

53.62/063
523

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ТЕЗИ

**НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
ВИКЛАДАЧІВ, СПІВРОБІТНИКІВ,
АСПРАНТІВ І СТУДЕНТІВ
ФІЗИКО-ТЕХНІЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ
(18-29 квітня)**

412371

Сумський державний
університет
БІБЛІОТЕКА

Суми Вид-во СумДУ 2005

Україна
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІБЛІОТЕКА
Читальний зал № 4

205-

СЕКЦИЯ «ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ»

СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИНОМИАЛЬНЫХ КОДОВ С МНОГОЗНАЧНЫМ АЛФАВИТОМ.

Ст. препод. Протасова Т.А. студ. гр. ЭС - 11 Озеров А.В.

В настоящее время известно большое количество способов повышения помехоустойчивости систем управления, среди которых широко применяется способ повышения достоверности передачи данных за счет использования избыточных кодов.

К числу таких кодов относятся биномиальные, которые представляют собой числа биномиальной системы счисления.

Цель данной работы заключается в разработке кодирующего устройства, предназначенного для преобразования позиционных кодов в биномиальные с многозначным алфавитом.

Разработан алгоритм преобразования, который состоит из следующих этапов:

1. Проверка условия, что переводимое число не превышает диапазон чисел системы счисления, в которую оно переводится.

2. Проверяется, не является ли нулем переводимое число. Если нет, то идет поиск значений цифр каждого разряда биномиального числа.

3. Определяется десятичный эквивалент переводимого числа.

4. Определяется цифра старшего разряда.

5. Присваивается цифре старшего разряда 1 и вычисляется его количественный эквивалент.

6. Если величина переводимого числа равна полученному количественному эквиваленту, то получена цифра данного разряда, а все младшие разряды равны нулю.

7. Если величина переводимого числа меньше количественного эквивалента данного разряда, то цифра в данном разряде на единицу меньше проверяемой величины. Переход к пункту 10.

8. Если величина переводимого числа больше количественного эквивалента данной цифры, то значение цифры увеличивается на единицу и вычисляется ее количественный эквивалент.

9. Повторяется процедура, описанная в пунктах 6,7,8 до тех пор, пока величина количественного эквивалента не будет превышать переводимое число. В результате получена максимальная цифра разряда.

10. Определяется цифра следующего разряда. Для этого из исходной величины переводимого числа вычитается количественный эквивалент цифры полученного ранее числа. С полученной разностью производится процедура, описанная в пунктах 5-9. В результате получается цифра следующего разряда.

11. Рассмотренные операции проводятся до тех пор, пока не будет получена цифра младшего при счете слева направо K -го разряда нового числа.

12. Процесс поиска окончен.

По алгоритму определена структурная схема и функциональные узлы.

СПОСОБ КОДИРОВАНИЯ И ПЕРЕДАЧИ ДИСКРЕТНОЙ ИНФОРМАЦИИ С АДАПТАЦИЕЙ К УСЛОВИЯМ ПЕРЕДАЧИ

доц. Онанченко Е. Л., студ. Пунтус Н. Л.

Комплексная автоматизация и совершенствование электронных цифровых вычислительных машин сопровождаются резким возрастанием объема и скорости передачи и обработки информации. Одновременно повышаются требования к достоверности передачи и обработки информации. Проблема повышения достоверности обусловлена несоответствием между требованиями, предъявляемыми при передаче данных, и качеством реальных каналов связи.

Решение задачи повышения достоверности осуществляется в настоящее время в двух направлениях: совершенствование каналообразующей аппаратуры и использование специальных, процедур, основанных на использовании помехоустойчивых кодов. В данном докладе предлагается способ повышения достоверности передачи дискретной информации.

Известно, что время передачи информации существенно зависит от используемого алгоритма помехоустойчивого кодирования, количества исправляемых ошибок и длины сообщения.

Если разнести во времени процесс подготовки файла и процесс передачи, то используемый алгоритм помехоустойчивого кодирования (Хемминга, циклический и т. п.) на время использования канала передачи влиять не будет. Все другие параметры будут иметь очень существенную роль. Главной особенностью способа является то, что обмен информацией происходит в несколько этапов.

На первом этапе осуществляется тестирование канала связи. При этом на приемную сторону отсылается

тестовая последовательность единиц и нулей. С приемной части поступает сообщение о количестве искаженных единиц и нулей, исходя из чего можно рассчитать вероятности ошибок в канале связи для единиц p_1 и нулей p_0 , которые должны передаваться. Затем определяется количество информационных разрядов, которые могут быть искажены в каждом сообщении.

На втором этапе выбирается алгоритм и осуществляется кодирование информации в соответствии с выбранным алгоритмом. При этом тип алгоритма кодирования (Хэмминга, циклический и т. п.) принципиального значения не имеет. Но следует учитывать тот факт, что последовательные интерфейсы осуществляют передачу лишь восьми бит.

На третьем этапе осуществляется сначала передача служебных сообщений относительно алгоритма кодирования (тип и количество исправляемых ошибок) методом голосования. При этом одно и то же сообщение передается несколько раз, а на приемной стороне после получения по битам выбирается наиболее вероятное. После этого приступают к передаче основной информации.

Таким образом, достигается позитивный эффект, поскольку за счет проведения тестирования условий передачи информации по каналу связи выбирается оптимальный алгоритм помехоустойчивого кодирования, а за счет разнесения во времени процессов передачи и обработки информации канал связи не используется во время выполнения операций не связанных с передачей информации. Это позволяет существенно сократить время использования канала связи пользователем, и повысить эффективность эксплуатации линии в целом.

Предлагаемый способ и устройство для его реализации целесообразно строить на базе персонального компьютера IBM PC.

УСТРОЙСТВО БЫСТРОГО СЖАТИЯ ДВОИЧНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

доц. Кулик И.А., студ. Харченко С.Н.

Методы и средства сжатия стали неотъемлемой частью систем хранения и передачи данных, обеспечивая необходимую скорость их обработки путем выявления скрытых резервов в производительности отдельных элементов и системы в целом, неучтенных на этапе ее проектирования. Среди основных параметров конкретного сжимающего алгоритма таких, как коэффициент сжатия, помехоустойчивость, схемотехническая реализация, следует выделить время сжатия информации. Наиболее перспективным быстрым проведением процедур сжатия является на аппаратном или аппаратно-программном уровнях.

В качестве метода сжатия предлагается метод адресно-векторного кодирования, отличающийся высокой скоростью преобразования данных, а также простотой реализации. Дополнительным достоинством данного вида кодирования является то, что наихудший коэффициент сжатия при бесконечной длине (n) кодовой комбинации стремится к 1, то есть при поступлении на вход устройства наихудших, с точки зрения сжатия, данных, их объем не увеличивается.

Расчет показал, что время работы (t) устройства сжатия определяется следующим неравенством:

$$n + \lceil \log_2 n \rceil > t > \lceil \log_2 n \rceil$$

Таким образом, высокая скорость сжатия предполагает эффективное использование этого устройства, позволяя сэкономить временные и аппаратные затраты.

СЖАТИЕ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ НЕРАВНОМЕРНЫХ БИНОМИАЛЬНЫХ КОДОВ

ст. преп. Протасова Т.А., студ. Харченко С.Н., студ.
Сурженко А.И.

Современное мировое сообщество, перейдя на новый этап своего информационного развития, встретило ряд проблем. Одной из наиболее важной из них стала проблема накопления, распространения и хранения получаемых объёмов информации.

Часто необходимо следить за сложными технологическими процессами при помощи большого числа аналоговых датчиков. При этом вся собранная информация требует немедленной передачи на небольшое расстояние от непосредственного места сбора данных к центру управления. Для решения проблемы быстрой передачи большого объёма информации на короткое расстояние можно либо сделать дорогостоящую линию связи, либо применить методы сжатия информации и использовать стандартные линии связи.

Как известно, сжатие сводится к обработке информации таким образом, чтобы получить выигрыш в размере выходных данных по сравнению со входными. Для того чтобы получать большие коэффициенты сжатия проводится анализ статистических данных. Информация подаётся на вход в виде больших пакетов произвольной длины. После получения данные представляются в виде последовательности байт и производится вычисление вероятностей встречающихся символов, на основе которых выбираются оптимальные параметры биномиального кода для получения наилучшего коэффициента сжатия: в зависимости от количества различных символов, от разброса вероятностей, а также кодового расстояния между

комбинациями. Далее, при помощи счётчика с заданными параметрами, непосредственно генерируются комбинации. Каждому байту ставится в соответствие уникальная последовательность бит, выраженная в биномиальном коде. Выходные данные снабжаются заголовком, несущим в себе сгенерированную таблицу соответствий (которая практически уникальна для каждого обрабатываемого пакета). Дополнительно вычисляется контрольная сумма. При анализе такого пакета считывается таблица, по которой определяются параметры кода, являющиеся критерием в определении конца комбинации. Далее информация декодируется с помощью этой таблицы.

Использование данного метода позволяет значительно увеличить средний коэффициент сжатия за счёт того, что для каждого нового пакета, на основе статистических данных о нём, выбираются оптимальные параметры кода, дающего максимальное сжатие.

На современном этапе есть возможность реализовать разработанный алгоритм в виде программы для РС. А в дальнейшем при непосредственной разработке устройства приёма-кодирования-передачи собранной информации, основой которого будет служить микроконтроллер, транслировать код языка Си в ассемблер для данного типа микроконтроллера.

Микроконтроллер выбирается без АЦП и с небольшим числом портов, но с достаточным набором арифметических и логических команд, что обеспечит его небольшую цену. Оцифровка и коммутация аналоговых сигналов будет выполняться отдельным блоком, который в принципе может и не входить в состав разработанного кодера.

СИСТЕМА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА НА БАЗЕ ОДНОТАКТНЫХ КОНВЕРТЕРОВ. ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД.

Доц. Онанченко Е.Л. студ. Якимец Т.А. студ. Заярный Е.В.

Целью данной работы является построение учебного лабораторного стенда для изучения принципа действия однотактного обратного конвертера напряжения. На рисунке 1 приведена структурная схема стенда.

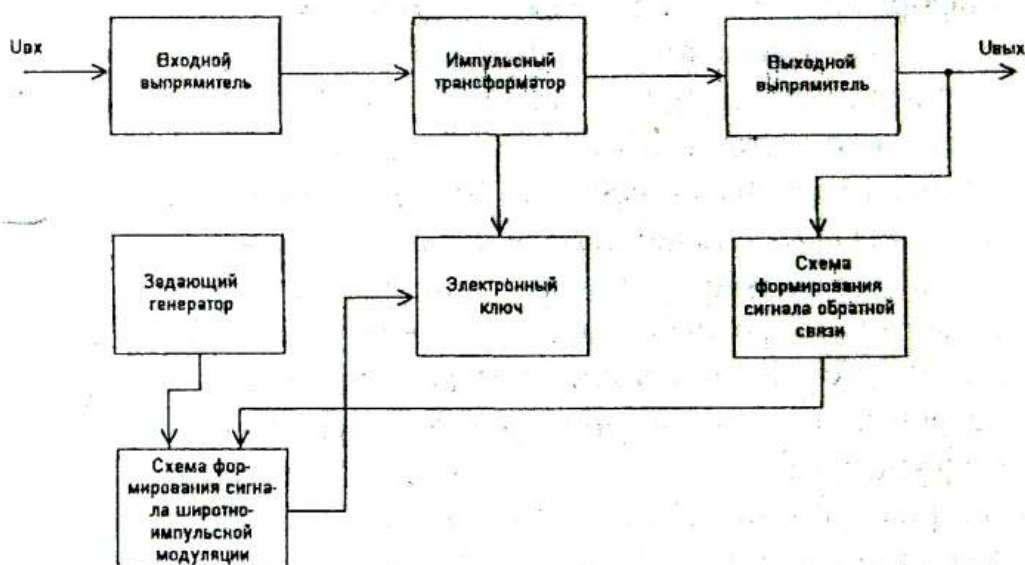


Рисунок 1 – Структурная схема лабораторного стенда

Принцип действия конвертера тока заключается в преобразовании постоянного тока, полученного при выпрямлении переменного тока промышленной частоты 50Гц, в переменный повышенной частоты с последующей трансформацией и выпрямлением. Особенностью обратных конвертеров является то, что при открытом силовом ключе в магнитопроводе импульсного трансформатора запасается энергия в виде магнитного

потока индуцируемого первичной обмоткой, а после запираания ключа запасённая энергия вторичной обмоткой преобразуется в электрическую и отдаётся в нагрузку.

В зависимости от скважности управляющих импульсов, поступающих от схемы формирования сигнала широтно-импульсной модуляции (ШИМ) на силовой ключ, изменяется энергия, запасаемая в магнитопроводе трансформатора, и, следовательно, напряжение $U_{вых}$ на нагрузке. При воздействии внешних факторов таких как изменение потребления тока нагрузкой или изменение напряжения $U_{вх}$, стремится измениться и напряжение $U_{вых}$. При этом схема формирования сигнала обратной связи формирует сигнал рассогласования, от величины которого изменяется скважность сигнала ШИМ, и, таким образом, устраняется рассогласование выходного напряжения и оно остаётся стабильным.

При создании данного стенда основными требованиями являются: безопасность при работе со стендом, простота схемы и наглядность расположения основных узлов и органов управления.

Благодаря своим массогабаритным параметрам, высокому КПД и низкой стоимости однотактные конверторы тока (напряжения) очень широко используются для питания различной современной радиоаппаратуры с потребляемыми мощностями от единиц до сотен ватт и даже единиц киловатт. К недостаткам конверторов тока (напряжения) можно отнести высокий уровень высокочастотных помех, для устранения которых возникает необходимость в фильтрации входных и выходных токов и тщательном экранировании конвертора, сравнительно небольшая надёжность из-за возникновения завышенных напряжений во время работы силовых ключей, а также сложность создания однотактных конверторов на мощности выше сотен ватт.

БЕСПРОВОДНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ

Студ. Сучков С.В., доц. Новгородцев А.И.

История изобретений и научных открытий знает немало примеров, когда достигнутый уровень развития техники и технологий не позволял должным образом воспользоваться сделанными открытиями, поскольку они опережали свое время. Дальнейшая их судьба складывалась по-разному: иным было уготовано забвение, другие оказались востребованными лишь спустя многие годы. Так, например, произошло с технологией беспроводной оптической связи (Free Space Optics, FSO), суть которой состоит в организации высокоскоростных каналов связи путем передачи инфракрасных лучей через атмосферу.

Более 100 лет тому назад, в 1878 г., в докладе, представленном Королевскому обществу в Лондоне, Александр Грэм Белл сформулировал основную идею, а в 1880 г. оформил патент на изобретение фотофона, или светотелефона, — прибора для голосовой связи путем передачи модулированного отраженного солнечного луча света через атмосферу, причем принимающий детектор мог располагаться на расстоянии 600 футов (около 180 м). Звуки голоса приводили в колебание луч света, который прерывисто воздействовал на детекторную пластинку из светочувствительного селена. Изменения тока, проходящего через пластину, можно было прослушать с помощью наушников.

В настоящее время ясно обозначилась потребность в высокоскоростной интерактивной связи. Традиционные виды связи - телефон, телевидение, кабельное телевидение, радиовещание не могут удовлетворить эту потребность. Очевидно, высокоскоростным и надёжным решением могут стать оптоволоконные линии связи, но некоторые компоненты этих линий пока относительно дороги, требуются кабельно-прокладочные работы, охрана и обслуживание этих кабелей. Вероятно, в ближайшие 10-15 лет необходимость прокладки оптоволокна в каждую

квартиру будет осознана и это отразится в нормах строительства. Пока эту нишу пытаются занять относительно недорогие, быстроразворачиваемые беспроводные радио- и оптические системы.

Исходя из этих особенностей, удобно реализовать недорогую высокоскоростную фиксированную связь для некритичных приложений, либо на небольшую дальность (до 0.1-0.5 км), а в радиодиапазоне - мобильную связь и фиксированную связь повышенной надёжности. Беспроводные оптические линии связи используют спектральный диапазон лазерного инфракрасного излучения (как правило, от 400 до 1400 нм). Этот участок спектра соответствует так называемому "окну прозрачности" атмосферы, благодаря чему поглощение излучаемого сигнала атмосферными газами пренебрежимо мало. Передача и прием осуществляются каждым из парных модемов одновременно и независимо друг от друга. Лазерные модемы устанавливаются таким образом, чтобы оптические оси приемопередатчиков совпадали. Основную сложность представляет собой юстировка направления оптических осей приемопередатчиков. Угол расходимости луча передатчика составляет у разных моделей от нескольких угловых минут до 0,50, и точность юстировки должна соответствовать этим значениям. Также не стоит забывать, что важнейшее свойство беспроводной оптической связи - высокая степень защищенности канала от несанкционированного доступа. Осуществить перехват канала технически весьма трудно - в силу острой направленности луча и применения уникального для каждой модели метода кодирования информации импульсами излучения. Тем не менее для обнаружения попыток несанкционированного доступа разработан ряд мер, основанных на разнообразных принципах - обращения волнового фронта, анализа изменения принимаемого сигнала и др., что еще больше повышает защищенность канала связи.

РЕГУЛИРУЮЩИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ «РЕМИКОНТ»

Доц. Новгородцев А. И. студ. Мироненко А. И.

м.н.с. Покотило В.Н.

В последнее время для решения широкого круга задач автоматического управления технологическими процессами, во всех отраслях промышленности, применяются регулирующие микропроцессорные контроллеры «Ремиконт».

