подсистемы управления технологическим процессом:

1. подсистему автоматического управления котлоагрегата;
2. подсистему технологических защит и защитных блокировок;
3. подсистему сбора, архивирования и анализа информации о работе АСУ КА (информационная подсистема)

АСУ КА создана как многоуровневая распределенная система управления с тремя уровнями.

Нижний уровень предназначен для получения информации о работе объекта управления и оказания управляющих воздействий на объект. Он включает в себя: датчики технологических параметров, регулирующие органы с исполнительными механизмами, электропривода и электромагнитные клапана;

Средний уровень состоит из: шкафа управления на базе дублированного микропроцессорного контроллера фирмы «Omron» (Япония). Данный шкаф управления используется для преобразования и обработки информации о параметрах нижнего уровня, участвующих в системах регулирования; защит и блокировок; формирования управляющих воздействий на исполнительные устройства нижнего уровня; передачи информации на верхний уровень; обеспечения связи с объектом; обеспечения сетевых средств нижнего уровня, выполненных на базе оптоволоконной технологической сети Controller Link.

Верхний уровень АСУ КА включает:

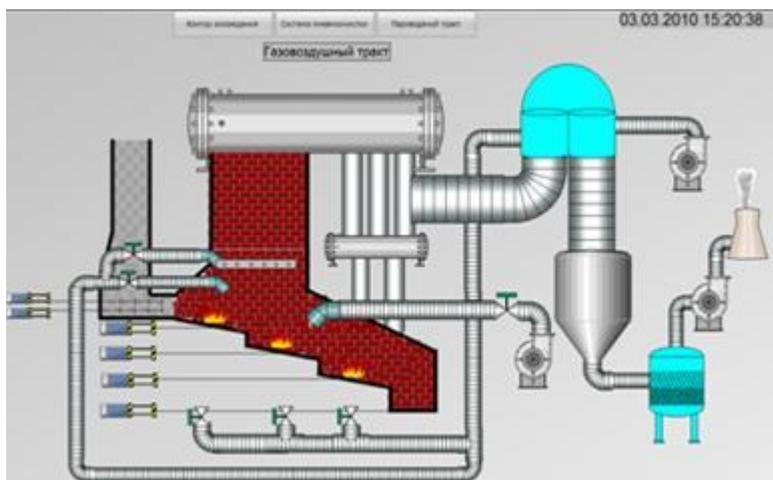
1. рабочие станции;
2. инженерную станцию;
3. сервер баз данных, выполняющий функции информационно-вычислительные, архивные, отображения информации, приема и передачи команд оперативного персонала, программирования и диагностирования;

4. сетевые средства верхнего уровня и связи с вышестоящим уровнем управления, выполненные на основе протокола TCP/IP и сети ETHERNET.

Интерфейс верхнего уровня был разработан на SCADA-системе Intouch компании Wonderware (США).

Анализ показал, что время прохождения сигнала от контроллеров фирмы «Omron» до рабочей станции составляет 1, 3 сек., что превосходит допустимое значение. После тщательного изучения проблемы, решили отказаться от пакетирования и передавать сигналы по одному за цикл. Время прохождения сигнала сократилось, до 0.9 сек. Таким образом, выяснилось, что система пакетирования работала некорректно. Однако это время является так же достаточно большим, из-за драйвера ввода-вывода. Поэтому возникла задача разработать драйвер, который будет более приспособлен к контроллеру фирмы «Omron».

Предложено АСУ КА разрабатывать подобным образом, за исключением того, что контроллер, драйвер ввода-вывода и SCADA-система (WinCC) будут представлены одним разработчиком – компанией «Siemens». Исходя из анализа технических характеристик рассматриваемых компонентов автоматизированной системы, предполагается, что никаких задержек сигнала не будет, так как все компоненты системы абсолютно совместимы и время прохождения сигнала составит 0.3 сек, что соответствует стандартам. Интерфейс верхнего уровня (примерный) представлен на рисунке:



**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ЖИДКОСТЕЙ МЕТОДОМ ИЗМЕРЕНИЯ ИММИТАНСА**

Скачек В.А., Сотцев А.В., Скачек А.В.

Белорусский национальный технический университет

Во многих технологических процессах существенную роль играет знание точных параметров используемых жидкостей. К таким параметрам относятся в частности плотность и чистота спирта, наличие добавок и присадок в маслах, уровень солей в воде и др.

Единым методом получения характеристик жидкостей и влажных материалов может служить измерение их комплексной проводимости.

Принцип действия измерителя проводимости основан на пропускании через измерительную ячейку, которая погружена в исследуемую жидкость, переменного напряжения заданной частоты и амплитуды. Полученный в результате полезный сигнал раскладывается на амплитудные значения тока и напряжения, а также сдвиг фаз между током и напряжением.

Ядром измерителя являются два высокостабильных по амплитуде и частоте синтезатора синусоидального сигнала, синхронизированных между собой. Напряжение с первого синтезатора подается на измерительную ячейку и является напряжением воздействия. Сигнал второго синтезатора последовательно сдвигается на 1 градус (от 0о до 360о) относительно задающего и преобразуется в строб импульс, передний фронт которого запускает процесс преобразования быстродействующего АЦП. Результатом измерения является полностью оцифрованная синусоида сигнала, пропущенного через измерительную ячейку, эквивалентная схема которой представляет собой параллельно соединенные резистор и конденсатор.

Напряжение воздействия U_v вызывает протекание тока через ячейку. Этот ток представляет собой сумму тока активной составляющей I_a и тока реактивной составляющей I_r . Ток активной составляющей совпадает по фазе с напряжением воздействия, ток реактивной составляющей опережает напряжение воздействия на 90 градусов.

Величина тока ячейки в момент, когда $U_v=0$ равна амплитудному значению тока реактивной составляющей I_{r0} . Измеритель проводимости регистрирует ток I_{r0} и преобразует его величину в значение ёмкости C . Величина тока измерительной ячейки в момент $U_v = U_0$ равна амплитудному значению тока активной составляющей I_{a0} . Измеритель также регистрирует ток I_{a0} и преобразует его величину в значение проводимости. Измеритель позволяет работать в широком диапазоне частот (до 5 МГц) и измерять сопротивление от 0,01 до 1000 МОм и емкость до 100 нФ.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО ПОЗИЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ПОСТОЯННОГО ТОКА С ПЕРЕМЕННЫМ МОМЕНТОМ ИНЕРЦИИ

Новиков С.О., Пашенко А.В.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрим задачу оптимального управления, в которой в результате замены времени t на одну из фазовых переменных, течение этого нового «времени» немонотонно. Для таких задач формулируется основная теорема принципа максимума Л.С. Понтрягина.