«Ремиконт» обрабатывает аналоговые, дискретные и импульсные входные сигналы; формирует аналоговые, дискретные и импульсные выходные сигналы; выполняет операции управляющей логики, имеет таймеры и счётчики; параллельно с логическим управлением осуществляет сложную обработку аналоговых сигналов, в том числе фильтрацию, ПИ и ПИД регулирование с автоподстройкой и без неё, интерполяцию по времени и параметру, позволяет выводить технологические сообщения и текущие значения параметров на дисплей для наблюдения за ходом процесса и на печатающее устройство для документирования процесса управления.

Он может работать как на нижнем уровне крупной распределённой автоматической системы управления технологическим процессом (АСУ ТП), связываясь с ЭВМ верхнего уровня по каналу цифровой связи, так и в качестве автономного изделия, решающего комплекс задач логического управления, регулирования, предоставления информации о процессе управления.

Ввод программы управления конкретным технологическим объектом (программы пользователя) и отладка этой программы называется технологическим программированием «Ремиконта». Его можно выполнять непосредственно на объекте, а можно использовать встроенные в микроконтроллер программно-аппаратные

средства отладки, установленные в проектной организации. При работе с «Ремиконтом» используется микропроцессорный пульт, имеющий экран и клавиатуру.

Программа пользователя составляется на технологическом языке «Микроль». Работа оператора с пультом происходит в диалоговом режиме с автоматическим контролем правильности действий оператора. Программа пользователя, введённая оператором, равно как и информация о текущем состоянии процесса управления, сохраняется при отключении питания.

«Ремиконт» - это проектно-компонованное изделие. Он содержит базовый комплект аппаратуры, и проектно-компонованный комплект, зависящий в основном от требуемого числа ввода-вывода информации.

Он особенно эффективен в тех случаях, когда имеется вероятность изменения и дополнения системы управления после начального периода её эксплуатации. Контроллер позволяет легко справиться с такой ситуацией и непосредственно на объекте быстро скорректировать структуру и параметры системы управления.

Его можно использовать для автоматизации как простых, так и сложных процессов, таких как: процесс пуска и остановки комплекса оборудования, когда приходится решать задачи управления с автоматическим переключением управляющей структуры, с автоматическим изменением заданий и параметров настройки, с адаптацией системы управления к изменяющейся логике и динамике технологического процесса.

Рассмотренный микроконтроллер иллюстрирует чрезвычайно распространённое в мире направление в области средств автоматизации. Разработкой и производством их занимаются многие зарубежные фирмы, такие как: «AMD», «Intel», «VIA», «SIS», «ALI».

ФОРМЫ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ПО ЛИНИИ СВЯЗИ

Ст. препод. Протасова Т.А., студ. Михайлов Р.С.

При реализации кодов необходимо представлять их символы в виде элементов дискретного сигнала той или иной формы, удобной для выполнения последующих операций и передачи по линиям связи.

Выбор формы сигнала самым непосредственным образом определяет: энергетический спектр (занимаемую полосу частот), возможности выделения сигналов синхронизации, скорость передачи в расчете на единицу полосы частот (удельную скорость передачи).

Формы цифровых сигналов, предназначенных для передачи по линии связи, получили наименование линейных кодов (ЛК).

Рассмотрим основные типы линейных кодов.

Код без возвращения к нулю - Non Return to Zero (NRZ) представляет собой обычную двоичную последовательность. В коде с возвращением к нулю - Return to Zero (RZ) единица передается импульсом вдвое меньшей длительности.

Широкое применение в системах передачи, предназначенных для работы по металлическим кабелям, нашли троичные коды.

Код с чередующейся полярностью импульсов (ЧПИ) - Alternate Mark Inversion (AMI) - биполярный код, представляющий одну из разновидностей троичного кода: нулям соответствует отсутствие импульса, а единицам - попеременно чередующиеся прямоугольные импульсы отрицательной и положительной полярности. Модифицированный ЧПИ (МЧПИ) код строится следующим образом. В паузу, длина которой превышает n нулей, помещаются балластные сигналы. Основным

412371

требованием к линейным кодам волоконно-оптических систем передачи (ВОСП) является использование только двух значащих уровней сигнала в связи с тем, что источник излучения (лазер или светодиод) работает в двух мощностных режимах - наличие или отсутствие излучения.

Применение непосредственно кодов NRZ и RZ в ВОСП ограничено. Большее распространение получили коды с корреляционными связями и, в частности, код СМІ или код с поочередной инверсией единиц. В коде СМІ нули передаются последовательно сменой нуля и единицы на одном тактовом интервале, а единицы - попеременным последовательным сочетанием двух нулей или двух единиц. В высокоскоростных системах применяется скремблированный сигнал в формате NRZ.

Смысл скремблирования состоит в получении последовательности, в которой статистика появления нулей и единиц приближается к случайной, что позволяет удовлетворять требованиям надежного выделения тактовой частоты и постоянной, сосредоточенной в заданной области частот спектральной плотности мощности передаваемого сигнала.

Скремблирование (от английского слова to scramble - перемешивать) производится на передающей стороне с помощью устройства - скремблера, реализующего логическую операцию суммирования по модулю 2 исходного и преобразующего псевдослучайного двоичных сигналов. На приемной стороне осуществляется обратная операция - дескремблирование устройством, называемым дескремблером. Дескремблер выделяет из принятой исходную последовательность. Основной частью скремблера является генератор псевдослучайной последовательности (ПСП) в виде линейного n -каскадного регистра с обратными связями, формирующий последовательность максимальной длины $2n-1$.

БЛОК КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ХРОМАТОГРАФА

студ. Пивоварова М.А., доц. Новгородцев А.И.

Хроматограф газовый предназначен для идентификации и измерения концентрации компонентов газообразных и жидких смесей в соответствии с методиками выполнения измерений, аттестованными в установленном порядке. Хроматограф может применяться на предприятиях химической, газовой, нефтехимической, коксохимической, фармацевтической и других отраслей промышленности, а также может применяться в целях контроля загрязнений окружающей среды.

Блок контроля и управления (БКУ) хроматографа газового предназначен для выработки сигналов управления исполнительными устройствами, контроля их состояния и первичной обработки получаемой от детекторов информации.

В состав БКУ входят: трансформатор сетевой; плата с расположенными на ней фильтрами низковольтного питания; плата блока комбинированного; разъемы для связи с блоком анализа и ЭВМ.

БКУ размещен на шасси, на котором, помимо основных устройств, закреплены также передняя и задняя панели.

На передней панели БКУ размещены индикатор включения блока, кнопка поджига горелок детекторов и два индикатора наличия потоков газа-носителя.

На задней панели БКУ размещены разъемы, предохранители и радиатор отвода тепла регулирующих транзисторов стабилизаторов питающих напряжений.

На плате блока комбинированного размещено несколько функционально независимых частей, связанных только общим питанием: стабилизаторы питания + 5V, + 15V; - 15V; источник опорных напряжений; три

одинаковых схемы управления температурами термостата колонок, испарителя и детекторов, а также контроллер управления.

Стабилизаторы питания построены по схеме компенсационного линейного регулятора с защитой от короткого замыкания и ограничением тока в нагрузке. Схемы стабилизаторов +15V и -15V идентичны между собой.

Источники опорного напряжения вырабатывают опорные потенциалы величиной плюс $(10 \pm 0,5)$ V и минус $(10 \pm 0,5)$ V с высокой температурной стабильностью. Для обеспечения высокой термостабильности источника опорного напряжения схема стабилизатора размещена в небольшом активном термостате

Схемы управления температурами термостата колонок, испарителя и детекторов представляют собой три одинаковых канала, конструктивно размещенные на плате блока комбинированного. Каждый из них состоит из: источника тока, питающего термодатчика и измерителя падения напряжения на этом термодатчике.

Контроллер управления предназначен для управления работой функциональных блоков хроматографа, снятия результатов измерений и передачи их для обработки в ЭВМ. Работой контроллера управляет ЭВМ типа IBM. Контроллер управления включает в себя следующие функционально законченные устройства:

- 1) тактовый генератор;
- 2) буфер-усилитель сигналов;
- 3) дешифратор адреса, предназначенный для распределения адресного пространства между устройствами контроллера управления;
- 4) преобразователь входного напряжения в частоту;
- 5) параллельный интерфейс;
- 6) цифро-аналоговые преобразователи.

УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА ЛИФТА ПОВЫШЕННОЙ НАДЁЖНОСТИ

Проф. Борисенко А.А., студ. Зайченко О.П.

Рассматривать надёжность работы лифта можно по-разному. Во-первых, надёжность механических подсистем, во-вторых, надёжность электрического оборудования, и, наконец, надёжность электронных компонентов. Управляющая система относится к последней категории, поэтому, говоря о повышении надёжности лифта, в данном случае следует понимать повышение надёжности управляющей системы.

Наибольшее влияние на корректное выполнение функций устройством управления оказывает биномиальный счётчик этажей. Назначение счётчика – хранить код этажа, на котором находится кабина, или последнего этажа, который она прошла (в случае движения); изменять этот код на единицу (увеличивать либо уменьшать в зависимости от направления движения) при прохождении очередного этажа. На основании сравнения кода биномиального счётчика, отображающего номер этажа, на котором находится кабина лифта, и кода этажа, на который следует переместить кабину, то есть пункта назначения, производится управление движением кабины.

Работа блока управления движением зависит главным образом от функционирования микросхемы сравнения кодов этажей. Но код этажа необходимо правильно сформировать. Только в этом случае кабина будет перемещаться на требуемый этаж. Ошибка в счётчике может привести к тому, что кабина станет перемещаться в противоположном направлении, останавливаться на других этажах или не перемещаться, получив приказ на движение.

Так как в биномиальном счётчике происходит не занесение кода этажа при его прохождении, а относительный счёт (при прохождении очередного этажа состояние счётчика увеличивается или уменьшается на 1), то одна ошибка приведёт к неправильной работе всего устройства управления.

Поскольку требуется обеспечить высокий уровень надежности (и прежде всего безотказности) устройства при относительно ненадежных его элементах, то целесообразно использовать резервирование.

Среди известных методов резервирования наиболее приемлемым является структурное. Его наиболее просто реализовать именно для данного устройства. Информационное резервирование предполагает введение информационной избыточности, что является затруднительным в виду применения биномиальных кодов. Временное резервирование нельзя применить, так как оно предполагает сохранение работоспособности устройства при сбоях и отведение времени на ремонт. В данном случае устройство становится неработоспособным сразу же после сбоя. Функциональное резервирование требует намного более сложной реализации, поскольку в нём следует предусматривать перераспределение выполняемых задач между основными и резервными элементами.

Структурное резервирование осуществляется следующим образом. Вместо одного используются два одинаковых биномиальных счётчика. На их счётные входы импульсы поступают одновременно, и при безошибочном счёте на их выходах будут одинаковые коды. В случае сбоя в одном из счётчиков на выходе "ошибки" его сумматора будет "1". Как только это произошло, информация с выходов триггеров этого счётчика обнуляется. А на входы триггеров поступают те же сигналы, что и на входы триггеров правильно работающего счётчика. Возникшая ошибка сразу же устраняется.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРИБОРЫ СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИЙ IGBT

доц. Онанченко Е.Л., студ. Гевко С.Ф.

Для точного, быстрого и безопасного управления все более высокими напряжениями и большими токами в последние годы активно применяются модули высокой мощности на базе мирового стандарта IGBT (The Insulated Gate Bipolar Transistor — биполярный транзистор с изолированным затвором).

Рабочими параметрами для этого типа силовых полупроводниковых приборов являются токи более 1000 А, напряжения до 10 кВ и частоты переключения до 100 кГц.

Уникальная особенность всех IGBT состоит в их возможности выдерживать короткие замыкания (большие токи и высокое напряжение через прибор одновременно). При коротком замыкании ток в приборе остается ограниченным в пределах, данных прибору при разработке.

Для обеспечения корректной работы модулей IGBT необходимо применение специальных драйверных устройств, осуществляющих полный набор защитных и служебных функций.

Указанные свойства IGBT приборов уже применяются в разработке и производстве

- коммутаторов поездов и трамваев;
- высокочастотного мощного сварочного оборудования;
- рентгеновских установок с малым временем облучения;
- клапанов высоковольтной передачи электроэнергии;
- технологий управления трехфазными двигателями;
- источников бесперебойного питания;
- лазерных технологий высокой точности.

При этом достигается экономия электроэнергии, увеличивается КПД и продлевается срок службы исполняющих механизмов.

СИСТЕМА ЭЛЕКТРОПРИВОДА СТАНКОВ С ЧПУ

студ. Пивоварова М.А., доц. Новгородцев А.И.

Автоматические системы, применяемые при автоматизации производственных процессов, на сегодняшний день получили широкое распространение. Данные системы (комбинированные системы) представляют собой электропривод (один или несколько) и управляющую ими автоматическую систему. Электропривод – это часть системы управления станков, представляющая собой электродвигатель, приводящий в движение определенный узел станка и контролирующей движение системы. Электропривод, как часть системы управления станков, характеризуется как достаточно простая и надежная система. Среди наиболее распространенных автоматических (управляющих) систем можно выделить такие как МС 2101.0502; НЦ 31 01; РЕМИКОНТ Р 130 и др.

Структурная схема устройства представлена на рисунке 1 и состоит из ниже перечисленных блоков.

ЦМК – блок центрального микроконтроллера, предназначен для управления системой, слежением за работоспособностью, координации и управления работы всех системных блоков.

БУП – блок управления приводами, предназначен для управления и слежения за работой приводов, а также для обработки поступающей от них информации.

БСЭ – блок схемы электроавтоматики, необходим для управления системой электроавтоматики и слежением за ее работой и работоспособностью, а также для обработки поступающей от нее информации

ПУ – пульт управления, предназначен для управления рабочим процессом, внесения корректив в ход

программы, редактирования программ, а также для управления ручным режимом.

БИ – блок индикации, дает возможность оператору вести контроль за состоянием системы, процессом и режимами её работы, а также сигнализирует возникшие аварии или неисправности.

БП – блок памяти, необходим для создания оперативной памяти, способной хранить рабочую программу управления СЧПУ в независимости от их размера, а также для возможности в максимально короткие сроки переориентировать СЧПУ на изготовление другого вида изделия.

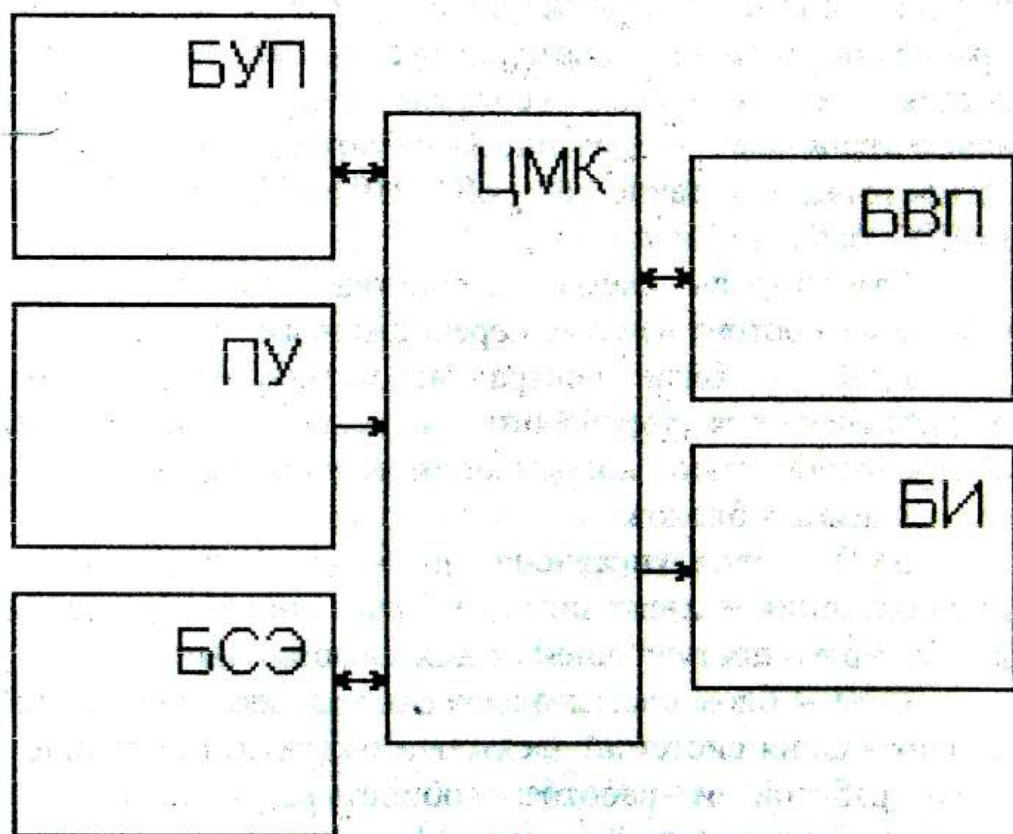


Рисунок 1. Структурная схема устройства

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УЧЕТА МЕТАНА

Доц. И.А.Кулик, студ. А.В.Шелехов

В настоящее время существует несколько методов контроля и учета сжатого газа для заправки автомобилей на АГНКС. Устройства предназначенные для отпуска газа (колонки) выполнены на базе микроконтроллеров, которые обрабатывают информацию от нескольких датчиков, производят расчет по формулам, отображают полученные результаты на индикаторах, осуществляют связь с персональным компьютером и управляют процессом заправки.