В общем случае модель электропривода постоянного тока (ЭПТ) может быть описана следующей системой уравнений:

$$U_{я} = i_{я} R_{я} + L_{я} \frac{di_{я}}{dt}; M_{э} = k_{э} i_{я}; J \frac{dv}{dt} = M_{э} - M_{н},$$

где $U_{я}$ - напряжение на зажимах двигателя; $M_{э}$ - электромеханический момент двигателя; $M_{н}$ - момент инерции всех вращающихся масс электропривода.

Общий режим изменения угла поворота вала ЭПТ будем называть позиционированием. Под позиционированием здесь понимается отработка угла поворота вала ЭПТ при неподвижных исходном и конечном его состояниях. Рассмотрим решение задачи позиционного управления ЭПТ для случая когда момент инерции зависит от угла поворота вала двигателя, а момент нагрузки постоянен или является функцией скорости вращения электропривода. Оптимальное управление должно в общем случае обеспечить наилучшие показатели работы ЭПТ при соблюдении ограничений, зависящих от параметров ЭПТ и исполнительного механизма.

Из интегральных ограничений электродвигателя наиболее важным является ограничение интегральных потерь в двигателе за время переходного процесса.

Постановка задачи Задача позиционирования с минимизацией потерь и фиксированным временем. Перевести электропривод из одного состояния при $v(0)=v_0$, соответствующего углу поворота $a(0)=a_0$, в другое заданное состояние, соответствующее $v(T)=v_T$ и углу поворота $a(T)=a_{T \geq a_0}$, с минимальными потерями Q за фиксированное время T , не нарушив соответствующие локальные ограничения этого ЭПТ:

$$Q = \int_0^T i^2 dt \rightarrow \min,$$

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ТЯГОВОГО ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА СОВРЕМЕННОГО ТРОЛЛЕЙБУСА

Однолько Д.С., Санкевич С.А.

Белорусский национальный технический университет

В качестве тягового электропривода (ТЭП) городского электротранспорта долгое время применялся электропривод с двигателями постоянного тока последовательного возбуждения (ДПТ ПВ) и релейно-контакторной системой управления. В последнее время получил развитие ТЭП на базе широтно-импульсного преобразователя и ДПТ ПВ. Однако такой привод имеет известные недостатки. Одним из перспективных электроприводов является частотно-управляемый асинхронный электропривод с автономным инвертором напряжения. Система управления может быть скалярной либо векторной [1]. Предпочтение отдается векторному управлению, которое дает требуемые динамические свойства при регулировании скорости.

Целью работы является построение эффективной структуры ТЭП троллейбуса. Структура содержит обратные связи по току статора и по скорости, которые необходимы для формирования векторного управления и для управления процессом ослабления поля. Отличительной особенностью данной структуры является отсутствие явно выраженного контура скорости в канале регулирования момента. Вместо него в структуру включен блок корректирующий задание величины магнитного потока, исходя из данных о частоте вращения ротора. Данный блок формирует эффективное управление работой системы во второй зоне за счет ослабления поля [2]. В целях максимального приближения работы имитационной модели к реальной, предусмотрена имитация нелинейного характера изменения нагрузки привода по мере разгона троллейбуса.

В целях исследования системы, выполнено имитационное математическое моделирование в среде Matlab в режимах разгона, выбега и торможения, характерных для ТЭП.

Анализ результатов моделирования позволяет сделать вывод о приемлемых динамических показателях разработанной системы.

1. Иньков Ю.М., Федяева Г.А., «Системы управления для электроприводов с тяговыми АД» // Журнал «Электротехника». – 2009. – № 4.

2. Фираго Б.И. Определение номинальной мощности асинхронного двигателя, работающего при номинальном напряжении и частоте выше номинальной // Журнал «Главный энергетик». – 2010. – № 2.

РОБАСТНЫЙ СИНТЕЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С ПИД-РЕГУЛЯТОРОМ

Опейко О.Ф., Несенчук А.А.

Белорусский национальный технический университет

Актуальность построения адаптивных и неадаптивных ПИД- регуляторов определяется их широким применением в системах промышленной автоматики. Параметры технологических объектов в процессе функционирования изменяются в широких пределах в сравнении с номинальными (расчетными). Поэтому обычным требованием является робастность регулятора либо адаптация в направлении минимизации заданного критерия качества [1]. Несмотря на большое разнообразие описанных в литературе методов, проблема остается актуальной.

Обеспечение стабильности качества динамики системы управления при возможных изменениях параметров объекта путем робастного синтеза ПИД- регулятора является целью работы.

Рассматривается структура системы с управлением по выходу и ПИД- регулятором

$$W_{\text{пид}}(p) = \frac{\bar{\alpha}_0 + \bar{\alpha}_1 p + \bar{\alpha}_2 p^2}{p(p+1)}$$

На входе системы действует плавно изменяющийся сигнал задания. Для замкнутой системы, содержащей линеаризованный объект управления и регулятор, выполнен анализ условий робастной устойчивости, произведена оценка допустимых пределов изменения параметров объекта, при которых показатели качества находятся в заданных интервалах. Для оценки расположения семейства корней системы и его локализации в заданной области использованы корневые портреты систем [2].

Использование адаптации, основанной на применении функций Ляпунова, позволяет улучшить динамику системы в процессе функционирования без применения пробных воздействий.

1. Фрадков А.Л. Адаптивное управление в сложных системах. – М., 1990. – 296 с.

2. Несенчук А.А. Размещение корней динамической системы в заданной области на основе использования корневых портретов Теодорчика – Эванса // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 7 Международной научно-технической конференции. – Мн.: БНТУ. –2009. – Т. 1. – С. 124.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ТОМОГРАФИЧЕСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЙ

Ковалева И.Л., Федорович С.А., Шахнова А.А.
Белорусский национальный технический университет

Автоматизация процессов анализа снимков, полученных в ходе томографического обследования, и принятие решения является одним из направлений совершенствования производственного процесса в медицине.

Форматом хранения результатов обследований является открытый стандарт DICOM, на основании которого разработаны приложения для просмотра и визуализации, т.е. получение 3D-реконструкции внутренних органов человека (см. рисунок).

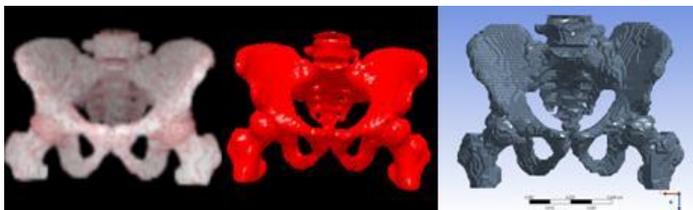


Рисунок. 3D-реконструкция снимков и модель сустава в ANSYS

Одним из инновационных подходов в современной медицине является применение имплантатов. В процессе эксплуатации имплантат и место его крепления к суставу изнашиваются. Однако анализ 3D снимков статического состояния имплантата и сустава не позволяет смоделировать этот износ. Для моделирования и анализа характеристик имплантатов рекомендуется использовать достижения информационных технологий из других областей. Одной из таких областей является машиностроение, где для решения подобных задач применяются CAD/CAE/CAM приложения. Чтобы полноценно использовать возможности САПР-приложений необходимо обеспечить импорт в них данных стандарта DICOM. Предлагается по исходным файлам томографического обследования с помощью специализированного программного обеспечения получить модель тазобедренного сустава в приложении ANSYS.

Описанный подход позволяет построить конечно-элементные схемы сустава и имплантата, и, моделируя различные материалы и нагрузки, выполнить расчет напряженно-деформированного состояния совместной модели. Результатами расчета являются оптимальный состав материала и конструкционные характеристики имплантата.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБУЧАЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИМ СРЕДСТВАМ

Ковалева И.Л., Данилов А.В., Витковский А.М.
Белорусский национальный технический университет

С целью снижения себестоимости создания виртуальных аналогов для различных электротехнических средств была разработана автоматизированная система проектирования обучающих комплексов по электротехническим средствам (АС-ЭТС). АС-ЭТС представляет собой инструмент для создания приложений под ОС Windows, результатом работы которого являются обучающие комплексы, состоящие из виртуального тренажера (см. рисунок), симулирующего работу ЭТС в различных режимах, и справочной информации по данному средству.

Справочная информация, как правило, включает в себя описание назначения ЭТС и его состав; технические данные; внешний вид ЭТС; требования по технике безопасности при работе с ЭТС и тестовые задания.



Рисунок. Виртуальный тренажер

Разработанный инструмент позволяет создавать виртуальные панели приборов аналогичные физическим, и программно привязывать их к существующей электрической схеме ЭТС. Благодаря этой привязке устанавливается соответствие работы виртуального тренажера работе реального средства. Также разработчик имеет возможность изменять внешний вид приборов, указывать диапазоны принимаемых ими значений. При отсутствии прибора в библиотеке, разработчик может создать его самостоятельно в студии Adobe Flash, руководствуясь API предоставленным в документации.

ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУПЕРКОМПЬЮТЕРА «СКИФ»

Бородуля А.В., Кочуров В.А., Напрасников В.В., Напрасникова Ю. В.
Белорусский национальный технический университет

Подготовку специалистов для решения сложных прикладных задач на основе ВМВС (суперкомпьютерной системы) можно рассматривать, как подготовку специалистов для двух предметных областей:

- разработки собственного программного обеспечения для решения сложных прикладных задач на базе системы поддержки параллельных вычислений, обеспечивающей эффективное распараллеливание прикладных задач различных классов;
- использования суперкомпьютера путём доступа к нему посредством существующих, уже достаточно хорошо известных пакетов инженерных расчётов LS-DYNA, ANSYS, которые сами по себе обеспечивают эффективное распараллеливание задач инженерного анализа.

БНТУ относится к категории технических вузов с широким спектром инженерных специальностей, поэтому естественно положить в основу подготовки специалистов использование ресурсов суперкомпьютера посредством указанных пакетов.

Для привлечения широкого круга рядовых проектировщиков к использованию суперкомпьютерной системы подготовка пользователей суперкомпьютерных систем должна быть ориентирована на формирование соответствующих знаний, умений и вспомогательных программных средств у удалённых потребителей ресурсов суперкомпьютерной системы, работающих в различных САД системах, и применяющих в своей практике распространённые САЕ пакеты.

Всё вышеизложенное обосновывает необходимость представления методических материалов в виде электронного контента консультационного центра удалённого доступа с обеспечением возможности непрерывного развития этих материалов посредством удалённого администрирования. Основой программного обеспечения консультационного центра, работа над которым ведётся на кафедре САПР БНТУ в течение последних трёх лет, является программный комплекс – Учебно-Методический Интерактивный Комплекс (УМИК).

На кафедре САПР БНТУ в базу знаний УМИК занесены методические материалы по выполнению распространённых сценариев применения ВМВС на удалённых компьютерах пользователей.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМАНДНОГО ФАЙЛА КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Напрасников В.В., Напрасникова Ю. В.

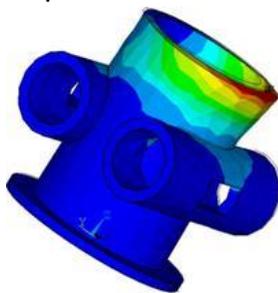
Белорусский национальный технический университет

Соловьев А.Н., Скалиух А.С.

Южный федеральный университет, Российская Федерация

При поиске рационального варианта системы с распределенными параметрами исследователь часто использует в качестве инструмента моделирования какой-либо готовый пакет конечно-элементных расчетов. В ряде случаев необходимо создавать собственные реализации методов оптимизации, а не использовать встроенные. В то же время, возможности суперкомпьютера при использовании его в режиме удаленного доступа приводят к мысли, что лучше варианты расчеты производить с помощью суперкомпьютера, а обработку этих результатов при многокритериальной оптимизации – локального компьютера. Такое разделение может быть обоснованным в случае трудоемкого однократного анализа.

Реализация такого подхода возможна при использовании командного файла для построения конечно-элементной модели. Запись модели в виде текстового файла предусмотрена во многих программах конечно-элементного моделирования, как «тяжелых» (ANSYS, NASTRAN), так и «легких» (FlexPDE). Пример Реализации такого подхода показана на примере корпуса поворотного механизма робота (см. рисунок).