В связи с тем, что данные устройства являются метрологическим оборудованием, то во время выпуска из производства и эксплуатации необходима производить поверку и тарировку (настройку) оборудования для сдачи их представителям Госстандарта.

В данный момент при сдаче устройств контроля и учета газа применяется весовой метод, который осуществляется на весах с точностью ± 20 г при общей массе веса 100 кг. Измерение остальных параметров газа и расчет погрешности производится оператором отдельно.

Проектируемая весоизмерительная установка позволяет измерять массу с точностью ± 2 г при общей массе веса 100 кг, а также производит расчет погрешности испытываемого оборудования, измеряет и рассчитывает параметры газа (давление, температуру, массу и плотность). Применение микроконтроллера позволяет выполнять все перечисленные функции в автоматическом режиме, что сводит к минимуму ошибки оператора.

Обеспечение станций АГНКС разрабатываемой весоизмерительной установкой позволит производить метрологическую поверку (которая производится 1 раз в год) и оперативно проверять правильность работы устройств контроля и учета сжатого газа.

ИЗМЕРЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

доц. Онанченко Е.Л., студ. Волохин В.В.

Контроль качества электрической энергии подразумевает оценку соответствия показателей установленным нормам, а дальнейший анализ качества электроэнергии - определение стороны виновной в ухудшении этих показателей.

Определение показателей качества электрической энергии задача нетривиальная. Это связано с тем, что большинство процессов, протекающих в электрических сетях - быстротекущие, все нормируемые показатели качества электрической энергии не могут быть измерены напрямую - их необходимо рассчитывать, а окончательное заключение можно дать только по статистически обработанным результатам. Поэтому, для определения показателей качества электрической энергии, необходимо выполнить большой объем измерений с высокой скоростью и одновременной математической и статистической обработкой измеренных значений.

Если говорить о конкретных показателях качества энергии, упомянутых в ГОСТе 13109-97, то следует отметить, что в действительности речь идет не о качестве электрической энергии, а о качестве напряжения. При этом все упомянутые в ГОСТе показатели можно условно разделить на три группы.

К первой группе относятся показатели, характеризующие установившиеся режимы:

- отклонение частоты;
- отклонение напряжения;
- несимметрия напряжения (коэффициенты нулевой и обратной последовательностей);

— несинусоидальность напряжения.

Ко второй группе относятся показатели для квазиустановившихся режимов, в частности колебания напряжения.

Третью группу составляют показатели переходных режимов:

- провал напряжения;
- импульс напряжения;
- временное перенапряжения.

Первичная обработка измеренных напряжений и токов состоит из определения их гармонического состава, - по всем измеренным значениям выполняется быстрое преобразование Фурье. Далее производится усреднение полученных значений на установленных интервалах времени. ГОСТ 13109-97 потребовал вычислять средне-квадратичные значения, что привело к необходимости использования двухпроцессорных схем при построении приборов.

Наибольший поток измерений необходим для определения несинусоидальности напряжения. Наиболее сложная математика задействуется при оценке колебаний напряжения. ГОСТ 13109-97 нормирует эти явления для огибающей меандровой (прямоугольной) формы, а в сети колебания напряжения имеют случайный характер.

Проблему повышения качества электроэнергии достаточно эффективно можно будет решить, если внедрить в практику взаиморасчетов за электроэнергию счетчики нового поколения, в которых учитывается активная энергия, соответствующая конкретным показателям качества электроэнергии.

После внедрения многофункциональных счетчиков все участники рынка электроэнергии будут материально заинтересованы в улучшении ее качества.

ЦИФРОВОЙ АВТОМАТ ПОСТРОЕНИЯ КОДА ХАФФМАНА

Ст. преп., к.т.н. Зубань Ю.А., студ. Петров В.В.

Одним из неравномерных кодов применяемых для оптимального кодирования является код Хаффмана. Основные достоинства которого - минимальная избыточность и префиксность, то есть возможность однозначно построить код с наименьшей средней длиной приходящейся на символ. В зависимости от способа формирования статистики появления символов входного алфавита различают три метода построения кода Хаффмана: статический, квазистатический и динамический (адаптивный). Эти алгоритмы широко применяются для архивации данных, сжатия изображений, и в основном реализованы в виде программ для ЭВМ (всевозможные компрессоры, архиваторы, программы резервного копирования файлов и дисков). В аппаратных средствах - они представлены как системы сжатия "прошитые" в память устройств (модемы, факсы и сканеры), которые основаны на статическом и квазистатическом методах. То есть реализация метода адаптивного кодирования Хаффмана, в виду сложности разработки и существования альтернативных кодов и методов, в виде отдельных микросхем или цифровых автоматов широко не распространена. Так как адаптивное кодирование может дать большую степень сжатия и скорость, по сравнению со статическим (поскольку более полно учитываются изменения частот входного потока, и не требуется затрачивать дополнительное время на формирование статистики (однопроходное кодирование - "на лету"), то стоит затронуть этот вопрос, что в последствии может быть применено в системах, где и объем данных, под час не

известен, а их повторная передача или разбор может занять неоправданно много времени (средства телекоммуникаций).

С учетом алгоритма формирования, цифровой автомат построения кода Хаффмана должен обеспечивать: формирование и хранение дерева Хаффмана, преобразование кодов входных символов в соответствующие выходные.

Автомат можно представить в виде таких функциональных блоков:

а) блок статистики - хранит количество повторений кодов входного алфавита;

б) блок промежуточного хранения - формирует и хранит информацию о расположении узлов дерева Хаффмана;

в) преобразователь - реализует распознавание входной последовательности (конкретного символа входного алфавита) и соответствующего ему узла (листа дерева Хаффмана), формирует переходы между узлами и выдачу оптимального кода.

Блок статистики реализуется в виде массива данных (оперативная память), соответствие ячеек которого входным символам выполняется по кодовым отображениям последних. Такой же принцип может быть положен в основу поиска конкретного листа дерева, тем самым определять разрядность выходного кода - окончание формирования его преобразователем. Изменение значений в ячейках выполняется с помощью сумматоров или инкременторов. При достижении максимально возможной суммы - происходит корректировка массива.

Синтез регулярной структуры автомата даст возможность универсально применять его для решения задач оптимального кодирования.

СИСТЕМА СОПРЯЖЕНИЯ С ЛОКАЛЬНОЙ СЕТЬЮ ТОПОЛОГИИ ТИПА ШИНА

доц. Кулик И.А., студ. Василенко Д.Л.

Популярность компьютерных сетей вообще и локальных сетей в частности в наше время неуклонно возрастает. Малые локальные сети с невысокой скоростью передачи используются также и в системах управления, сетях промышленных контроллеров.

В докладе рассматривается устройство сопряжения с локальной сетью топологии типа шина. Этот адаптер сети ориентирован на сопряжение с системной магистралью ISA, может быть использован в локальных сетях с такими характеристиками: скорость передачи информации – 1 Мбит/с; максимальная длина кабеля сети – 400 м; максимальное количество абонентов – 31; среда передачи информации – экранированная витая пара; метод кодирования информации – Манчестер II; метод доступа к сети – временной с фиксированными приоритетами; максимальная длина пакета 1 Кбайт.

Устройство может использоваться в сетях, где нет необходимости в высоких скоростях обмена информации (до 1 Мбит/с). Например, малые локальные сети, сети промышленных контроллеров, в которых данные от датчиков поступают в сеть (по общей шине) на устройство сбора и обработки информации. Интересно это устройство выбранным методом доступа с фиксированными приоритетами абонентов и с предотвращением конфликтов. Адаптер реализован на широко распространённых микросхемах серии КР 1533. Во многих случаях устройство вполне может конкурировать с некоторыми распространёнными адаптерами сети.

СИСТЕМА ИМПУЛЬСНО-ФАЗОВОГО УПРАВЛЕНИЯ В ЭЛЕКТРОПРИВОДАХ СТАНКОВ С ЧПУ

Студ. Белан М.Ю., доц. Ононченко Е.Л.

Автоматизация технологических процессов в машиностроении, создание более совершенных промышленных станков с числовым программным управлением (ЧПУ) привели к применению регулируемых электроприводов главного движения.

В станках с ЧПУ широко применяется унифицированный трехфазный электропривод ЭПУ 1-2, который предназначен для реверсивных быстродействующих широкорегулируемых приводов с однозонным регулированием скорости.

В состав ЭПУ 1-2 входят следующие блоки: силовая схема, система импульсно-фазового управления (СИФУ), логическое устройство, датчик проводимости вентиля, адаптивное устройство, регулятор скорости, схема ограничения тока якоря, блок защиты и сигнализации.

СИФУ предназначена для преобразования выходного напряжения системы управления U_y в последовательность подаваемых на тиристоры отпирающих импульсов, момент формирования которых смещён относительно моментов естественного отпирания тиристоров на угол α , зависящий от значения U_y .

В состав СИФУ входит: источник синусоидального напряжения, формирователь импульсов, устройства усиления и вводное устройство.

Формирователь импульсов состоит из следующих узлов: фильтра, двух пороговых элементов, формирователя синхронизирующих импульсов, генератора пилообразного напряжения, нуля органа, формирователя длительности импульсов.

БИНОМИАЛЬНОЕ УПРАВЛЯЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

проф. Борисенко О.А., студ. Чернотицкий Н.Н.

В настоящее время всё ещё применяются аналоговые системы управления, которые хотя и имеют достаточно высокое быстродействие, но отличаются от цифровых значительно меньшей точностью, надёжностью и помехоустойчивостью.

Главные преимущества цифровых систем – это высокая точность работы, универсальность и гибкость. В результате цифровые системы на сегодняшний день заняли монопольное положение во всех сферах использования систем управления.

Но с другой стороны обойтись без аналоговых элементов цифровые системы в принципе не могут, по этому верно было бы говорить не цифровые системы управления, а цифровые с элементами аналоговых.

Одной из важных проблем систем управления являются помехи. Помехи, оказывают значительное влияние на цифровой сигнал, понижая точность его представления, особенно для удалённых объектов управления.

Уменьшить количество помех помогает передача в линии связи кодированной информации с применением алгоритмов кодирования, и специализированных алгоритмов для построения помехоустойчивых устройств. Поэтому целесообразно применить двоичные биномиальные коды.

Алгоритм генерирования двоичных биномиальных кодов незначительно удлиняет передаваемые в линию связи двоичные коды и, следовательно, понижает быстродействие, но при этом даёт возможность обнаруживать ошибки, т.е. находить двоичные коды, искажённые помехами.

ПРИСТРІЙ КЕРУВАННЯ НА РІВНОВАЖНИХ КОДАХ

Проф. Борисенко О.А., студ. Гаврилко С.І.

За формою сигналів, що використовуються системами керування, вони поділяються на *аналогові* та *цифрові*.

У недавньому минулому найбільш поширеними були аналогові системи керування, їх особливістю є використання аналогових величин як носіїв інформації: напруги, струму, частоти, фази і т.д. Перевагою аналогових систем керування є неперевершена швидкодія і відносно недорога і компактна їх реалізація. Однак точність і надійність роботи цих систем були недостатніми для все більш нових їх застосувань на практиці, тому відносно недавно були розроблені цифрові системи керування, основу роботи яких складала цифрова обробка сигналів і відповідно цифрове подання сигналів, їх головна перевага - це висока точність роботи. Поряд з цим значно зросли їх надійність, завадостійкість і живучість. Крім того, цифрові системи керування мають небачену для аналогових систем гнучкість та універсальність. Швидкодія цифрових систем керування хоча й менша від швидкодії аналогових, але для більшості практичних випадків виявляється достатньою. В результаті цифрові системи на сьогодні зайняли монополічне положення в усіх сферах використання систем керування.

Системи керування, в яких сигнали існують у вигляді цифрових кодів, називаються *цифровими* системами керування.

Як правило, у цифрових системах керування керуючим засобом є або керуючий пристрій, або спеціалізована електронна цифрова обчислювальна машина (ЕЦОМ).

Якщо цифрова система керування працює в прискореному масштабі часу, тобто працює з тією самою швидкістю, що і швидкодіючий об'єкт керування, то така система керування називається *цифровою* системою керування в *реальному*

масштабі часу.

Цифрові системи керування в реальному масштабі часу побудовані на основі засобів обчислювальної техніки та пристроїв зв'язку з об'єктом і прискорено реалізують збирання та оброблення інформації. Основу цих систем складають обчислювальні машини, аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі. При цьому може бути створений ієрархічний комплекс керування за допомогою ряду ЕЦОМ. Для підвищення швидкодії в керуючі системи вводять спеціалізовані обчислювальні машини типу спец процесорів, гібридні обчислювальні системи і на нижньому рівні керування - цифрові регулятори.

Особливий різновид цифрових керуючих систем складають системи, у яких об'єктом керування є цифровий автомат, наприклад суматор. Такі об'єкти називаються *операційними автоматами (ОА)*, а керуючі ними цифрові пристрої — *керуючими автоматами (КА)*.

Передумовою створення автоматизованих систем керування є можливість автоматизації інформаційних процесів на основі цифрових ЕОМ. Основними функціями автоматизованих систем керування є збирання, передавання, зберігання і оброблення первинних даних, формування документів для управлінського персоналу, видавання довідкової інформації, вироблення рекомендацій щодо керування.

Метою автоматичного керування, як правило, є підтримка заданих значень керованих (регульованих) величин при повній автоматизації. Ця мета досягається за допомогою об'єднаних у систему автоматичних пристроїв, працюючих без втручання людини. Вони розв'язують більш прості завдання ніж автоматизовані системи, однак з більшою швидкістю і точністю. Ці системи звичайно входять, як складова частина, в автоматизовані системи керування, звільняючи людину від рутинної роботи і дають їй час для прийняття відповідальних рішень.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Проф. Борисенко А. А., студ. Бородийчук А. В.

Процесс охлаждения радиоэлектронной аппаратуры (далее по тексту – РЭА) связан, как правило, с высоким уровнем шума и потребляемой мощности. Это связано с тем, что для его осуществления применяется избыточная мощность охладительного оборудования, что в свою очередь вызвано отсутствием любой регулировки интенсивности охлаждения. Поэтому производители вынуждены обеспечивать максимальную интенсивность охлаждения на протяжении всего срока службы аппаратуры.

Интеллектуальная система охлаждения позволит оптимизировать процесс охлаждения аппаратуры, снизить потребляемую мощность и уменьшить уровень шума.

Работа интеллектуальной системы охлаждения базируется на основе функционирования следующей модели (рис. 1). Существует корпус аппаратуры 1, в котором имеются два вентиляционных отверстия – одно снизу 2, для притока холодного воздуха, и одно сверху 3, для оттока нагретого. Оба снабжены вентиляторами и термодатчиками. Соответственно первый термодатчик показывает температуру окружающей среды, а второй – температуру внутри корпуса РЭА. В корпусе существует несколько источников тепла 4. Каждый из них снабжен термодатчиком и индивидуальным вентилятором. Скорость вращения каждого из вентиляторов задается контроллером на основании данных от термодатчиков.

Система контролирует температуру каждого из источников тепла и общую температуру внутри корпуса. При охлаждении узла локальным вентилятором происходит процесс передачи его теплоты воздуху внутри корпуса РЭА. Если этого недостаточно для поддержания заданной изначально оптимальной температуры, то принимается

решение охладить воздух внутри корпуса путем нагнетания более холодного воздуха извне либо вытяжки нагретого воздуха из корпуса (приоритетность устанавливается при настройке), либо же совмещением этих процессов. При этом узел продолжает охлаждаться локально.

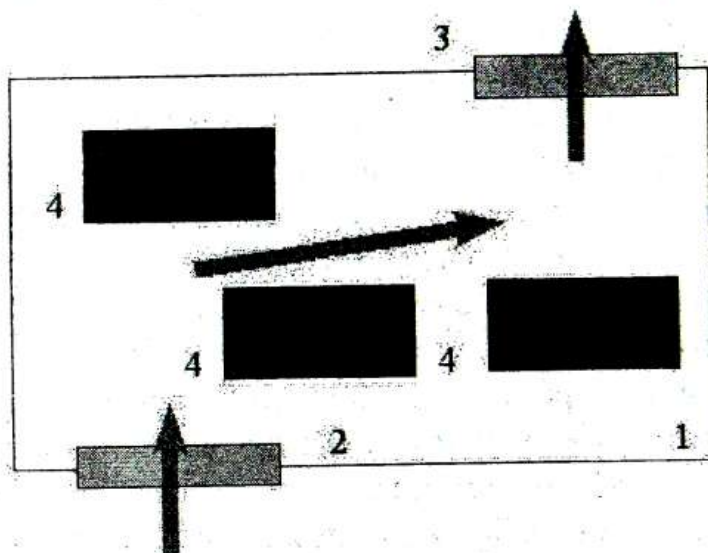


Рис. 1 – Схема охлаждения устройства

Задача системы – поддерживать динамическое равновесие между разогревом узлов и их охлаждением. Однако даже при условии того, что одной и той же частью устройства в разные моменты времени рассеивается одинаковая мощность (то есть его тепловыделение постоянно), охлаждать его можно либо периодическим включением вентилятора на больших оборотах, либо постоянным обдувом на средних оборотах. Более предпочтительный второй способ, так как он не приводит к большим колебаниям температуры устройства (пусть даже в рамках допустимого диапазона), и, как следствие этого – изменениями режима его работы (например – термокалибровка головок жесткого диска).