№ опыта	STRESS_MAX	MAX_UX	MAX_UZ	$\chi(\chi)$ %
25	1435828,22668...	5,475356168	0,671126280	13
37	1489600,97227...	5,607891367	0,666905762	8
31	1820820,15971...	6,871721787	0,663568826	2

Рисунок. Напряженно-деформированное состояние корпуса и результаты оптимизации

УДК 621.4

МЕТОДИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ДИАГНОСТИКИ ТУРБОХОЛОДИЛЬНИКОВ

Сивашко А.Б., Ткачев Д.А.

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

Случак П.А.

Открытое акционерное общество «558 авиационный ремонтный завод»

В ходе обкатки и испытаний турбохолодильников (ТХ) контролируется более 10 параметров и проводится их углубленная диагностика. Диагностика ТХ осуществляется вибрационным методом. При всех своих достоинствах, данный метод сложен для анализа, и не может быть реализован неподготовленным оператором. Кроме того, ТХ, как объект диагностики, имеет ряд особенностей, не позволяющих применять известные методы вибродиагностики роторных машин и оборудования.

Цель данной работы разработать методику диагностики ТХ, позволяющей автоматизировать этот процесс. Для решения задачи автоматизации диагностики необходимо: формализовать выбор диагностических признаков при отсутствии репрезентативной выборки; разработать диагностические решающие правила, которые позволят автоматически классифицировать ТХ на известные классы технического состояния и выявлять ранее неизвестные классы.

Если при выборе диагностических признаков при описанных условиях без участия человека не обойтись, то автоматическая классификация может быть построена на решающих правилах на основе алгоритмов нечеткой кластеризации. В предлагаемой методике реализован алгоритм Беджека-Данна. Система автоматизированной диагностики, работающая по такой методике, непрерывно ведет экспрессдиагностику по уровням контролируемых параметров, автоматически формирует исходные данные для углубленной диагностики и, по мере освобождения вычислительных ресурсов компьютера, проводит нечеткую кластеризацию на $s+2$ класса. Где s – число известных (ранее встречавшихся) классов технического состояния. При отнесении диагностируемого агрегата к уже известным классам автоматически выводится диагноз. Если образуется новый кластер, то проводится дополнительное исследование специалистом, который корректирует базу знаний.

В ходе проверки предлагаемой методики на ТХ 2323А достигнуты следующие результаты: достоверность диагностики – 0,87; вероятность пропуска дефекта – менее 0,07; вероятность «ложного срабатывания» – менее 0,04.

**УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ
ПИВОВАРЕНИЯ НА БАЗЕ ФОРМАЛЬНОГО НЕЙРОНА,
ОБЛАДАЮЩЕГО ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ**

Третьяк Л.Н., Герасимов Е.М.

ГОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»,
Российская Федерация

Для практики интеллектуальных нейронных сетей технологического процесса (ИНС ТП) пивоварения мы предлагаем использовать принципиально новую концепцию функционального назначения формального нейрона (ФН), приближенную к функции реального нейрона, обладающего обратной связью. Речь идет о принципах рефлекторной дуги биологического объекта и функции поддержания гомеостазиса состояния параметров объекта управления. Предлагаемая структура ФН представлена на рисунке. Механизм обратной связи и реализация гомеостазиса состоит в поддержании заданного моделью состояния параметров объекта управления на основе мониторинга их фактического состояния. При этом за основу объекта управления ФН приняты параметры полупродукта, сравниваемые с заданной моделью качества полупродукта в процессе биотехнологического превращения пивоваренного сырья в полупродукт и готовый продукт

Тот факт, что участие оператора, кроме пуско-наладочных действий, не требующих обучения системы, сводится к формулированию (назначению) диапазона допустимых отклонений параметров модели в блоке сравнения ФН и позволяет создавать гибкие условия для производства пива с заданными вкусоароматическими свойствами. ФН, как блок управления этапом технологического процесса, представлен управляющим микропроцессором 1, взаимосвязанным с блоками управления основным технологическим оборудованием 2 и вспомогательным оборудованием 3, применяемым только для устранения отклонений фактических параметров объекта управления от заданных моделью. При этом блок мониторинга технического состояния оборудования 4 взаимосвязан с блоком управления технологического оборудования 2, а состояние параметров объекта управления (внутренняя среда) технологического оборудования 5 (5.1, 5.2...5.m) по сенсорным линиям мониторинга контролируется блоком мониторинга качества 6 и поступает в блок сравнения 7, где сопоставляется с введенным оператором 8 стандартом качества 9 (моделью) по специальному каналу коррекции стандарта 10. При выявлении рассогласования параметров модели 9 и фактических параметров объекта управления от блока мониторинга 6 («устранимый внутриваровской брак»), в блок коррекции 11 по-

ступает сигнал рассогласования, инициирующий включение корректирующего вспомогательного оборудования 3.

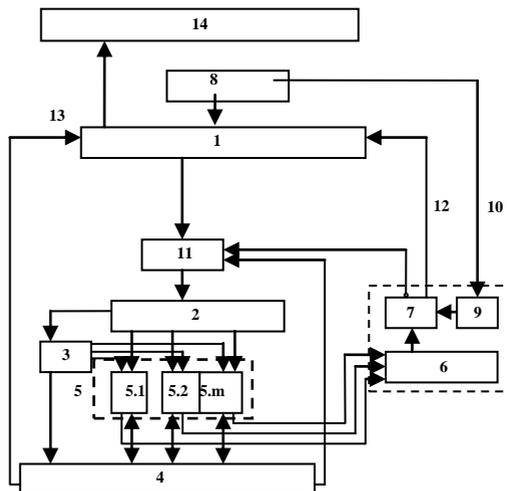


Рисунок. Предлагаемая структура ФН

Тревожный сигнал 12 поступает через микропроцессор 1 в мнемосхему текущего состояния процесса 14, если отклонение качества полупродукта (затор, сусло, молодое пиво) вышло за критические параметры, для привлечения внимания дежурного оператора 8. Аналогичный тревожный сигнал по линии 13 может быть инициирован сбоями в работе основного технологического оборудования 5. Выключение сигналов 12 (от блока мониторинга 6-7-9) происходит автоматически при достижении соответствия показателей в блоке сравнения 7 фактических показателей и заданных моделью. Микропроцессор 1 подает команду на завершение данного технологического этапа только при отсутствии отклонений состояния объекта управления от заданных моделью. Использование предлагаемой теории формального нейрона позволяет упростить интеллектуальные нейронные сети управления технологическим процессом до двухуровневых, в которых нижний уровень управления этапом ТП представлен формальным нейроном с возможностями обратной связи [3]. Принцип управления направлен на соблюдение параметров качества внутренней среды полупродукта и конечного продукта.