Конструктивно данная система будет строиться на

основе микроконтроллера.

Преимущества данной системы охлаждения в том, что, используя в качестве управляющего элемента микроконтроллер со встроенным АЦП (для обслуживания термодатчиков) и рядом портов ввода/вывода, можно очень дешево организовать такие дополнительные возможности как организация принудительной (управляемой только в рамках определенных пределов либо неуправляемой вообще) вентиляции для определенных узлов, подача сигнала при перегреве всего устройства и невозможности его охладить силами системы, измерение температуры любого иного источника тепла. Кроме того, можно задать программно алгоритм реагирования на любое изменение температуры любого из датчиков, например, запрет остановки определенного вентилятора даже при низкой температуре охлаждаемого устройства. Модернизация такого устройства будет заключаться всего лишь в смене прошивки. Аппаратная часть останется стандартной.

Значительный интерес представляет идея объединения ряда таких контроллеров в общую систему с управляющим центром в случае, если одного из них недостаточно для управления всем ресурсами охлаждения системы, либо в случае проектирования крупномасштабных систем.

При использовании вместо термодатчиков других устройств ввода параметров окружающей среды, например датчиков содержания углекислого газа, можно построить систему, реагирующую на другие воздействия путем несложной аппаратной доработки и изменения прошивки.

Данное устройство должно найти применение при проектировании любой РЭА, выделяющей при работе большое количество тепла, либо проектировании любых других комплексов, требующих воздушного охлаждения, вплоть до зданий с установленными внутри стойками с РЭА.

СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТА

доц. Новгородцев А.И., студ. Гриценко Д.В.,
студ. Кобзарь О.В.

Систему диагностирования можно рассматривать как инструмент, позволяющий получать объективную информацию о состоянии объекта.

Общая процедура решения задач диагностирования состоит из следующих этапов:

- накопление априорной информации по объекту. Оно предполагает включение решений классификации (обозначению классов). Данный этап предполагает построение математической модели объекта;
- измерение значений параметра объекта. Устанавливаются значения совокупности параметров объекта. Результаты измерений анализируются, сравниваются с границами полей и допусков и определяется класс состояний объекта (допустимое или недопустимое);
- прогнозирование технического состояния. Выполняется прогнозирование технического состояния объекта на участке квазистационарности, если объект относится к классу допустимых состояний.

Реализация автоматизированной системы технической диагностики (АСТД) предполагает рассмотрение возможности автоматизации каждого из перечисленных этапов решения общей проблемы диагностирования.

Автоматическая система технического диагностирования представляет собой организационно – техническую систему, которая включает в себя комплекс средств автоматизации диагностирования. Комплекс средств автоматизированного диагностирования включает в себе математическое, программное, техническое, информационное, методическое, лингвистическое и организационное обеспечение.

Математическое обеспечение автоматизации диагностирования – совокупность математических методов, математических моделей и алгоритмов диагностирования, представленных в заданной форме.

Программное обеспечение автоматизации диагностирования – совокупность документов с текстами программ, программы на машинных носителях и необходимая эксплуатационная документация.

Техническое обеспечение автоматизации диагностирования – совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих технических средств, предназначенных для автоматизированного (автоматического) диагностирования.

Информационное обеспечение автоматизации диагностирования – совокупность документов, содержащих описание стандартных и типовых диагностических процедур, решений, других данных, файлы и блоки данных на машинных носителях с записью перечисленных документов.

Организационное обеспечение автоматизации диагностирования – совокупность документов, устанавливающих организационную структуру диагностирующих подразделений.

Методическое обеспечение автоматизации диагностирования – совокупность документов, устанавливающих состав, правила отбора и эксплуатации средств обеспечения автоматизации диагностирования.

Лингвистическое обеспечение автоматизации диагностирования – совокупность языков, используемых в процедурах диагностирования.

Учитывая сказанное, АСТД можно представить в виде совокупности взаимосвязанных автоматизированных подсистем: система измерений; система поиска неисправностей; система технического состояния; система формирования рекомендаций по использованию объекта.

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ БИНОМИАЛЬНО-РАВНОВЕСНЫХ КОДОВ

доц. О. В. Бережная, студ. А. В. Сучков

Эффективность информационных систем в немалой степени зависит от скорости и достоверности передачи данных. Проведенный анализ различных каналов связи показывает, что уровень помех меняется в течение определенных промежутков времени. Повышение эффективности передачи информации достигается путем максимизации скорости передачи сообщений при выполнении требований к достоверности передаваемой информации. В условиях изменяющегося уровня помех эта задача решается в адаптивных системах передачи данных.

Одним из путей достижения этой цели является разработка методов эффективного кодирования с применением кодов, изменяющих свою помехоустойчивость в зависимости от уровня помех в канале связи. Использование сложных по своей структуре кодов, например циклических, связаны с трудностями адаптивного изменения их избыточности. Поэтому в ряде случаев предлагается применять более простые коды, в частности равновесные. Параметры равновесного кода должны быть выбраны таким образом, чтобы вероятность необнаружения ошибок не оказалась больше максимально допустимого значения.

Решение задачи адаптивного выбора параметров равновесного кода предусматривает решение трех частных задач:

- вычисление минимального значения длины равновесных кодовых комбинаций, при котором мощность равновесного кода будет не меньше мощности исходных двоичных сообщений;
- проверку разрешимости задачи адаптивного выбора параметров кода и вычисление начальных значений параметров кода, при которых выполняется ограничение по вероят-

ности необнаруживаемых ошибок;

-коррекцию параметров для уменьшения вероятности обнаруживаемых ошибок, и тем самым сокращения времени на их исправление.

Сложность оперативного изменения параметров равновесных кодов предлагается преодолеть путем их построения на основе биномиальных чисел. При таком способе кодирования на первом этапе формируются биномиальные коды, легко меняющие свою длину и образующие структуру равновесных кодов, и на втором этапе формируется непосредственно равновесный код. Такой подход решает задачу самоконтроля и уменьшения сложности кодирующего и декодирующего устройств.

Переход от исходного двоичного сообщения к биномиальному числу и обратно основан на применении кодообразующей функции:

$$A_i = a_{j-1} C_{n-1}^{k-q_i} + a_{j-2} C_{n-2}^{k-q_{j-1}} + \dots + a_l C_{n-j+1}^{k-q_{l+1}} + \dots + a_0 C_{n-j}^{k-q_1}$$

где a_i — значение цифры i -разряда (1 или 0);

$i = j-1, \dots, 0$ — порядковый номер разряда;

q_i — сумма всех единиц от $(j-i)$ разряда до i разряда включительно.

Равновесная кодовая комбинация получается путем добавления к биномиальному числу недостающих единичных разрядов в случае, когда биномиальное число содержит $(n-k)$ нулей, или нулевых разрядов, если биномиальное число содержит k единиц.

Таким образом, применение методов адаптивного биномиально-равновесного кодирования в системах передачи данных, для которых характерна нестационарность канала связи, позволяет повысить их производительность и надежность, а также уменьшить затраты на аппаратные и программные средства.

СИНТЕЗ СИСТЕМ ОТОБРАЖЕНИЯ ПРИ ЭКСТРИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ НАБЛЮДЕНИЯ

доц. Б. К. Лопатченко, студ. Ф. С. Ольховик

В последние годы в связи с автоматизацией процессов производства и управления, развитием электронно-вычислительной техники и разработкой систем автоматизации исследовательских и технологических работ широкое распространение получили разнообразные устройства отображения информации. Если информация создается или передается электронными средствами, то она воспроизводится с помощью средств отображения информации, которые являются электронным переводчиком, позволяющим принимать закодированную электронными сигналами информацию.

В задачах наблюдения и распознавания объектов часто необходимо производить преобразование и отображение алфавитно-цифровой и графической информации. Реализация отображения информации в основном осуществляется на экране ЭЛТ. Для отображения этой информации используется СОИ телевизионного типа. К ним относятся: универсальность, позволяющая отображать все виды информационных моделей, возможность совмещения информационных моделей, формируемых методом экранного синтеза, возможность использования стандартных телевизионных установок и терминалов в качестве видеомониторов.

К задачам синтеза такого устройства относят построение микропроцессорного устройства, которое будет преобразовывать полученный видеосигнал от устройства наблюдения и передавать его на СОИ. Довольно просто данную схему реализовать на микроконтроллере.

СИСТЕМА СЖАТИЯ БИНОМИАЛЬНЫХ КОДОВ

студ. Лысенко М. А. студ. Журавель А. В.
проф. Борисенко А.А.

В системах коммуникации при передаче двоичной информации существуют задачи ее сжатия с целью повышения скорости передачи.

Одним из подходов к решению этой задачи является использование двоичных биномиальных чисел. Наиболее просто этот подход реализуется с помощью переборных алгоритмов биномиального и двоичного счета. Суть этого подхода состоит в том, что сжимаемое двоичное число путем подсчета единиц в нем преобразуется в биномиальное. Далее из этого биномиального числа вычитаются единицы до получения нуля, и одновременно происходит суммирование единиц в двоичном коде. В момент появления нуля при вычитании единиц из биномиального числа, суммирование прекращается. Результатом преобразования является полученная сумма в двоичном коде.

После передачи двоичной информации необходимо провести операцию обратную сжатию для дальнейшего её использования. Для решения этой задачи применяется тот же подход. В этом случае уже двоичное число преобразуется в биномиальное: из двоичного числа вычитаются единицы до получения нуля, и одновременно происходит процесс суммирования единиц в биномиальном коде. Таким образом, полученное биномиальное число будет представлять исходное, которое было до сжатия.

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ

к.т.н., доцент Мазуренко В.О., ад'юнкт Григоренко Р.М.
(Військовий інститут РВіА Сумського ДУ)

Робота присвячена визначенню раціональної кількості засобів ураження об'єктів евентуального противника.

Організація і ведення бойових дій - це складний процес, оскільки різкі зміни обстановки на полі бою вимагають від командира і штабів твердого, гнучкого і безперервного управління підрозділами. В зв'язку з цим визначення раціональної кількості засобів ураження об'єктів евентуального противника набуває важливого значення.

При однаковій витраті снарядів на ціль ефективність стрільби зростає із збільшенням кількості засобів, що залучається. Отже, вирішуючи завдання оптимального розподілу наявних вогневих засобів можна підвищити ефективність поразки угруповання противника. Для визначення математичного сподівання збитку об'єкту, що вражається, можна використовувати метод невизначених множників Лагранжа.

Функція Лагранжа, що забезпечує максимум ступеня ураження угруповання противника записується у вигляді:

$$\psi = \sum_{j=1}^m A_j n_j M_{k_j} + \lambda \left(K - \sum_{j=1}^m n_j k_j \right),$$

де m - кількість груп об'єктів прийнятих до поразки;

n_j - кількість цілей в j -ій групі об'єктів;

k_j - кількість гармат, що залучаються до поразки j -го об'єкту;

K - кількість розрахункових вогневих засобів еквівалентне реальному угрупованню артилерії;

λ – довільна постійна, яка характеризує приріст ефективності, що доводиться на одну гармату.

Щоб знайти оптимальні значення необхідно прийняти рівними нулю похідні від ψ по λ та k_j , потім вирішити отриману систему алгебраїчних рівнянь. В результаті рішення задачі отримаємо:

$$k_{oj} = \frac{1}{\varepsilon_j} \left(\ln A_j \varepsilon_j + \frac{K - \sum_{j=1}^m \frac{n_j}{\varepsilon_j} \ln A_j \varepsilon_j}{\sum_{j=1}^m \frac{n_j}{\varepsilon_j}} \right).$$

При проведенні розрахунків по даній залежності повинна виконуватися умова $k_{oj} \geq 0$. Якщо ж $k_{oj} < 0$, то цей об'єкт або ці об'єкти необхідно виключити з ітераційного процесу і розглядати їх як об'єкти, що вражаються в подальших вогневих нальотах.

Визначивши раціональний розподіл засобів поразки для першого вогневого нальоту, переходять до раціонального розподілу засобів поразки по об'єктах, які були виключені з ітераційного процесу. В результаті рішення задачі отримаємо раціональну кількість вогневих нальотів і кількість розрахункових вогневих засобів, яку доцільно залучати по об'єктах, в припущенні, що по кожному з них призначена раціональна витрата снарядів. Кількість розрахункових вогневих засобів, після перерахунку у вогневі засоби реального калібру, необхідно уточнити з урахуванням зручності управління вогнем артилерії.

Розрахунки, які проведені за даною схемою показують, що при одній і тій же витраті боєприпасів, однакової кількості артилерії, за рахунок оптимізації розподілу засобів, що залучаються до стрільби на поразку, ефективність вогню збільшується до 18%. Отже, чим більший ступінь свободи (кількості цілей і вогневих засобів), тим більший вигравш від оптимізації.

АЛГОРИТМ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО СИСТЕМАТИЧЕСКОГО КОДИРОВАНИЯ ПО КРИВЫМ ЭРМИТА

к.т.н. Лысенко В.Н., к.т.н. Ляпа Н.Н.,
курсант Свиначенко В.Ю.
(Военный институт РВ и А СумГУ).

Зафиксируем конечное поле $GF(q)$. Пусть X – гладкая проективная алгебраическая кривая в проективном пространстве P^n над, $g = g(X)$ – род кривой, $X(GF(q))$ – множество точек над конечным полем, $N = |X(GF(q))|$ – их число. Пусть C – класс дивизоров на X степени $\alpha > g-1$. Тогда C определяет отображение $\varphi: X \rightarrow P^{k-1}$, где $k \geq \alpha - g + 1$. Набор $y_i = \varphi(x_i)$ задает код. Эта конструкция позволяет строить коды с параметрами $k + d \geq n - g + 1$, длина n которых меньше либо равна числу точек на кривой X .

Алгеброгеометрический код по кривой X над $GF(q)$ – это линейный код, состоящий из всех слов (c_1, c_2, \dots, c_n) длины $n \leq N$, для которых выполняется равенство $d + g - 1$ уравнений

$$\sum_{i=0}^{n-1} c_i F_j(P_i) = 0,$$

где $c_i \in GF(q)$, $d \geq \alpha - 2g + 2$, $\alpha = \deg X \cdot \deg F$.

Алгоритм систематического кодирования. Пусть I – множество k информационных позиций кодового слова (т.е. множество номеров позиций, входящих в заданный информационный набор кода) и h – множество $r = n - k$ проверочных позиций. объединение множеств $I \cup h$ содержит все целые числа (номера) от 0 до $n-1$. На информационных позициях

разместим k символов сообщения, а на проверочных нули. Вычислим суммы

$$S_j = \sum_{i \in I} c_i F_j(P_i), \quad j = \overline{0, r-1}, \text{ или в матричной форме}$$

$$\|S_j\|_r = \|F_j(P_i)\|_{k,r} \|c_i\|_r^T \quad (1)$$

Для нахождения значений $r=n-k$ проверочных символов можно использовать методы обращения матриц. Запишем в матричной форме:

$$\|c_i\|_r = \|F_j(P_i)\|_{k,r}^{-1} \|S_j\|_r^T \quad (2)$$

Сам алгоритм определим как последовательность следующих шагов:

1. На заранее определенные информационные позиции кодового слова поместим k символов сообщения.
2. Вычислим матрицу-строку $\|S_j\|_r$, используя (1).
3. Вычислим матрицу-строку $\|c_i\|_r$, используя (2).
4. Поместим элементы матрицы $\|c_i\|_r$ на проверочные позиции кодового слова.

Разработанный алгоритм алгеброгеометрического кодирования позволяет формировать кодовые слова для произвольных k символов сообщения.

Алгоритм допускает построение кодов по произвольной кривой в P^2 над $GF(q)$.

Если кривая Эрмита построена по однородному многочлену, то однородные одночлены $F(x,y,z)$ на точках такой кривой можно представить в виде некоторых функций $F(x,y,1)$. Подобное представление функций отображения позволяет существенно упростить необходимые для алгеброгеометрического кодирования вычисления.

СЕКЦИЯ «КОМПЬЮТЕРИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ»

СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ГПА

Студ. Литвиненко Н.Н., доц. Самедов Ю.Ф.

Газоперекачивающий агрегат является очень сложным объектом, работающим в суровых условиях эксплуатации. Поэтому задача обеспечения его надежности очень важна. Этой цели служит компьютеризованная система контроля и диагностики агрегатных блоков ГПА.

Для этого осуществляется непрерывный контроль, отображение и регистрация технологических параметров ГПА с представлением необходимой информации оператору. Основные функции контроля следующие:

- автоматический контроль выполнения всех команд управления, формируемых системой управления;
- автоматический контроль исправности цепей датчиков, соленоидов кранов, магнитных пускателей исполнительных механизмов;
- автоматический непрерывный контроль работоспособности основных модулей и блоков автоматики.

Особое внимание уделяется системе диагностики ГПА. Осуществляется контроль вибраций приводных валов турбодвигателя и нагнетателя, температуры подшипников, температуры в системе маслосмазки, колебания и разность рабочих давлений газа на входе и выходе нагнетателя и ряд других - вспомогательных параметров. Система диагностики обрабатывает всю контролируемую информацию, оценивает состояние ГПА в целом и по агрегатам и выдает необходимые сведения и рекомендации оператору-технологу. Все это существенно повышает надежность эксплуатации ГПА.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЧПУ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ФРЕЗЕРНО-РАСТОЧНОГО СТАНКА 2Г660Ф2

Студ. Горбань А.В., доц. Баравой В.Т.

Фрезерно-расточной станок модели 2Г660Ф2 предназначен для обработки фрезерованием, растачиванием, сверлением, как главным шпинделем, так и с помощью навесных приспособлений.

Модернизация станка заключалась в полной замене устаревшей системы ЧПУ на современную систему фирмы Siemens и написании управляющей программы PLC-логики средствами программного пакета Step7.

Модернизированная система управления станком состоит из следующих компонентов: панель оператора OP010C, компьютер панели оператора PCU20, станочная клавиатура, система ЧПУ Sinumerik 840D, контроллер S7-300, привода Simodrive 611D.

В серводвигатели координат X, Y, Z, W, установленные на станке, встроены оптические датчики перемещения и положения ротора. Сигналы положения ротора используются как обратная связь по скорости и для определения скорости подключения обмоток. Сигналы перемещения используются как обратная связь по координатам положения. Также на станке установлены датчики вращения по осям X, Y, Z, W и датчик вращения шпинделя.

Модуль ЧПУ предназначен для ввода, редактирования и хранения управляющих программ; расчета траектории движения режущего инструмента; ввода коррекции на геометрию и износ инструмента; ввода смещения и поворота координатной системы; управления приводами Simodrive 611D; стыковки с контроллером S7-300 для управления исполнительными органами станка.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Студ. Глушенко О.А., доц. Самедов Ю.Ф.

Совершенствование работы универсальной котельной установки напрямую связано с применением современных микропроцессорных средств. Ранее широко применявшиеся регуляторы типа Р25 в настоящее время морально и физически устарели и не способны обеспечить стабилизацию параметров с требуемой точностью.

Применяемые в хлебопекарной промышленности котельные установки обеспечивают широкий класс технологических задач: подача пара на тестовые заготовки, обеспечение работы расстоечного шкафа, восстановление черствого хлеба и дополнительно еще и отопление жилого дома.

Микропроцессорная система управления обеспечивает все задачи контроля, управления и защиты котельной установки. При этом применяются более совершенные алгоритмы управления, контроля и сигнализации с вводом логических условий, что способно повысить качество работы котельной установки и способствовать ее экономичности.

Микропроцессорная система контролирует гораздо большее число основных и вспомогательных параметров котельной установки, сети газо- и электроснабжения, других технологических агрегатов, связанных с котельными установками. Такое большое количество обрабатываемой информации обуславливает иерархическую, многоуровневую структуру системы управления, позволяющую полно управлять процессом эксплуатации и представлять обобщенную информацию.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЧПУ СТАНКА MDV 33

Студ. Фесенко В.Н., ст. преп. Павлов А.В.

Токарный станок типа MDV 33 предназначен для токарной обработки различного рода деталей (валов). На базе SINUMERIK 840Di образована комплексная цифровая система, которая подходит для комплексных задач обработки и соответствует высоким требованиям к динамике и точности. Модернизация заключается в замене старой ЧПУ SINUMERIK 8T на новую ЧПУ SINUMERIK 840Di.

SINUMERIK 840Di является цифровой, полностью встроенной в ПК системой управления, к которой подключены следующие компоненты: панель управления OP 010C, станочный пульт, кнопочная панель, ручной пульт управления В-MPI, программируемый логический контроллер S7-300, 2 маховичка, система преобразования SIMODRIVE 611 universal с опционным модулем управления движением. Информационная связь между этими блоками производится посредством сети PROFIBUS. Через интерфейс PROFIBUS-DP на плате MCI подключаются привод и периферия.

Программной базой для данной системы является стандартная операционная система WINDOWS NT. Разработанный Siemens программный метод позволяет, параллельно с WINDOWS NT, использовать программное обеспечение ЧПУ в режиме реального времени. В системное программное обеспечение интегрировано программное обеспечение NC и PLC, а также ввод в эксплуатацию и управление.

Программное обеспечение ЧПУ обеспечивает высокую надежность выполнения задач реального времени, не влияя при этом на работу приложений Windows NT. Для создания программ электроавтоматики и конфигурации для интегрированной в плату MCI, используется STEP 7, стандартный инструмент для всех систем автоматизации на базе SIMATIC S7.

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ ПЕНТАФТАЛЕВОГО ЛАКА

Студ. Грек Е.А., доц. Самедов Ю.Ф.

Производство пентафталевого лака характеризуется множеством технологических агрегатов и линий, сгруппированных в участки и распределенных на производственной территории.

Соответственно, система управления состоит из трех уровней иерархии. Нижний уровень – это контроль и регулирование группы параметров конкретных участков. Здесь применены программируемые контроллеры фирмы Siemens серии S7-300. Они обеспечивают высокое быстродействие и поддержку математики с плавающей запятой, имеют удобный интерфейс для настройки параметров всех модулей.

Средний уровень управления и регулирования основан на базе операторских панелей S7-635K. Они позволяют использовать человеко-машинный интерфейс (HMI) и при необходимости осуществлять коррекцию регулирования в рамках участка производства.

Верхний уровень контроля, регулирования и управления ТП производится в ЦПУ. Он позволяет оптимально вести процесс производства лака во взаимодействии со всеми участками.

Человеко-машинный интерфейс создан на базе программы ProTool Pro. Технологический процесс представлен на дисплеях операторских панелей и мониторах рабочих станций в виде динамических мнемосхем, позволяющих не только контролировать процесс производства, но и осуществлять его оптимизацию путем изменения переменных.

СИСТЕМА СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ СТЕНДА ИСПЫТАНИЯ АТОМНЫХ НАСОСОВ

Студ. Материй А.И., ст. преп. Паньч А.А.

Стенд испытания атомных насосов предназначен для определения соответствия насосных агрегатов требованиям технических условий. Стенд позволяет осуществлять регулирование и поддержание параметров при испытаниях (подачи, давления на входе в насос, температуры перекачиваемой воды).

В составе стенда используется система сбора и обработки информации. Она представляет собой комплекс программно-технических средств, позволяющих осуществлять контроль технологических процессов стенда, защиты его от аварийных режимов работы, предоставление оператору информации о технологических параметрах, обработку результатов испытаний, распечатку и хранение результатов испытаний.

Система контроля имеет в своем составе щит контроля, автоматизированное рабочее место верхнего уровня управления, а также датчики давлений, термопреобразователи сопротивления, манометры, тепловодосчетчик, тахометр, расходомеры.

Система сбора и обработки информации стенда создана на базе программируемого логического контроллера Premium фирмы Schneider и SCADA-системы InTouch. Разработка и настройка приложений для ПЛК Premium осуществляется при помощи программного обеспечения PL7.

Достоинством системы контроля стенда испытания атомных насосов является наличие в ее составе автоматизированного рабочего места верхнего уровня, что предусматривает дистанционный режим ее работы.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОТЛИВОЧНОЙ СТАНЦИИ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА ШОКОЛАДА

Студ. Леженин С.В., ст. преп. Паньч А.А.

Линия производства шоколада состоит из следующих участков: отливочной станции, вибрационного участка, холодильной камеры, транспортера, заверточных автоматов. В данном случае объектом управления является отливочная станция. Она предназначена для изготовления плиточного шоколада по технологии точечной отливки One-Shot. Отливка шоколадной массы производится в формы. Максимальная скорость отливки составляет 42 форм/мин.

АСУ ТП состоит из задающего устройства, силовой части, управляющего устройства (контроллер), исполнительных механизмов и обратной связи. В качестве обратной связи используется информация, поступающая от различных датчиков, установленных на технологическом оборудовании. Для исполнительных устройств применяются электромеханические и пневматические привода.

Программируемый контроллер SIMATIC S7-300 фирмы Siemens включает в себя следующие блоки: модуль центрального процессора (CPU), модуль блока питания (PS); сигнальные модули (SM), предназначенные для ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов. Программа работы контроллера написана на языке Ladder Diagram (LAD) пакета STEP-7.

Многофункциональная сенсорная панель SIMATIC MP 370 15" Touch используется как задающее и отображающее устройство. В основе платформы лежит использование свойств новой операционной системы Microsoft Windows CE. Графические и текстовые объекты, элементы отображения и управления, которые представляются на панели MP 370, предварительно созданы при помощи системы проектирования SIMATIC ProTool CS.

ПРИМЕНЕНИЕ КОНТРОЛЛЕРОВ SIMATIC S7-300 В АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

Студ. Шутка С.В., ст. преп. Паныч А.А.

Simatic S7-300 – это модульный программируемый контроллер, предназначенный для построения систем автоматизации различных степеней сложности.

Эффективному применению контроллеров способствует возможность использования нескольких типов центральных процессоров различной производительности, наличие широкой гаммы модулей ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов, функциональных модулей и коммуникационных процессоров.

Области применения Simatic S7-300 охватывают:

- автоматизацию машин специального назначения;
- автоматизацию текстильных, упаковочных машин;
- автоматизацию машиностроительного оборудования;
- автоматизацию оборудования для производства технических средств управления и электротехнической аппаратуры;
- построение систем автоматического регулирования и позиционирования;
- автоматизированные измерительные установки и другие.

Конструкция контроллера отличается высокой гибкостью и удобством обслуживания:

- все модули легко устанавливаются на профильную рейку Simatic;
- во все модули (кроме модулей блоков питания) встроены участки внутренней шины контроллера. Соединение этих участков выполняется шинными соединителями, устанавливаемыми на тыльной стороне корпуса.

- наличие фронтальных соединителей, позволяющих производить замену модулей без демонтажа внешних соединений и упрощающих выполнение операции подключения внешних цепей модулей;
- единая для всех модулей глубина установки. Все кабели располагаются в монтажных каналах модулей и закрываются защитными дверцами;
- произвольный порядок размещения модулей в монтажных стойках. Фиксированные места должны занимать только блоки питания, центральные процессоры и интерфейсные модули.

Контроллеры Simatic S7-300 оснащены широким набором функций, позволяющих в максимальной степени упростить процесс разработки программы, ее отладки, снизить затраты на обслуживание контроллера в процессе его эксплуатации:

- высокое быстродействие и поддержка математики с плавающей запятой;
- удобный интерфейс для настройки параметров: используется единый набор инструментальных средств с общим интерфейсом;
- человеко-машинный интерфейс. Функции обслуживания встроены в операционную систему контроллера и позволяют существенно упростить программирование;
- диагностические функции, встроенные в операционную систему контроллера. С их помощью осуществляется непрерывный контроль функционирования системы, и выявляются все возникающие отказы. Все диагностические сообщения с отметками даты и времени накапливаются в буфере для последующего анализа;
- парольная защита: обеспечивает эффективную защиту программы от несанкционированного доступа, попыток копирования и модификации программы.

ПРОГРАММИРОВАНИЕ КОНТРОЛЛЕРОВ SIEMENS В СРЕДЕ STEP 7

Студ. Стеценко М.В., ст. преп. Паныч А.А.

STEP 7 – это базовый пакет стандартного программного обеспечения, включающий в свой состав весь спектр инструментальных средств, необходимых для программирования и эксплуатации систем управления, построенных на основе программируемых логических контроллеров SIEMENS. Он является частью промышленного программного обеспечения SIMATIC.

В функции стандартного программного пакета входит поддержка на всех стадиях процесса решения задачи автоматизации, таких как:

- создание и управление проектами;
- конфигурирование и назначение параметров аппаратуре и связям;
- управление символами;
- создание программ, например, для программируемых контроллеров S7;
- загрузка программ в программируемые контроллеры;
- тестирование системы автоматизации;
- диагностика неисправностей установки.

Пользовательский интерфейс программного пакета STEP 7 спроектирован так, чтобы удовлетворить самым последним достижениям эргономики.

Составной частью стандартного пакета являются языки программирования контактный план, список операторов и функциональный план для S7-300 и S7-400.

Языки программирования SIMATIC и встроенные в STEP 7 представления языков соответствуют требованиям стандарта EN 61131-3 или IEC 1131-3. Стандартный пакет

работает в операционной системе Windows 95/98/NT и соответствует графической и объектно-ориентированной философии работы Windows.

Контактный план (англ. LAD) – это графическое представление языка программирования STEP 7. Его синтаксис для команд похож на релейно-контактные схемы.

Список команд (англ. STL) – это текстовое представление языка программирования STEP 7, подобное машинному коду. Если программа написана в виде списка команд, то отдельные команды соответствуют шагам, с помощью которых CPU исполняет программу. Для облегчения программирования список команд расширен путем включения в него некоторых конструкций языков высокого уровня (таких как доступ к структурированным данным и параметры блоков).

Функциональный план (англ. FBD) – это графическое представление языка программирования STEP 7, использующее для представления логики логические блоки подобно булевой алгебре. Сложные функции (например, математические функции) могут быть представлены непосредственно в соединении с логическими блоками.

Другие языки программирования доступны в виде дополнительных пакетов, которые сгруппированы в следующие три класса программного обеспечения:

- инструментальные средства для проектирования – это языки программирования высокого уровня и программное обеспечение, ориентированное на технологии;
- рабочее (Run-Time) программное обеспечение – содержит готовые к использованию рабочие программы для производственного процесса;
- Human Machine Interfaces (человеко-машинные интерфейсы) – это программное обеспечение специально для управления и наблюдения оператором.

ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ SIMATIC C7-635

Студ. Крупник А.А., зав. лаб. Темченко С.А.

Системы автоматизации SIMATIC C7-635 используются для решения задач, в которых требуется высокая производительность центрального процессора, большой объем памяти программ, развитые функции человеко-машинного интерфейса, поддерживаемые операционной системой Windows CE. Наличие графической панели оператора позволяет существенно расширить функции человеко-машинного интерфейса и использовать для отображения хода протекания автоматизируемого процесса не только текстовую, но графическую информацию.

Наличие микро карты памяти обеспечивает возможность использования программ большого объема и работы без буферной батареи.

С помощью программного обеспечения STEP 7 можно выполнять настройку целого ряда параметров встроенного центрального процессора C7-635, выполнять конфигурирование систем локального и распределенного ввода-вывода, а также систем промышленной связи, производить программирование, диагностирование и отладку.

Базовым пакетом для программирования системы автоматизации SIMATIC C7 является пакет STEP 7. Он содержит набор инструментальных средств, необходимых для выполнения всех фаз проектирования систем автоматизации. С его помощью определяется конфигурация системы, настраиваются параметры центрального процессора и других модулей, выполняется разработка и отладка программы управления.

ПРИБОР ДЛЯ ПРОВЕРКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ

Студ. Крупник А.А., доц. Баравой В.Т.

Многообразие различных видов интегральных микросхем в области цифровой электроники: по назначению, по параметрам, по сериям делает их проверку затруднительной.

Данное устройство представляет собой стенд для проверки работоспособности цифровых интегральных микросхем ТТЛ и КМОП с помощью карт Карно серии ЛА, ЛИ, ЛР, ЛП, ЛЛ, имеющих не более четырех входных переменных который представляет собой плату с набором модулей и необходимым набором компонентов.

— Устройство может быть использовано в учебных целях для проведения лабораторных работ по изучению работы микросхем, а также в виде тестирующего устройства при сборке различных цифровых приборов.

Распространенность комплектующих, которые были использованы при сборке устройства, делает его, не сложным в сборке и настройке.

Чтобы проверить микросхему на работоспособность, нужно знать ее Булеву функцию и вид карты Карно. Затем на 4 входа подать соответствующие сигналы, а с выхода снять выходной сигнал. Все это фиксируется на диодной матрице, представляющей собой карту Карно. Вид карты отображает логическую функцию, которая реализуется проверяемой микросхемой. Если полученная карта совпадает с заранее известной, то это означает, что данная микросхема исправна.

Автор разработал методическое пособие по эксплуатации стенда.

ЗАВИСИМОСТЬ ОШИБКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРЕДНЕГО ОТ ЧИСЛА ИЗМЕРЕНИЙ

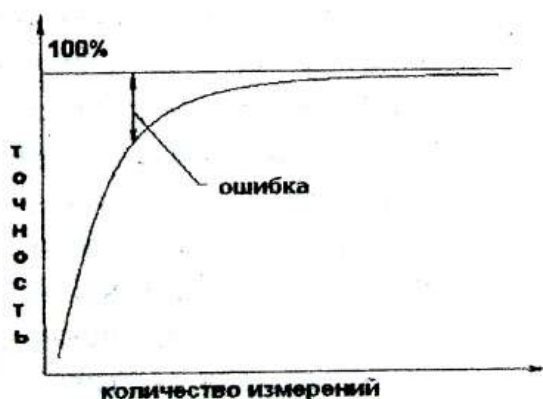
Студ. Котельников М.Е., зав. лаб. Темченко С.А.

Объем выборки m имеет существенное значение: чем больше элементов будет в выборке, тем меньше ошибка между средним по данной ограниченной выборке и математическим ожиданием искомой величины. Однако при неравномерном и немонотонном изменении функциональных погрешностей, которые заранее предвидеть невозможно, слишком большое m не может выявить характер их изменения. Кроме того, объем выборки m как бы увеличивает имеющееся запаздывание, что будет влиять на скорость сходимости алгоритма самонастройки и в конечном итоге на качество регулирования подсистемы. Таким образом, значение m должно быть минимальным и вместе с тем обеспечивать необходимую точность результата измерений.

Как правило, распределение измеряемой величины близко к нормальному закону, что позволяет использовать теорию вероятностей для решения данной проблемы.