ПОИСК ОПТИМАЛЬНЫХ НАСТРОЕЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕГУЛЯТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КВАДРАТИЧНОЙ ОПТИМИЗАЦИОННОЙ ФУНКЦИИ

Ананьев М. В., Целищев А.Б., Лория М.Г., Елисеев П.И.
Технологический институт Восточнoукраинского национального университета имени Даля, Украина

Цель работы – разработка метода поиска оптимальных настроек регулятора на основе интегрального квадратичного критерия качества регулирования и сравнение его с другими методами.

Предмет исследования – автоматическая система регулирования (АСР); объект исследования – оптимальные настроечные параметры регулятора и показатели качества переходных процессов.

Алгоритм расчета реализован с помощью программного пакета «Maple».

Суть данной работы состоит в том, что разработанный алгоритм на основе интегральной квадратичной функции, с помощью которой рассчитаны оптимальные настройки регулятора.

В основу предложенного алгоритма положено решение оптимизационной задачи: нахождения таких значений K_p , T_i , T_d при которых квадратичный интегральный критерий был бы минимальным.

Для решения оптимизационной задачи было использованный метод градиентного спуска [1].

В работе рассчитаны оптимальные настраиваемые параметры П, ПИ, ПИД – регуляторов одноконтурных АСР для колебательных и апериодических объектов и выполнен сравнительный анализ показателей качества переходных процессов АСР при других методах расчета.

Высокое перерегулирование считается недостатком систем автоматического управления, а для некоторых систем вовсе недопустимо. В данной работе предлагаем алгоритм поиска настроек регулятора с введением ограничения на перерегулирование переходного процесса.

Предложенный алгоритм поиска настроек регулятора на основе интегральной квадратичной оптимизационной функции позволил достаточно просто решить оптимизационную задачу.

Анализ результатов показал улучшение динамических свойств системы: уменьшение перерегулирования до 10 раз; уменьшение времени регуляции до 10 раз.

1. Волков Е.А. Численные методы. - Москва: Наука, 1987. - 248 с.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Поркуян О.В., Сотникова Т.Г.

Технологический институт Восточнoукраинского национального
университета имени Даля, Украина

Одним из перспективных путей повышения эффективности управления процессами обогащения железной руды является учет статических и динамических характеристик при формировании управляющих воздействий в САР.

Научные исследования показывают, что изменение количества поступающей руды в цикл измельчения вызывает отклонение характеристик выходного продукта цикла от установившегося значения.

Для регулирования этого технологического процесса широко используются стандартные промышленные ПИД-регуляторы.

Регулятор достаточно просто настраивается для работы с конкретным объектом и обеспечивает удовлетворительную стабилизацию регулируемого параметра при незначительных его отклонениях от заданной величины.

Однако при резких изменениях режима работы управляемого объекта качество переходного процесса в системе с ПИД-регулятором может оказаться неудовлетворительным.

Возникает необходимость в использовании дополнительных командных устройств, корректирующих его работу.

В данной работе предлагается использовать нечеткий контроллер для формирования корректных поправок к коэффициентам K_1 , K_2 и K_3 ПИД-регулятора в зависимости от текущих координат системы.

Полученные результаты показали, что использование нечеткой динамической коррекции параметров традиционных регуляторов при реализации управления сложными технологическими процессами позволяет:

- повысить качество управления путем уменьшения длительности переходных процессов;

- получить качественный переходный процесс без использования громоздких вычислительных процедур, характерных для классического метода управления с использованием принципа максимума.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНО-НАКОПИТЕЛЬНЫХ
СИСТЕМ СРЕДСТВАМИ СРЕДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ
AUTOMOD**

Сухонос И.П.

Белорусский национальный технический университет

Объектом исследования является транспортно-накопительная система предприятия пищевой промышленности “LatteTrento” (Италия), представленная в виде автоматических робокаров, использующих лазерную навигацию, промышленных роботов и автоматизированного склада. Целью исследования является моделирование транспортной системы с помощью системы симулирования AutoMod, оптимизация маршрутов движения автоматических робокаров.

Система состоит из 5 роботов-паллетизаторов, 5 автоматических робокаров с вилами, 1 робототехнического комплекса обмотки и этикетировки, 1 промышленного управляющего компьютера, автоматизированного склада с управляющей системой “WMS”.

Особенностью данной системы является использование современной внутренней транспортной системы, представленной автоматическими робокарами (LGV).

Ключевыми задачами транспортной системы являются оптимизация маршрутов движения LGV, повышение производительности системы в целом путём регулирования отдельных параметров робокаров: скорость движения, геометрические размеры LGV и т. д.

В работе рассматриваются возможные проблемы при движении LGV. Описаны также случаи, когда несколько транспортных единиц пытаются попасть на одну и ту же рабочую станцию, затронуты вопросы движения LGV в ограниченных пространствах. Рассмотрен ряд экстренных ситуаций, когда, например, один из n-ого количества LGV остановился по причине неисправности. Были проанализированы всевозможные случаи сбоев в работе транспортно-накопительных систем и предложены основные пути решения таких ситуаций.

Рассматриваемую систему можно представить как многоканальную систему массового обслуживания с ожиданием. Автором была создана математическая модель транспортной системы. Были определены основные параметры системы, определено оптимальное количество LGV, выработаны основные предложения и пожелания по её улучшению, сделаны выводы.

АКТИВНАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ КОЛЕБАНИЙ МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Гурский Н.Н.

Белорусский национальный технический университет

Рассматривается принцип построения активной системы поддресорирования шасси мобильного робота с использованием электрогидравлического привода [1]. Схема электрогидравлической системы стабилизации одной опоры мобильного робота (рис. 1) включает регулятор 1, датчик 6, преобразователь-усилитель мощности 2, исполнительный механизм 3, соединительный механизм 4 и объект управления 5. Сигнал с датчика поступает в контроллер, где вырабатывается управляющий сигнал, который поступает на вход электрогидравлического усилителя.