С ростом m точность среднего значения увеличивается по все убывающей пропорции. Так как функция зависимости точности от количества измерений нелинейная, то задача упрощается, сводясь к определению оптимального количества

измерений из небольшого рассчитанного диапазона (место перегиба функции). Выбор конкретного значения производится исходя из условий задачи.



АЛГОРИТМ ИТЕРАЦИОННОГО ВЫЧИСЛЕНИЯ СРЕДНЕГО

Студ. Алтынников С.В., зав. лаб. Темченко С.А.

Для вычисления среднего часто применяют итерационный алгоритм:

$$\tilde{X}[N] = (1-q) * \tilde{X}[N-1] + q * X[N] \quad (1)$$

$\tilde{X}[N]$ – среднее значение выборки

$X[N]$ – текущее значение измеряемой величины

q – весовой коэффициент

Решение разностного уравнения (1) имеет вид:

$$\tilde{X}[N] = c * (1-q)^N + q * \sum_{j=1}^N (1-q)^{N-j} * X[j] \quad (2)$$

Предположение начального условия с отличного от нуля позволяет уменьшить число выборки в два раза.

Особенностью этого алгоритма является то, что при суммировании значения случайных величин $X[j]$ берутся с весами, убывающими по геометрической прогрессии. Из (2) видно, что чем ближе q к 1, тем больше вес придается последним значениям. Достоинством этого метода является то, что он не нуждается в большом количестве памяти, так как нужно знать только текущее и предыдущее значение измеряемой величины. Так же изменяющаяся величина веса q дает возможность придавать последним измеряемым величинам больший вес по сравнению с предыдущими величинами, что очень важно в практических условиях.

Недостатком этого метода является то, что итерационный алгоритм вычисления среднего недостаточно разработан. Неизвестно можно ли применять для построения доверительных интервалов оценки среднего критерий Стьюдента при нормальном распределении измеряемой величины.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ СИСТЕМ В СРЕДЕ MATLAB

Зав. лаб. Темченко С.А., ст. преп. Павлов А.В.

В настоящее время сформирован целый класс (поколение) технических средств автоматики и автоматического управления, который обобщенно называют микропроцессорной техникой. На основе средств микропроцессорной техники созданы микропроцессорные автоматические системы (МПАС). МПАС обладают небольшими массогабаритными размерами, высоким быстродействием, надежностью и другими показателями, которые обеспечат полное доминирование данного класса систем регулирования и управления.

В связи с этим импульсные системы занимают в теории автоматического управления важное место. Современные компьютерные технологии, в основе которых лежат прикладные пакеты, предоставляют возможность более глубокого изучения вопросов, связанных с исследованием и проектированием импульсных систем.

Для исследования реакции импульсной системы на ступенчатый, синусоидальный входной сигнал созданы соответствующие модели в программной среде Matlab (пакет Simulink), которая в наше время является общепризнанной. Также собрана схема для исследования АЧХ импульсной системы. Полученные характеристики имеют периодический характер (в отличие от линейных систем) и зависят от частоты квантования. Для исследуемых систем экспериментально получены ограничения на шаг квантования по времени, которые полностью соответствуют теореме Котельникова-Шеннона.

Подобраны значения параметров блоков Pulse Generator, Scope, Switch для получения наиболее наглядных результатов, разработаны варианты заданий к лабораторным работам.

СИСТЕМОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

студ. О.М.Щёктова

Понятие "качества системы передачи данных (СПД)" предполагает использование определенной лингвистической или математической конструкции для качественной либо количественной оценки совокупности полезных свойств СПД. Анализ принципов функционирования СПД [1] показывает, что качество СПД в целом может быть оценено совокупностью трёх оценочных показателей подчиненного уровня: эффективность, ресурсоемкость и надежность СПД. Независимо от способов построения интегрального показателя по его компонентам-составляющим представляет практический интерес объектный анализ компонентного состава оценочных показателей СПД разных уровней иерархии. В докладе обсуждается попытка представления функциональных взаимосвязей показателей СПД на основе объектно-ориентированного подхода (ООП).

Функциональная схема формирования оценочных показателей СПД (рис.1) иллюстрирует отмеченный выше принцип формирования интегральной оценки качества СПД.

Ресурсоемкость СПД определяется капитальными затратами на ее создание и эксплуатационными расходами. Последние определяются не только плановыми расходами на текущее обслуживание, но и энергоемкостью технических средств и расходами на восстановительные ремонты в связи с выходом СПД из строя (авариями). Склонность СПД к возникновению аварийных ситуаций (отказов) характеризуется показателем "аппаратурная надежность". Этот показатель может быть представлен, например, линейной функцией показателей отказоустойчивости и алгоритмической устойчивости.

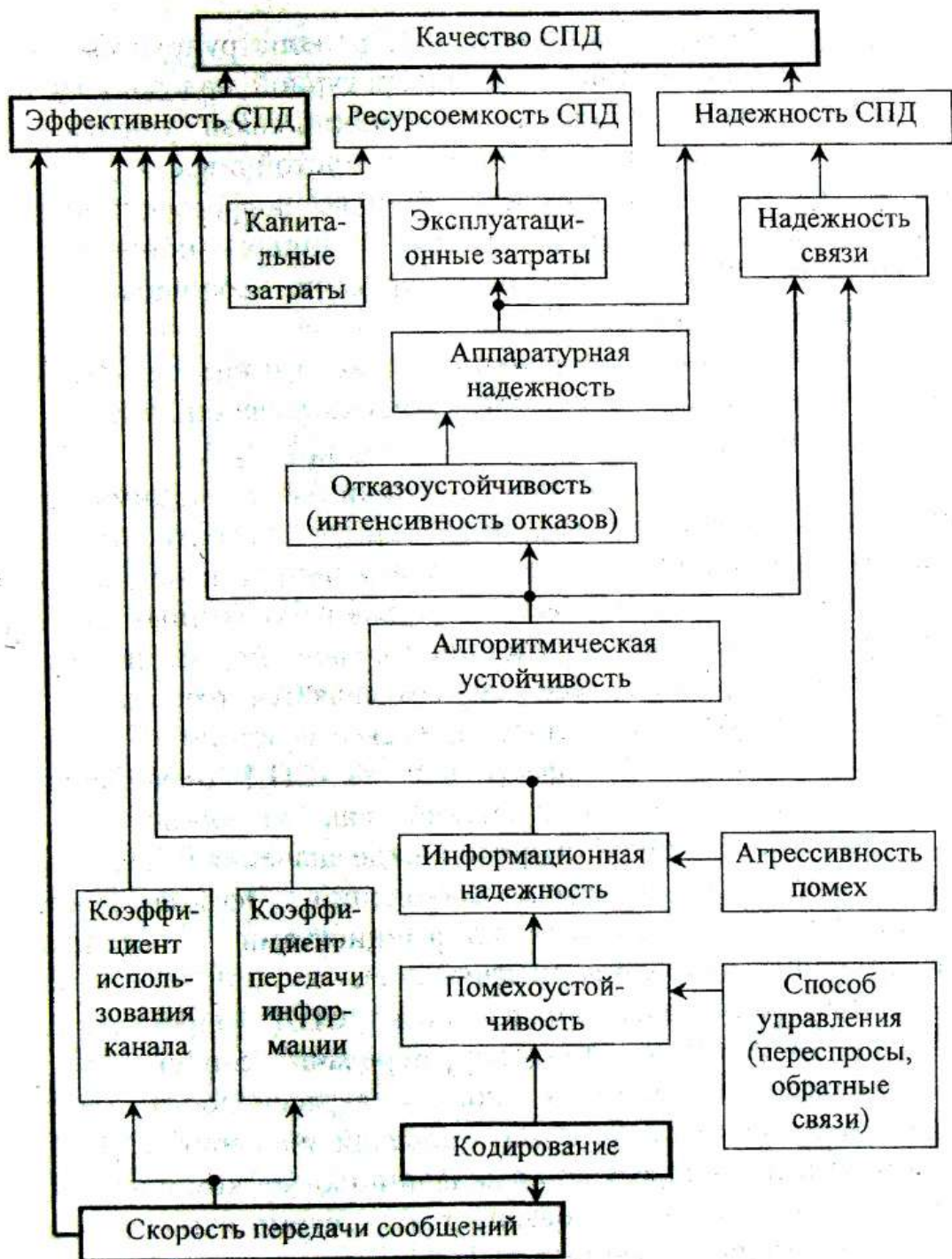


Рисунок 1

Показатель надежности СПД конструируется из показателей упомянутой выше аппаратной надежности и надежности связи. Показатель "надежность связи" учитывает показатели алгоритмической устойчивости и информационной надежности. Под информационной надежностью процесса передачи данных понимается вероятность $P_{П}$ правильной передачи сообщений в информационном канале СПД [1].

В зависимости от функционального назначения СПД доступными средствами решается одна из задач оптимизации $V_c \rightarrow \max$ при $P_{ош} \leq P_{ош.маx}$ либо $P_{ош} \rightarrow \min$ при $V_c \geq V_{c.min}$, где V_c и $V_{c.min}$ – скорость передачи сообщений и её минимально допустимое значение; $P_{ош}$ и $P_{ош.маx}$ – вероятность не обнаружения ошибки и её максимальное значение. За редкими исключениями ставится первая из указанных задач. Эффективность является категорией сравнения, т.е. из двух вариантов СПД более эффективным является тот, который обеспечивает лучшее выполнение целевой функции.

Согласно рис.1, эффективность СПД оценивается совокупностью таких показателей как информационная надёжность (с численной оценкой в виде значения $P_{ош}$ или $P_{в}$) и скоростью V_c передачи сообщений. Эффективность характеризуется также коэффициентами передачи информации и использования канала [1].

Информационная надёжность СПД определяется помехоустойчивостью процесса передачи сообщений в информационном канале и уровнем агрессивности помех (вероятностями P_{01} и P_{10} инвертирования значений разрядов передаваемых в непрерывном канале кодовых комбинаций). Помехоустойчивость повышается схемотехническими средствами (использованием информационных и решающих обратных связей и организацией переспросов), но главным образом за счёт помехоустойчивого кодирования.

С позиции ООП каждый из блоков схемы рис.1

имя класса
атрибуты public
атрибуты private
методы

Рисунок 2

является классом. Любой из этих классов имеет одинаковую внутреннюю структуру (рис.2).

В качестве имен классов могут выступать названия блоков схемы рис.1. Атрибуты класса делятся на два вида: public и private. Атрибут типа public доступны для классов более высокого уровня в соответствии с рис.1. Инкапсулированными для данного класса являются атрибуты типа private. Методы класса определяют способы получения количественных характеристик имени (экземпляра) класса.

Одновременно с постоянным совершенствованием схемотехники СПД в настоящее время признается перспективной разработка новых методов помехоустойчивого кодирования, позволяющих более успешно решать указанные выше задачи оптимизации процесса передачи данных. В схеме рис.1 выделен именно такой путь.

Функциональная схема рис.1 и объектно-ориентированная методология определения показателей работы СПД как классов не только дает наглядное представление о взаимосвязях и взаимоопределении показателей качества СПД, но и указывает на перспективные объекты исследования. Например, в выделенном на рис.1 пути объектом исследования является помехоустойчивое кодирование, развитие методов которого приводит к повышению эффективности и качества СПД.

ЛИТЕРАТУРА

1 Основы теории информации и кодирования / И.В. Кузьмин, В.А. Кедрус.-2-е изд., перераб. и доп. -К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986.

УЧЕБНО-ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ СТЕНД ФИРМЫ SIEMENS

Зав. лаб. Темченко С.А., ст. преп. Паньч А.А.

Учебно-демонстрационный стенд предназначен для детального ознакомления с интегрированными системами автоматизации фирмы Siemens.

Стенд включает в себя программируемый логический контроллер (ПЛК), блок питания, коммуникационный процессор, блоки ввода и вывода дискретных сигналов; сенсорную операторскую и кнопочную панели; коммутатор; привод MicroMaster 420 и асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором. Информационная связь между этими блоками производится посредством сети PROFIBUS.

— ПЛК через модули ввода собирает информацию об объекте управления, обрабатывает ее по заложенной программе и выдает соответствующие управляющие сигналы через модули вывода. Коммуникационный процессор предназначен для подключения контроллеров SIMATIC S7-300 к сети Industrial Ethernet. Он разгружает центральный процессор контроллера от выполнения коммуникационных задач, а также позволяет выполнять дистанционное программирование контроллеров через сеть Ethernet. Сенсорная панель оператора служит для визуализации происходящих в системе процессов и обеспечивает функции человеко-машинного интерфейса. Управление работой асинхронного двигателя осуществляется приводом MicroMaster 420.

Программирование контроллера производится в среде STEP 7 на одном из трех языков программирования (LAD, FBD, STL), операторской панели – в среде ProTool. Конфигурирование коммуникационного процессора выполняется с помощью пакета NCM S7, который входит в состав пакета STEP 7.

АНАЛІЗ ГРАФІКІВ ЕНЕРГОНАВАНТАЖЕНЬ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ПО ДАНИМ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

Ас. Толбатов А.В.

Сучасні науково-технічні проблеми енергетики тісно пов'язані з розв'язком широкого кола задач. До актуальних задач відносяться і задачі аналізу графіків енергонавантажень, різних джерел електроенергії.

На першому етапі статистичного аналізу графіків енергонавантаження по дискретним даним вимірювань розглянуті наступні задачі: обґрунтований вибір математичної моделі у виді лінійного періодичного випадкового процесу; сформовані задачі апроксимації та інтерполяції експериментальних даних і визначені методи їх розв'язку.

В теорії систем енергетичні системи відносять до складних технічних систем. Під системою розуміють скінченну множину елементів, вузлів, модулів, які знаходяться у взаємовідношеннях і зв'язках між собою, утворюють деяку цілісність, єдність для розв'язку у сукупності певного класу задач, результати яких обумовлюють досягнення визначеної (заданої) мети. Умовно до складних технічних систем відносять системи з $(10^3 \dots 10^7)$ числом елементів, а до ультраскладних з $(10^8 \dots 10^{30})$ числом елементів. При цьому під елементом системи розуміють просту неділену частину системи.

В якості об'єкту досліджень, як приклад, розглянемо динамічну енергетичну систему — газотурбінну електростанцію (ГТЕ) малої потужності (16 МВт), спрощена структурна схема якої наведена на рис. 1.

Відомо, що науково-технічні проблеми аналізу функціонування ГТЕ пов'язані з розв'язком широкого кола задач. Про таку сукупність задач до деякої міри свідчить і наведена структурна схема.

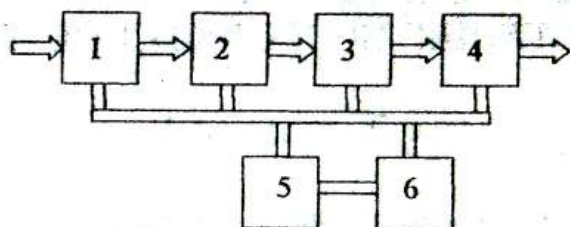


Рис. 1. Структурна схема електростанції

- 1 – підсистема забезпечення подачі енергоносіїв (газ для ГТЕ)
 2 – підсистема перетворення енергоносіїв для виробництва електроенергії
 (газотурбінна установка для ГТЕ)
 3 – електрогенератори
 4 – електромережа, як складова ланка об'єднаної електромережі
 5 – підсистема управління
 6 – інформаційно-вимірювальна підсистема
- взаємозв'язок у вказаному напрямі
 □ взаємозв'язок у прямому і зворотному напрямках

Характеризувати ГТЕ можна на основі різних їх характеристик, таких, наприклад, як потужність, вартість, економічні показники експлуатації та інші. Але найбільш обґрунтований напрям дослідження ГТЕ пов'язаний з аналізом функціонування ГТЕ як системи масового обслуговування.

Предметом досліджень даної роботи будуть задачі статистичного аналізу графіків енергонавантаження по дискретним даним вимірювань.

Термін "графік енергонавантаження" відомий в енергетиці і широко використовується для аналізу функціонування електростанцій, але в ряді випадків допускає різні тлумачення. Тому з метою більш чіткого його означення наведемо наступне.

Під графіком енергонавантаження розуміється динамічний процес – функціональна залежність по часу споживання електроенергії (струму, потужності), обумовлена дією не випадкових і випадкових включень та виключень значної кількості споживачів електроенергії.

Випадковість або стохастичність формування графіків енергонавантаження обумовлюється дією значної кількості випадкових факторів, таких як включення і виключення енергоспоживачів у різні моменти часу, з різними тривалістю по часу, інтенсивністю, різної їх кількості, а також циклічним характером з часовим інтервалом $T_0 = 24$ години.

Таким чином графік енергонавантаження є випадковий процес. На практиці використовують реалізації цього процесу у вигляді відповідного графічного зображення, як правило, на певному часовому інтервалі, а саме, за добу, квартал, рік, тобто використовують графіки енергонавантаження як реалізації процесу.

Зупинимось на висвітленні основних результатів роботи.

Основні результати. До задач статистичного аналізу графіків енергонавантаження електростанцій по дискретним даним вимірювань необхідно віднести наступні:

- обґрунтування вибору математичної моделі графіків енергонавантаження;
- задачі апроксимації та інтерполяції графіків енергонавантаження по дискретним даним вимірювань.

Природно, що вказані вище задачі є лише підмножиною загального переліку задач статистичного аналізу функціонування ГТЕ. В той же час саме ці задачі визначають перший етап статистичних досліджень роботи ГТЕ.

Висновки. Розглянуті основні задачі першого етапу статистичного аналізу графіків енергонавантаження по дискретним даним вимірювань, які є основними експериментальними даними при функціонуванні ГТЕ.

ЛАБОРАТОРНА УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ КЕРУВАННЯ НЕСУЧИМ ОРГАНОМ ЛЕТУЧИХ МЕХАНІЗМІВ

Ст. викл. Панич А.О., зав. лаб. Темченко С.О.

Клас летучих механізмів об'єднує робочі машини, які застосовуються в багатьох галузях промисловості для обробки різноманітних виробів, що рухаються, без їх зупинення. Вони мають у своєму складі декілька виконавчих механізмів, серед яких за рівнями технологічного навантаження та складності задач керування окремо виділяється несучий орган. У загальному випадку необхідно керувати положенням, швидкістю та зусиллям привода несучого органа, який найчастіше являється електричним.

Сучасні математичні пакети, зокрема Matlab, дозволяють створювати різноманітні математичні моделі для дослідження алгоритмів керування несучим органом летучих механізмів. Математичному моделюванню властивий ряд переваг, таких як легкість зміни умов експерименту, швидкість отримання результатів, низька ціна проведення досліджень та ін. Поряд з наведеними перевагами існують і недоліки, більшість з яких пов'язана з неможливістю побудувати математичну модель, яка б повністю відображала досліджуваний об'єкт. Таким чином, натурний експеримент зостається важливим елементом дослідження, дозволяючи підтверджувати та уточнювати результати математичного моделювання, а також перевіряти отримані алгоритми керування.

Для дослідження алгоритмів керування несучим органом летучих механізмів запропонована лабораторна установка. В її склад входить механічна частина, що відтворює рухи та взаємодію несучого органу й оброблювано-

го виробу під час робочого циклу летучого механізму, привід зчеплення, два електродвигуни, датчики положення, перетворювачі для керування двигунами, потужний контролер та операторська панель для реалізації досліджуваних алгоритмів, контролю параметрів, відображення інформації та зручного керування установкою.

Механічна частина являє собою махові маси циліндричної форми, які безпосередньо приводяться своїми двигунами. Моменти інерції цих мас дорівнюють таким для оброблюваного виробу та несучого органу, приведених до валу двигуна привода останнього. За необхідності поміж двигуном та основною масою несучого органу можна додати зазор та пружність. Використання високих швидкостей обертання дозволяє відмовитися від редукторів, але вимагає якісного виготовлення деталей. Для дослідження летучих механізмів, несучий орган яких рухається поступально, наприклад летучих пил, слід виконувати відповідні перерахунки координат. Вказані обчислення та відповідну візуалізацію може виконувати система керування. Заміна поступального руху обертальним дозволяє значно спростити механічну частину та зменшити габаритні розміри установки. Для механічного поєднання обертальних мас у визначені моменти часу застосовується механізм зчеплення зі своїм приводом.

Основне електричне обладнання лабораторної установки являє собою продукцію департаменту "Автоматизація та приводи" фірми Siemens. Це синхронні двигуни 1FK6, перетворювачі SIMOVERT MASTERDRIVE, контролер SIMATIC S7-400, функціональний модуль FM 458-IDP з модулем розширення EXM 438-1, сенсорна операторська панель TP270. Програмне забезпечення установки створюється за допомогою пакетів STEP 7, ProTool, SFC та CFC з розширенням D7-SYS.

СТОХАСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕХОДОВ МЕЖДУ
СТАЦИОНАРНЫМИ РЕЖИМАМИ ПЛАВЛЕНИЯ
УЛЬТРАТОНКОЙ ПЛЕНКИ СМАЗКИ

доц. Хоменко А.В., студ. Ляшенко Я.А.

Благодаря обширному использованию в технике гладких твердых поверхностей, разделенных тонкой пленкой смазки, проблемы трения скольжения продолжают привлекать повышенное внимание. Экспериментально обнаружено, что в процессе трения жидкая пленка становится все более тонкой, причем сначала ее физические свойства изменяются постепенно количественным образом, а затем изменения приобретают резкий качественный характер.

Данная работа посвящена исследованию плавления ультратонкой пленки смазки в процессе трения между атомарно плоскими поверхностями в рамках модели Лоренца. Введены аддитивные шумы сдвиговых напряжений и деформации, а также температуры пленки, и построена фазовая диаграмма, где интенсивность шума этой температуры и температура поверхностей трения определяют области жидкостного, сухого и прерывистого трения. Найдены условия, при которых последнее отвечает режиму перемежаемости, который часто имеет место при явлении самоорганизуемой критичности. Самоподобное распределение напряжений представляется при учете их нелинейной релаксации и дробных обратных связей в системе Лоренца и обеспечивается флуктуациями температуры. Такая дробная схема используется для построения фазовой диаграммы, определяющей различные режимы трения. Исследование соответствующего

дробного уравнения Фоккера-Планка показывает, что прерывистый режим трения отвечает процессу субдиффузии.

Также исследуется самоподобное поведение этой системы с учетом флуктуаций температуры смазки, которые описываются процессом Орнштейна-Уленбека. Эти флуктуации представляют собой цветной шум, характеризуемый интенсивностью I и временем корреляции τ_1 . Рассмотрено поведение наиболее вероятного значения сдвиговых напряжений и построены фазовые диаграммы как в случае перехода второго рода — плавления аморфной смазки, так и при переходе первого рода — плавлении кристаллической смазки. Для описания перехода первого рода проведен учет дефекта модуля сдвига. Показано, что в обоих случаях флуктуации температуры поверхностей трения приводят к исчезновению области жидкостного трения при наличии областей сухого и прерывистого трения. Во втором случае возникает прерывистое движение, характеризуемое спонтанными переходами между тремя стационарными значениями сдвиговых напряжений, при которых реализуется сухое, метастабильное и устойчивое жидкостное трение. Увеличение времени корреляции флуктуаций температуры пленки смазки приводит к возрастанию ее значения, необходимого для реализации прерывистого трения. Следует отметить, что в отличие от аддитивных флуктуаций напряжений, деформации и температуры, цветной шум приводит к тому, что распределение напряжений принимает степенной вид в области малых значений напряжений даже при низких температурах поверхностей трения, отвечающих сухому трению. Это означает, что корреляции флуктуаций приводят к возникновению самоподобного режима поведения твердоподобной смазки.

ПРОЯВЛЕНИЕ САМООРГАНИЗОВАННОЙ КРИТИЧНОСТИ ДЛЯ МОДЕЛИ РЕШЕТОЧНОГО ГАЗА

Проф. Олемской А.И., студ. Коваль В.В.

К системам, проявляющим самоорганизованную критичность, относятся ансамбли электронов, груды зерна, песка, экосистемы или сообщества дилеров фондовой биржи. Каждая из этих систем состоит из многих компонентов, которые взаимодействуют между собой через некоторый механизм обмена силами или информацией. В дополнение к этим внутренним взаимодействиям, системой можно управлять, влияя внешними силами - электрическим или магнитным полем, тяготением (в случае зерна, песка), экологическими изменениями и т.д. При этом система эволюционирует, следуя влиянию внешних и внутренних сил.

Опыт показывает, что типичное поведение развивается без любой существенной "настройки" системы с внешней стороны. Более того, состояния, в которые попадает система имеют те же самые свойства, что и в равновесии в критической точке. Поэтому поведение таких систем можно описать как самоорганизованную критичность.

Динамическое поведение объясняет, почему так много систем в природе показывают сложные пространственные и временные структуры. Самоорганизованная критичность стала кандидатом на популярную теорию сложности. Одной из причин активного интереса к самоорганизованной критичности является то, что она комбинирует две концепции - самоорганизацию и критическое поведение.

ОСНОВЫ ТЕОРИИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Проф. Олемской А.И., студ. Олемской И.А.

Одним из наиболее естественных способов представления окружающего мира является попытка идентифицирования его составляющих и понимания их связей. При этом довольно ясное представление дает раздел дискретной математики, изучающий теорию графов.

К концу 1990-х годов значительно возросло число способов отображения больших систем и все усилия были направлены на описания новых свойств этих систем. Сеть состоит из множества похожих компонентов, имеющих между собой связи. Учитывая аналогию со статистической физикой - методы, применяемые при решении основных задач статистической физики, можно использовать в теории графов (например, в оптимизации графов и топологических фазовых переходов).

Рассмотрим группы равновесных систем как устойчивую связь графов, вызванную реструктурирующими процессами, удовлетворяющими условиям микробаланса и эргодичности. Во время таких процессов вершины графа перемещаются и/или складываются. Такое определение поднимает некоторые другие вопросы. Прежде всего, временная шкала характеристик повторного монтажа определённой цепи всегда варьируется в зависимости от системы. Поэтому, проведя определённое количество измерений в пределах допустимого времени, тяжело судить о степени вероятности существования графа, который не рассматривался. Также в этом случае трудно определить область реализации допустимых графов.

ВЛИЯНИЕ УСКОРЯЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ НА СТАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА В АКСИАЛЬНО-СИММЕТРИЧНОЙ ПУШКЕ

Проф. Воробьев Г.С., асп. Дрозденко А.А.,
вед. инж. Крутько Ю.А.

Электронные пучки являются основой широкого класса электровакуумных приборов. В электронно-лучевых трубках, генераторах и усилителях СВЧ, в ускорителях заряженных частиц, в технологических установках по обработке материалов, а также в других областях используются электронные пучки с разнообразными электрическими и геометрическими характеристиками. От точности расчета и выбора конструкции и режимов работы электронной пушки во многом зависят основные показатели работы прибора в целом: КПД, мощность, долговечность и т.д. Поэтому методы расчета и конструирования электронных пушек, формирующих электронные пучки различных типов, представляют интерес для широкого круга специалистов, работающих с электронными пучками.

Объектом исследования в данной работе является зависимость положения кроссовера аксиально-симметричного электронного пучка [1] от величины ускоряющего напряжения. В данной работе используется методика определения структуры электростатических полей на основе метода интегральных уравнений, доработанного для случая аксиально-симметричного электрического поля [2]. При траекторном анализе электроны «вбрасываются» в область электрического поля катода с некоторой начальной кинетической энергией, определяемой работой выхода конкретного типа катода. С учетом разброса электронов по скоростям, начальная энергия при численном расчете принималась $20 \pm 5 \text{ эВ}$. Учет разброса электронов по

направлениям предполагает, что их максимальное отклонение, относительно оси ЭП, составляет $\pm 10^\circ$. Движение заряженных частиц описывается системой дифференциальных уравнений, для решения которой используется пошаговый метод Эверхарта [3].

При исследовании влияния анодного (ускоряющего) напряжения на положение кроссовера электронного пучка величины потенциалов управляющих электродов были фиксированными относительно катода: $U_1 = 0 \text{ В}$, $U_2 = 180 \text{ В}$. На рисунке 1 показаны конфигурация верхней части электродов электронной пушки и семейство кривых — огибающих электронного пучка.

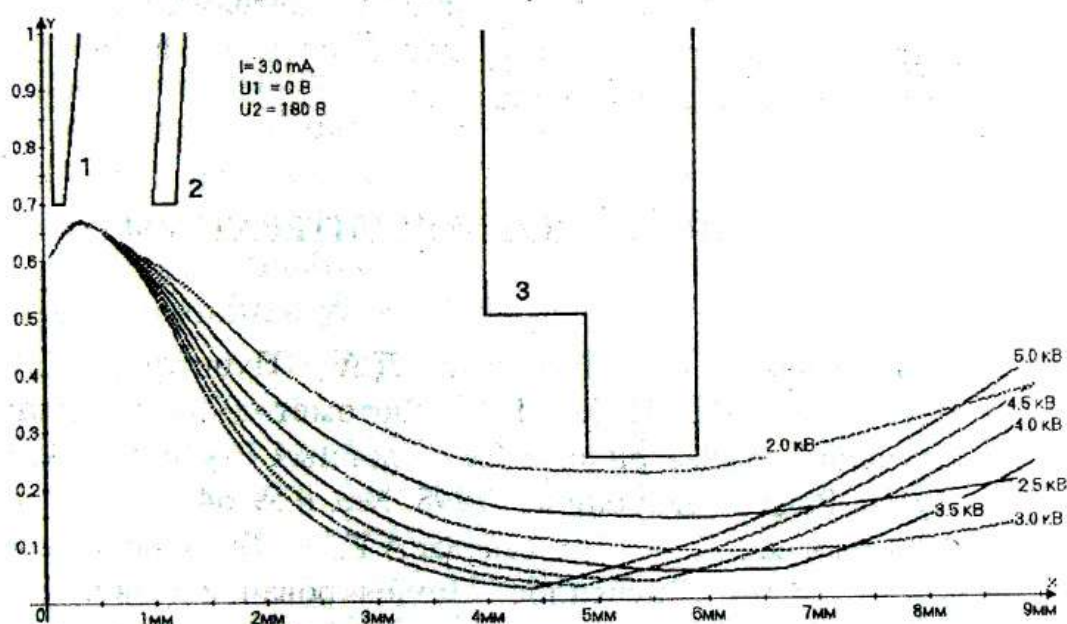


Рисунок 1 — Зависимость положения кроссовера от величины ускоряющего напряжения: 1 и 2 — управляющие электроды, 3 — анод.

Для тока электронного пучка $I = 3.0 \text{ mA}$ полученное семейство огибающих пучка характеризует изменение

величины ускоряющего напряжения в пределах от 2000 В до 5000 В с шагом 500 В.

Из анализа полученных огибающих электронного пучка следует, что увеличение анодного напряжения приводит к следующему:

а) уменьшению поперечного сечения электронного пучка в кроссовере, что является положительным моментом при фокусировке электронов;

б) смещению кроссовера во внутреннюю область электронной пушки, что приводит к расфокусировке пучка за анодом.

Таким образом, для тока электронного пучка порядка $I = 3.0 \text{ mA}$, оптимальные значения ускоряющего напряжения лежат в области 3000 В для заданной геометрии аксиально-симметричной электронно-оптической системы и рабочих режимов потенциалов на электродах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воробьев Г.С., Нагорный Д.А., Пушкарев К.А., Белоусов Е.В., Корж В.Г. Фотометод диагностики аксиально-симметричных электронных пучков. //Изв. Вузов. Радиоэлектроника. - 1998. №6. с.59-64.
2. Воробьев Г.С., Пономарев А.Г., Дрозденко А.А., Коплык И.В. Численное моделирование движения электронов в электрическом поле аксиально-симметричных электронно-оптических систем // Вісник Сумського державного університету.- 2003.- №10(56).- С.135-144.
3. Бордовицына Т.В. Современные численные методы в задачах небесной механики. - М.: Наука, 1984. - 136с.

СИНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ АМОРФИЗАЦИИ ПЛЕНКИ СМАЗКИ

доц. Хоменко А.В., студ. Захаров И.В.

Интерес к проблеме трения скольжения вызван ее прикладным техническим значением. Одна из главных целей исследований в этой области состоит в определении условий для уменьшения трения. В этом направлении проводились эксперименты с атомарно плоскими поверхностями различных материалов, разделенными ультратонким слоем смазки.

В данной работе плавление ультратонкой пленки смазки при трении между атомарно плоскими слюдяными поверхностями представлено как результат действия спонтанно появившихся сдвиговых напряжений, которое вызывается внешним сверхкритическим нагреванием. Кинетика перехода из твёрдоподобного в жидкоподобное состояние описывается уравнениями Максвелла и Кельвина – Фойгта для вязкоупругой среды, а также релаксационным уравнением для температуры. Показано, что эти уравнения формально совпадают с синергетической системой Лоренца, где сдвиговые напряжения играют роль параметра порядка, сопряженное поле сводится к сдвиговой деформации, и температура является управляющим параметром. Используя адиабатическое приближение найдены стационарные значения указанных величин. Учитывая деформационный дефект модуля сдвига, показано, что плавление смазки осуществляется согласно механизму фазового перехода первого рода. Критическая температура поверхностей трения увеличивается с ростом характерного значения сдвиговой вязкости и уменьшается с ростом модуля сдвига линейным образом.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ОТКРЫТОМ ВОЛНОВОДЕ С ПЛОСКОЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ ЗЕРКАЛ

ст.викл. Кривец А.С., асп. Петровський М.В., ст.Семерня Л.М.

Одной из основных задач радиофизики является создание высокостабильных источников и усилителей миллиметрового и субмиллиметрового диапазона длин волн. Значительные успехи в этом направлении достигнуты применением устройств дифракционной электроники, в принципе действия которых основан на использовании дифракционного, черенковского и дифракционно-черенковского излучений. В связи с этим, вопросы связанные с развитием элементной базы и исследования свойств различных электродинамических систем, которые могут быть использованы при построении генераторов и усилителей миллиметрового и субмиллиметрового диапазона длин волн, являются актуальными.

Данная работа посвящена экспериментальному исследованию электродинамических свойств открытого волновода (ОВ), образованного плоским металлическим зеркалом и зеркалом цилиндрической формы, внутренняя поверхность которого выполнена в виде периодической структуры типа «гребенка». Вдоль цилиндрического зеркала располагался планарный диэлектрический волновод. Ранее была изучена аналогичная электродинамическая система ОВ, образованного двумя плоскими зеркалами. Исследование электродинамической системы открытого волновода проводилось на экспериментальной установке, позволяющей определять пространственные, амплитудные и волноводные характеристики ОВ и его элементов в диапазоне частот 30 – 37 ГГц.