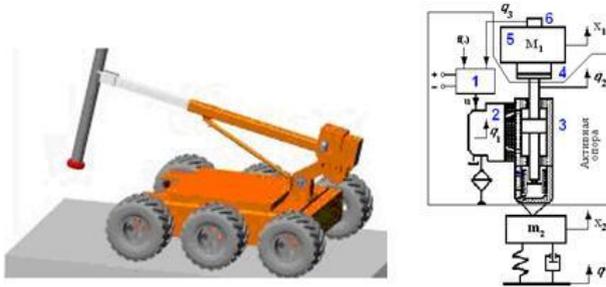


Рис. 1. Компоновка мобильного робота и схема его активной опоры

Уравнения движения системы стабилизации с электрогидравлическим приводом имеют вид:

$$\begin{aligned} M_1 \ddot{x}_1 + (P_1 + P_2 + P_3) &= 0, \\ m_2 \ddot{x}_2 - (P_1 + P_2 + P_3) + (P_4 + P_5) &= 0, \\ T_s \dot{q}_1 + q_1 - k_s u &= 0, \\ T_z \dot{q}_2 + q_2 - k_z q_1 &= 0, \\ T_s \dot{q}_3 + q_3 - k_s x_1 &= 0. \end{aligned}$$

В докладе приведены результаты моделирования колебаний мобильного робота при движении по опорной поверхности различного профиля.

1. Хомич, А.Л. Системы активной виброзащиты и стабилизации / А.Л.Хомич, Р.И.Фурунжиев. – Минск: А.Н. Вараксин, 2007 - 452 с.

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ УЗЛА НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПЛАТФОРМЫ

Давыдова А.В., Астрейко Т.Г., Ковалева И.Л.

Белорусский национальный технический университет

С использованием пакета ANSYS построена конечно-элементная параметрическая модель восстановленного узла нефтедобывающей платформы, на основе которой можно выполнять расчеты напряженного и деформированного состояний. В качестве варьируемого параметра выступает материал-связка, обеспечивающий соединение фитинга и труб. Оптимизация этих параметров (геометрия и материал) позволяет обеспечить работоспособность изделия и снизить затраты по изготовлению и обслуживанию данного узла.

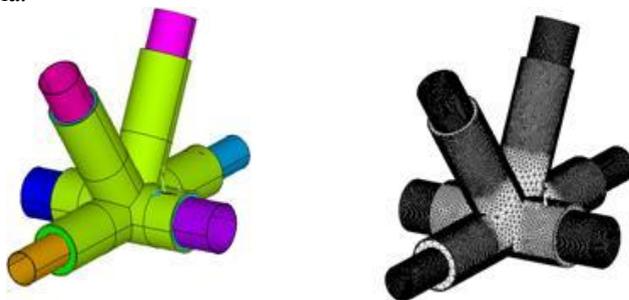


Рис.1. Трехмерная и конечно-элементная модель узла

В докладе подробно рассматриваются следующие вопросы:

1. Описывается процесс построения параметрической модели в системе конечно – элементного анализа Ansys;
2. Обсуждаются особенности выбора типа конечных элементов;
3. Рассматриваются способы и особенности передачи модели из Ansys в Ansys WorkBench, для проведения оптимизационных расчетов;
4. Проводится сравнительный анализ различных оптимизационных модулей системы Ansys WorkBench;

Представлены следующие материалы: картины распределения возникающих в конструкции напряжений и перемещений при эксплуатационных нагрузках; таблицы результатов работы оптимизационных модулей; анимированные картины поведения модели при эксплуатационных и стрессовых нагрузках.

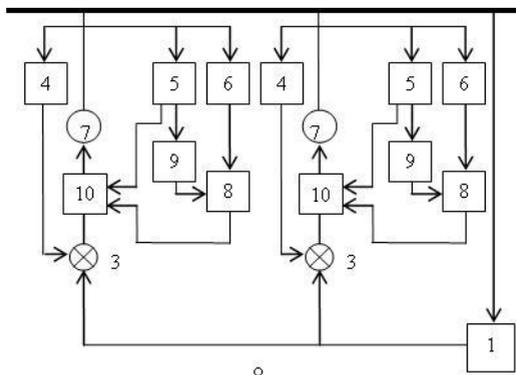
АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕАКТИВНОЙ НАГРУЗКИ МЕЖДУ ПАРАЛЛЕЛЬНО РАБОТАЮЩИМИ СИНХРОННЫМИ ГЕНЕРАТОРАМИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

Филипчик Ю.Д., Калентионок Е.В.

Белорусский национальный технический университет

Предлагается способ распределения реактивной нагрузки между параллельно работающими синхронными генераторами. Цель предложения: достижение максимального уровня устойчивости электростанции путем обеспечения равенства углов сдвига векторов электродвижущих силы генераторов E относительно вектора напряжения системы U [2].

Блок-схема предлагаемого устройства состоит из центрального регулятора 1 напряжения шин 2, блока 3 сравнения, датчиков 4 угла δ сдвига векторов электродвижущей силы синхронных генераторов относительно вектора напряжения на шинах синхронных генераторов, датчика 5 реактивной нагрузки, датчика 6 активной нагрузки генераторов 7, функциональных преобразователей 8, нуля-индикатора 9, регулятора возбуждения 10.



На основе расчетов одной из типовых ТЭЦ установлено, что применение данного подхода приводит к повышению статической и динамической устойчивости станции.

1. Способ распределения реактивной нагрузки между параллельно работающими синхронными генераторами: патент на изобретение, МК Н02J3/46/ Е.В. Калентионок, Ю.Д. Филипчик; опубл. 31.05.207 // Бюллетень №11732.

ПРОБЛЕМЫ МОДЕРНИЗАЦИИ И ВНЕДРЕНИЯ АСУТП ПРОХОДНЫХ ГАЗОПЛАМЕННЫХ ПЕЧЕЙ ДЛЯ НАГРЕВА ЗАГОТОВОК ПОД ШТАМПОВКУ

Ознобишин А.А.
РУП «БЕЛТЭИ»

Применяющиеся сегодня на белорусских предприятиях технологии тепловой обработки материалов чрезвычайно энергозатратны, тепловой коэффициент полезного действия газопламенных нагревательных и термических печей крайне низок и составляет 5...12%.

За 2007–2009 годы специалистами РУП «БЕЛТЭИ» был разработан проект современной печи производительностью до 2,5 т/ч для нагрева заготовок перед штамповкой. В проекте печи были заложены современные футеровочные материалы, газогорелочные устройства и система автоматического управления, что дало возможность достижения КПД свыше 50 %.

АСУТП нагревательной печи включает в себя основные системы:

1. Система управления горением (выполняет регулирование соотношения газа и воздуха, обеспечивает требуемое давление в камере печи)
2. Система загрузки заготовок (для проходной печи заготовки подаются непрерывно в течение технологического процесса)
3. Система выгрузки (подача заготовки кузнецу).

При реализации этих систем возникает ряд технических проблем:

- сложность поддержания коэффициента избытка воздуха на нескольких горелках, работающих на разной мощности и в разных зонах печи;
- затруднения поштучной загрузки и выгрузки, вызванные нестабильностью геометрических размеров заготовок.

Проблемы организационного характера:

- несоответствие технических параметров модернизированного оборудования с характеристиками остального оборудования технологической линии.
- несоответствие технических заданий заказчиков специфике тех. процесса и реальным возможностям прочего оборудования линии. А также стремление заказчика закупать универсальное оборудование, рассчитанное на изготовление широкого сортамента продукции, что значительно ухудшает качество обработки и энерго-технологические показатели печей
- человеческий фактор. Привычка персонала работать «по-старому», отсутствие желания и мотивации к обучению и освоению нового оборудования.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ПОСТОЯННОГО ТОКА С ШИМ-УПРАВЛЕНИЕМ

Беляев В. П., Гончарик Д. Н.

Белорусский государственный технологический университет

Классическим способом формирования напряжения питания двигателя является фазовый способ управления выпрямителями. Предлагается способ [1], который линеаризует выходную характеристику выпрямителя, уменьшает влияния высших гармонических составляющих напряжения на выходное регулируемое напряжение выпрямителя (рис. 1).

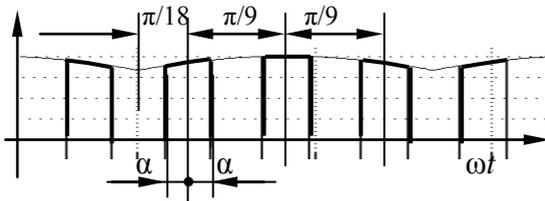


Рис. 1. Эпюра ШИМ-напряжения

Аналитическое исследование режимов электропривода выполнялось в среде Mathcad. Адекватности предлагаемого ШИМ-управления доказана расчетами, результат одного из них приведен на рис.2.

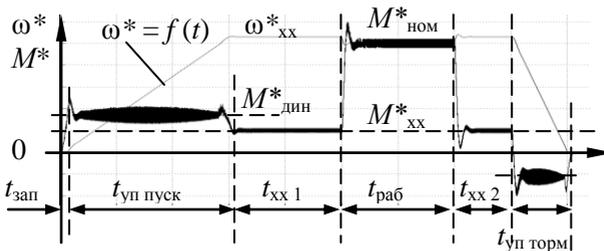


Рис. 2. Эпюры угловой скорости $\omega^* = f(t)$,
электромагнитного момента $M^* = f(t)$ и

1. Способ получения регулируемого напряжения постоянного тока: патент № 11021 Н 02 М 7/02 / В. П. Беляев; заявитель Белорус. гос. технол. ун-т / № а 20070326; за-явл. 29.03.2007; опубл. 15.06.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнаці. – 2009. – № 2. – С. 147.

К ВОПРОСУ СТРУКТУРНОГО СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Бугай О.В., Кулаков А.Т.

Белорусский национальный технический университет

Обычно разработку программного обеспечения предваряют анализом деятельности предприятия, включающим [1]: проведение функционального и информационного обследования целевой деятельности организации; разработку структурной функциональной модели организации; разработку информационной модели организации; разработку событийной модели; разработку предложений по автоматизации организации.

В результате строят два типа моделей бизнес-процессов: AS-IS и TO-BE, визуализировать которые можно с помощью диаграммных технологий IDEF0, DFD, IDEF3 структурного системного анализа.

Затем, используя результаты консалтинга, приступают к моделированию данных в виде ER-диаграмм, а также структурно-ориентированного приложения. В последнем случае на основе модели TO-BE строят модель бизнес-процессов, реализуемых разрабатываемым приложением, декомпозируя их до уровня, достаточного для их описания в виде спецификаций. При этом тело процесса может быть представлено различными способами. Наиболее часто применяют:

- структурированный естественный язык (псевдокод);
- таблицы и деревья решений;
- визуальные языки проектирования спецификаций процессов.

Построением спецификаций всех процессов программного приложения завершают его логическое моделирование и приступают к созданию физической модели структурно-ориентированного приложения.

На наш взгляд, имеет смысл построение моделей процессов с декомпозицией их до уровня процессов, реализуемых операциями, с последующим описанием их спецификаций и при объектно-ориентированном стиле программирования. Эти модели процессов и их спецификации могут быть использованы при создании диаграмм классов и генерации их исходного кода, например, в среде Rational Rose [2].

1. Калянов Г. Н. CASE-технологии. Консалтинг в автоматизации бизнес-процессов – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 320 с.
2. Кватрани Т. Визуальное моделирование с помощью Rational Rose 2002 и UML – М.: Вильямс, 2003. – 192 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ OPEN SOURCE ПРОГРАММНЫХ РЕШЕНИЙ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ

Дербан А.Н., Сатиков И.А.

Белорусский национальный технический университет

Open Source Software (OSS) – это выражение, которое можно перевести на русский как "программное обеспечение с открытыми исходными текстами". OSS представляет собой полнофункциональные программы, от операционных систем и серверных решений до офисных приложений, графических редакторов и т.п. Открытые продукты не требуют оплаты за законное использование, при этом любой специалист может модифицировать и улучшать версии таких программ. Использование OSS, например, в рамках модулей систем сбора, учета и управления энергетическими ресурсами (АСКУЭ), может существенно снизить стоимость развертывания таких систем без потери качества и надежности их функционирования.

Свободные серверные программы, например, системы управления базами данных MySQL, InterBase, PostGRE, успешно могут быть внедрены на разных уровнях АСКУЭ. Если их функциональности не хватает, можно использовать закрытые программы, работающие под Linux\BSD – в частности, системы управления базами данных Oracle и Informix.

Относительно недавно применение свободных программ на настольных машинах для обычных пользователей было почти нереальным. В операционных системах Linux и BSD отсутствовал полноценный графический интерфейс. Офисных программ, способных сравниться с Microsoft Office, практически не было. Ситуация резко изменилась за последние 3–4 года. Операционная система Linux, например, полноценно работает со звуком и видеоизображением. Существует свободный офисный пакет OpenOffice и открытые программы для других пользовательских задач (графика, музыка и т.д.). Конечно же, использование свободного ПО не является полностью бесплатным – необходимо обеспечивать установку и поддержку. Более того, для установки и системного администрирования Linux\BSD требуется более высокая квалификация – а значит, и больше затраты – чем, для поддержания работоспособности Microsoft Windows. Однако свободные программы избавляют компании от необходимости постоянно следить за корректным лицензированием – приобретено ли нужное количество лицензий на тот или иной продукт, достаточно ли число пользователей, подключение которых разрешено приобретённой лицензией на серверную ОС, и т.д.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Новичихина Е.Р.

Белорусский национальный технический университет

Дается покритериальная и обобщенная экспертная оценка следующих 9 методов моделирования производственных систем: прямой счет, математическое программирование, уравнения Колмогорова для марковских случайных процессов, теория массового обслуживания, стохастические сети, сети Петри, циклограммы, имитационное и статистическое моделирование.

Оценка методов осуществлялась по следующим критериям:

1. *Возможности* – широта принципиально возможного диапазона моделируемых объектов и решаемых задач. Границы применимости. Наличие решений.

2. *Универсальность* (общность) – легкость перехода от одного объекта или задачи к другим в пределах возможностей. Минимальные затраты времени и средств на настройку или модификацию.

3. *Информативность* – принципиально возможное количество учитываемых факторов и определяемых данных. Степень детализации и идентификации результатов.

4. *Адекватность* – отсутствие, малое количество или незначительность влияния использующихся допущений и ограничений. Точность оценки того, что метод способен определить.

5. *Готовность* – отсутствие препятствий к немедленному применению или малое время на подготовку. Наличие четкой методики, специализированных программных сред, наработок с готовыми моделями или ФЭ. Доступность ИД – отсутствие ИД, не предусмотренных нормативной, плановой или отчетной документацией. Отсутствие надобности в предварительных исследованиях или в наличии статистических данных.

6. *Трудоемкость* – время на разработку модели (чел/час). Меньшей трудоемкости будет соответствовать большее значение оценки по критерию. В некоторой степени критерий отражает и экономичность.

7. *Простота использования* (дружелюбность) – насколько легко пользователь осваивает метод или применяет готовую модель. Отсутствие высоких требований к теоретической подготовке в области моделирования. Естественность идентификации и интерпретации.

8. *Полезность* – уникальность и не тривиальность результатов, распространенность метода.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕАЛИЗАЦИИ ВИРТУАЛЬНЫХ МАШИН НА БАЗЕ VMWARE SERVER 2

Дербан Д.Н.

Белорусский национальный технический университет

Тестирование программного продукта на различных платформах возможно двумя способами: установка нескольких операционных систем на один сервер или установка одной операционной системы на сервер и последующая установка программного обеспечения, позволяющего реализовывать технологию виртуальных машин.

Недостатки первого способа:

- 1) необходимость перезагрузки сервера в другую операционную систему для последующего тестирования в ней;
- 2) для надёжной работы различных операционных систем требуется наличие специфического программного обеспечения для каждой из них.

Перечисленные выше недостатки влекут за собой потерю времени коллективов разработчиков программного обеспечения и системных администраторов. Их можно решить установкой программного продукта, позволяющего реализовывать технологию виртуальных машин. Одним из таких продуктов является VMware Server 2 от компании VMware. VMware Server обеспечивает следующие виды поддержки:

- любой стандартной архитектуры x86;
- двунаправленного виртуального SMP (symmetric multi-processing), что позволяет содержать два виртуальных процессора;
- большого числа хостовых и гостевых операционных систем, полный список которых всегда доступен на сайте VMware;
- 64-битных хостовых и гостевых операционных систем;
- IntelVT (Intel Virtualization Technology).

Работа VMware Server 2 на платформе Microsoft Windows Server 2003R2 x64 Enterprise тестировалась на базе следующего аппаратного обеспечения: процессор Intel Core 2 Quad 2,8 ГГц., 4 винчестера ёмкостью 1 ТБ каждый, 4 ГБ оперативной памяти. Описанная выше платформа обеспечила отказоустойчивую работу следующих операционных систем: трёх Microsoft Windows 2003 Server Enterprise Edition x86, двух Microsoft Windows 2003 Server Standard Edition x64 и трёх Microsoft Windows Server 2008 x64. За 18 месяцев тестирования разрабатываемого программного обеспечения не произошло ни одного сбоя в системе VMware Server 2, что позволяет судить о её надёжности.

АЛГОРИТМЫ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ОБЪЕКТАМИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ О ПОЛЕ ДАВЛЕНИЯ

Синицын А.В.

Белорусский национальный технический университет

Шульман А.И., Клебанов Е.А., Кадемик Р.С.

ООО «Техникон»

Современные объекты водоснабжения характеризуются распределенной структурой и большим количеством влияющих факторов..

Система водоснабжения каждого города включает в себя разветвленную сеть водоводов и насосных станций, обеспечивающих поступление воды конечным потребителям с заданными расходами и напорами [1].

С учетом текущего разбора воды, требуемого и фактического поля давлений необходимо оптимизировать работу насосных станций по признаку минимального удельного энергопотребления насосных агрегатов.

В качестве алгоритмов управления используются алгоритмы нечеткой логики [2].

Использование такого подхода позволяет:

- обеспечить поддержание заданных значений давлений в городе при минимальных энергозатратах;
- оптимизировать режимы работы насосных агрегатов станций 2-го водоподъема;
- оптимизировать совместную работу насосных станций 2-го и 3-го водоподъемов за счет правильного соотношения давлений, обеспечиваемы 2-ым и 3-им водоподъемом;
- согласовать работу насосных станций 2-го водоподъема за счет одновременного изменения режимов работы и исключения эффекта «передавливания» между станциями;
- производить раннюю диагностику неэффективных гидравлических режимов работы насосных станций 2-го водоподъема путем наложения данных о расходе и давлении на данные энергопотребления, полученные из АСКУЭ предприятия и постоянного анализа удельного энергопотребления.

1. Гидравлика, водоснабжение и канализация: учебник для вузов / В.И. Калицун и др. – М.: Стройиздат, 1980. – 359 с.

2. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. – М., 2004.

Научное издание

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Материалы Международной научно-технической конференции

Ответственный за выпуск Р.В. Новичихин

Подписано в печать 14.05.2010.
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.
Усл. печ. л. 3,60. Уч.-изд. л. 2,82. Тираж 100. Заказ 507.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский национальный технический университет.
ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.
Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.