Анализ пространственных характеристик излучающей системы диэлектрический волновод — цилиндрическая дифракционная решетка указывает на возможность формирования однолепестковой диаграммы направленности излучения за счет фокусирующего действия цилиндрического зеркала в центральной области частот. Для области частот $f \approx 37$ ГГц фокусирующие свойства зеркала уменьшаются, преобладающим становится излучение на обратной волне.

Волноводные характеристики ОВ и его элементов позволяют сделать вывод о сохранении его резонансных свойств, характерных для плоско-параллельного открытого волновода. Для данной геометрии отражателей, в области центральной частоты, возможно значительное уменьшение КСВ, которое сопровождается уменьшением K_{Π} , что свидетельствует о накоплении энергии в ОВ.

Амплитудное распределение поля, в ближней зоне вдоль продольной оси ОВ, имеет вид стоячей волны, как и в случае излучателя плоской геометрии. При этом максимальные значения амплитуд поля наблюдаются для значений расстояний между зеркалами меньшими радиуса кривизны, когда значительная доля энергии отраженного сфокусированного луча поступает на систему цилиндрическая дифракционная решетка — диэлектрический волновод, трансформируясь в обратное излучение.

В целом, по результатам проведенных исследований можно сделать вывод о том, что плоскоцилиндрическая конфигурация зеркал не позволяет уменьшить резонансные свойства электродинамической системы ОВ. Отличия характеристик, по сравнению с ОВ с плоскими зеркалами, обусловлены возникновением поперечных колебаний и фокусирующим свойством цилиндрического зеркала.

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТКРЫТЫХ РЕЗОНАТОРОВ С МЕТАЛЛОДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ВКЛЮЧЕНИЕМ

асп. Петровский М.В., студ. Журба В.О.
вед. инж. Крутько Ю.А.

Широкое применение в электронике крайне высоких частот находят различные виды радиационных эффектов при движении нерелятивистских электронов вдоль периодических неоднородностей. Перспективными в плане использования данных эффектов являются открытые резонаторы (ОР) с металлодиэлектрическими структурами (МДС).

К настоящему времени в основном исследованы простейшие типы МДС. Одним из путей дальнейшего развития таких устройств является усовершенствование их электродинамической системы, с целью расширения функциональных возможностей и повышения эффективности преобразования энергии электронного потока в энергию излучения.

В этой связи актуальным является практическое исследование резонансной системы, представляющей собой ОР с МДС, который образован сферическим зеркалом с выводом энергии и плоским зеркалом с отражательной дифракционной решеткой. Между зеркалами ОР расположена МДС, выполненная в виде диэлектрического резонатора состоящего из диэлектрического слоя и ленточной дифракционной решетки.

Исследования для МДС, выполненных на основе поликоровых призм с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 10$ показывают, что для призмы с толщиной $\Delta = 1$ мм возможно возбуждение нескольких типов волн. Однако большая разница в ϵ призмы и диэлектрического волновода исключает в такой системе возможность синхронизма прямой и обратной волн, а соответственно, и возможность резонансного поглощения энергии в ОР. В частности, установлено, что при внесении призмы без ДР возможно

повышение добротности основного типа колебания. Однако, при этом появляются дополнительные колебания, обусловленные излучением из торцов призмы. При нанесении на боковую грань призмы ленточной ДР с параметрами, обеспечивающими режим черенковского излучения, МДС оказывает экранирующее воздействие на излучение от отражательной ДР и колебания в ОР практически не возбуждаются. Для МДС с параметрами режима дифракционно-черенковского излучения спектр колебаний – аналогичен спектру базового ОР. При этом, с удалением сферического зеркала от МДС, наблюдается повышение добротности основного типа колебания.

Таким образом, в ходе экспериментальных исследований установлено, что многосвязная система, выполненная в виде ОР с МДС, обладает качественно новыми электродинамическими свойствами, по сравнению с ОР без МДС: путем изменения толщины диэлектрика и значений ϵ , возможна реализация режимов затухания энергии в ОР, увеличения амплитуды их колебаний. Исследования резонансных кривых ОР с МДС различной толщины при фиксированных расстояниях между зеркалами показало, что они могут обладать также селективными свойствами, выражающимися в уменьшении ширины резонансной кривой (повышении добротности) и подавлении колебаний на боковых частотах. Обнаруженные свойства такой системы находят объяснение в рамках физической модели дифракционно-черенковского излучения для МДС конечной толщины и концепции о представлении резонансного поля в виде углового спектра плоских волн.

Результаты проведенных исследований и выявленные свойства ОР с МДС могут быть использованы при построении новых модификаций устройств дифракционной электроники: дифракционно-черенковских генераторов и селективных устройств миллиметрового диапазона волн.

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТКРЫТЫХ РЕЗОНАТОРОВ С ДИФРАКЦИОННОЙ СВЯЗЬЮ ЧЕРЕЗ РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ ИЗЛУЧЕНИЯ

асп. Петровский М.В., студ. Журба В.О.,
вед. инж. Крутько Ю.А.

Решение задачи миниатюризации ГДИ позволяет создать многокаскадные устройства дифракционной электроники на базе связанных открытых резонаторах (ОР), работающие в режимах генерации и усиления электромагнитных волн [1].

В данной работе приведены результаты экспериментальных исследований системы связанных ОР как со связью через дифрагированные на периферии зеркал поля, так и со связью через дифракционные решетки.

Исследуемая резонансная система образована двумя сферическими зеркалами, расположенными над общим плоским зеркалом. Была предусмотрена возможность замены плоского зеркала, что позволяло исследовать различные модификации системы, как с отражательными, так и ленточными дифракционными решетками. Возбуждение связанных ОР осуществлялось по методике, описанной в работе [2].

В процессе исследований измерялись спектры и добротности колебаний, их резонансные характеристики, которые сравнивались с базовым ОР, состоящим из плоского и вогнутого сферического зеркал. Сравнительный анализ показывает, что введение неоднородностей в виде дифракционных решеток приводит к разрежению спектра и уменьшению числа высших типов колебаний, а наличие связи между резонаторами изменяет крутизну механической перестройки частоты и приводит к явлению затягивания частоты, это указывает на возможность расширения полосы пропускания системы по сравнению с одиночным ОР. Следует отметить, что для системы с ленточной дифракционной решеткой явление затягивания частоты не

наблюдалось за счет появления дополнительных потерь на излучение СВЧ энергии в окружающее пространство через щели полупрозрачной решетки. Степень этого излучения зависит от параметров ленточной решетки, а само явление указывает на возможность управления спектром колебания ОР.

Также приведены результаты экспериментальных исследований системы на связанных ОР, образованной двумя сферическими зеркалами, в объеме между которыми введены одно или два параллельных аппертурам плоских зеркала с ленточными дифракционными решетками в их центральной части. В целом, такая система представляет собой два полусферических ОР, связанных через дифракционные решетки плоских зеркал.

В процессе исследования, как и в предыдущем случае, измерялись спектры и добротности колебаний, их резонансные характеристики, которые сравнивались с аналогичными характеристиками базового сфероидального ОР. Проведенные исследования показывают, что разделение сфероидального ОР на два связанных через дифракционные решетки резонатора приводит к разряжению спектра колебаний, изменению крутизны механической перестройки частоты и уменьшению числа высших типов колебания. Анализ резонансных характеристик связанных ОР указывает на увеличение их полосы пропускания по сравнению с базовым резонатором и на сдвиг резонансных частот.

Таким образом, проведенные исследования подтверждают возможность применения описанных систем, как в электронике, так и технике СВЧ.

Литература

1. Шестопапов В.П. Физические основы миллиметровой и субмиллиметровой техники. – Киев – 1985. – Т.2. – 256 с.
2. Генераторы дифракционного излучения / Под ред. Шестопапова В.П. – Киев. – 1991. – 320 с.

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЦИРКОНИЯ НА СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И МИКРОТВЁРДОСТЬ ТИТАНОВОГО СПЛАВА

доц. Соколов С.В., студ. Малышко Е.М.,
студ. Вишталенко Д.Н.

Титан - металл с малой удельной плотностью и высокой температурой плавления. Свойства титана зависят от его чистоты. Титан и сплавы на его основе имеют высокую удельную прочность и высокую коррозионную стойкость, так как на поверхности титана легко образуется стойкая оксидная плёнка. Это позволяет использовать их: в авиации, химическом машиностроении, судостроении и т.д.

Цирконий является близким аналогом титана и образует непрерывный ряд твёрдых растворов как с α -Ti так и с β -Ti. Цирконий можно отнести к нейтрально-упрочняющим элементам, которые практически не влияют на температуру полиморфного превращения титана. Цирконий как легирующий элемент титана применяется для повышения жаропрочности титановых сплавов, поскольку он повышает границу текучести. Поэтому для практического применения используется не чистый цирконий, а сплавы на его основе.

В данной работе исследовалось влияние различной концентрации циркония (от 5% до 55%) на структурно-фазовый состав и микротвёрдость титановых сплавов. Исследование фазового состава проводилось с помощью рентгеновского дифрактометра ДРОН 2.0, структура сплава изучалась с помощью растрового электронного микроскопа (РЭМ-102Э), микротвёрдость - с помощью микротвердометра ПМТ-3.

Обнаружено, что при увеличении концентрации циркония в титановом сплаве увеличивается размер зёрен титана, а микротвёрдость вначале увеличивается, доходя до максимума при концентрации циркония 35 %, а потом - уменьшается, что соответствует закономерностям, полученным академиком Курнаковым для титановых сплавов.

ОБРАЗОВАНИЕ ПОРИСТЫХ СТРУКТУР ПРИ ОСАЖДЕНИИ МЕДИ В КРАЙНЕ НЕРАВНОВЕСНЫХ УСЛОВИЯХ

Доц. Перекрестов В.И., студ. Корнющенко А.С.

Слои металлов обладающие высокой пористостью могут использоваться для решения многих прикладных задач, например, для изготовления катализаторов, ультратонких фильтров, адсорбентов, элементов сенсорной техники и др.

Стандартные методы конденсации высокопересыщенных паров слабоэнергетичных атомов формируют слои, не обладающие высокой пористостью. Для того чтобы обеспечить анизотропию скорости роста кристаллов в различных кристаллографических направлениях необходимо использовать неравновесную форму перехода вещества в конденсированное состояние, и при помощи осаждения слабопересыщенных паровых потоков.

Применение распылителя, в котором стабилизация разряда производилась при помощи эффекта полого катода и скрещенных электрических и магнитных полей, позволило достичь высокие скорости неравновесной конденсации меди. Медь распылялась преимущественно вблизи входного отверстия полого катода, далее распыленные атомы ионизировались и осаждались на подложку, на которую подавалось отрицательное смещение. При этом непрерывная бомбардировка ростовой поверхности и ее разогрев обеспечивают неравновесность процесса конденсации.

Кроме того, на структурообразование влияет изменение подводимой к распылителю мощности, а именно ее увеличение приводит к переходу от трехмерной лабиринтной структуры к столбчатой структуре конденсата.

ПРОГРАМНО-АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІДСАДОЧНОЇ МАШИНИ GKHC 007

доц. Перекрестов В.І. студ. Латін С.А.

Представлена робота присвячена вивченню процесу відливу шоколадної маси до отримання готової продукції та розробки систем автоматичного керування даного процесу.

Автоматизація технологічного процесу виробництва припускає автоматичне регулювання, а також захист процесів від аварійних режимів, сигналізацію відхилень від номінальних режимів, охорону навколишнього середовища.

В роботі представлена: структура та фізико-хімічні властивості процесу переробки какао-бобів як основний продукт у виробництві шоколаду та шоколадних виробів, структура термічної обробки какао бобів яка є однією з основних технологічних операцій, що обумовлює смакові якості готових шоколадних виробів. Термічна обробка підсилює характерний аромат какао за рахунок фізико-хімічних та біологічних змін, що відбуваються в ядрах бобів. При цьому виводяться присутні в какао бобах летючі органічні кислоти, знижується вміст розчинних дубільних речовин, в результаті чого зменшується кислий та в'язучий смак, притаманний бобам какао. Крім того, в процесі термічної обробки какао бобів відбувається зменшення вологості що значно послаблює зв'язок між ядром какао та оболонкою, внаслідок чого оболонка бобів какао робиться крихкою і добре відокремлюється від ядра, а саме ядро легко подрібнюється.

У роботі вирішуються наступні задачі: намічені крапки автоматичного контролю, канали автоматичного регулювання, параметри сигналізації, приклади і засоби автоматизації, описане програмне забезпечення пульта управління машиною та опис сторінок на екрані, складена функціональна схема автоматичного керування процесом, описані контури регулювання.

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ЭЛЕКТРОННО-ВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В УСИЛИТЕЛЕ НА ЭФФЕКТЕ СМИТА-ПАРСЕЛЛА

ст. преп. Кривец А.С., студ. Садовой С.А.

Развитие науки и техники требует создания высоко когерентных, нерелятивистских источников, миллиметрового и субмиллиметрового диапазона длин волн. Значительные успехи в этом направлении достигнуты при использовании когерентного дифракционного излучения. Ранее была предложена теоретическая модель усилителя работающего на эффекте Смита-Парселла возникающего в объеме открытого волновода (ОВ). Для такой системы развита линейная теория, проведено экспериментальное моделирование. Однако данная теория не позволяет учитывать влияние конечной величины фокусирующего магнитного поля на энергообмен между полем ОВ и электронным пучком (ЭП), что и определило тематику данной работы.

Исследуемая модель усилителя образована открытым волноводом, состоящим из параллельно расположенных друг относительно друга металлического зеркала и периодической структуры типа <<гребенка>>, вдоль которой распространяется плоский, нерелятивистский ЭП.

Решение электродинамической задачи проводилось в самосогласованной постановке при использовании слабосигнального приближения методом частичных областей. А именно: область между металлическим зеркалом и ЭП, область электронного потока, область между ЭП и периодической структурой и область самой периодической структуры. Особенностью данной работы является в представлении уравнения описывающего поле в электронном потоке, как двумерной функции. Это позволило учитывать

циклотронные частоты и высокочастотные смещения электронов вдоль продольной и вертикальной осей электродинамической системы усилителя. Совместно решая уравнения описывающие электромагнитные поля в каждой из областей, с учетом граничных условий, применяя метод перерасложения системы функций полной на одном интервале, по системе функций полной на другом интервале, было получено дисперсионное уравнение общего вида. Выделив из бесконечной суммы уравнения резонансный и дифракционный члены, а также учитывая слабое влияние пучка на собственные режимы структуры, что позволило разложить уравнение холодной структуры в ряд Тейлора и, отбросив все члены выше первой степени, воспользовавшись методом графической аппроксимации перейдем к упрощенному степенному уравнению 7-степени относительно добавки к волновому числу.

Теоретический анализ полученного упрощенного дисперсионного уравнения проводился построением, графических зависимостей действительной и мнимой частей инкремента нарастания волн, распространяющихся в волноводе, от относительной скорости ЭП. Анализ показал, что в отличие от приближения идеальной фокусировки ЭП, в объеме ОВ распространяются семь волн близких по фазовым скоростям с быстрыми и медленными волнами пространственного заряда ЭП, быстрым и медленным циклотронным волнам пространственного заряда и объемной волны периодической структуры. Определены области взаимодействия волн ЭП с волной открытого волновода.

Полученные результаты, могут быть полезны для построения нелинейной теории усилителя на эффекте Смита-Парселла и при практической реализации устройств данного типа.

СЕКЦІЯ «ТЕОРЕТИЧНА ФІЗИКА»

ПОЛЯРИЗАЦІЙНІ ЕФЕКТИ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ХВИЛЬОВИХ ПАКЕТІВ З ПЛАЗМОЮ ДВОПОТОКОВОГО РЕЛЯТИВІСТСЬКОГО ЕЛЕКТРОННОГО ПУЧКА

Проф. Куліш В.В., доц. Лисенко О.В., Майорников І.Г.

Як відомо, існуючі на сьогодні версії мультигармонічних супергетеродинних двопотоккових лазерів на вільних електронах [1], як правило, побудовано у припущенні, що поля накачки та сигналу поляризовані лінійно в одній площині. Крім того, традиційно вважається, що початкові поляризації полів зберігаються в процесі взаємодії. Зазначимо, однак, що у реальних системах вказані припущення далеко не завжди є справедливими. Так відомо, що процес підсилення у параметричних лазерах на вільних електронах (ПЛВЕ) може суттєво залежати від початкової поляризації поля накачки та хвилі сигналу [2]. В той же час, відомо також, що у двопотоккових ЛВЕ (ДЛВЕ) базовим є не параметричний, а супергетеродинний механізм підсилення. Це автоматично означає, що характер та результат прояву поляризаційних ефектів в ДЛВЕ може суттєво відрізнитися від тих, що мають місце у ПЛВЕ. Крім того, супергетеродинний механізм, на відміну від квадратичного параметричного механізму, характеризується явно вираженою мультигармонічною природою. Тому, можна очікувати, що результат підсилення електромагнітної хвилі сигналу буде суттєво залежати також і від взаємодії гармонік хвиль між собою, що в теорії ДЛВЕ може бути враховано вже у квадратичному наближенні. Вивченню впливу

поляризаційних та мультигармонічних ефектів на процес підсилення сигналу в ДЛВЕ і присвячена дана робота.

У роботі побудована стаціонарна квадратична теорія ефекту супергетеродинного підсилення електромагнітних хвильових пакетів в ДЛВЕ при довільних поляризаціях електромагнітних хвиль сигналу і накачки та з урахуванням нелінійної взаємодії гармонік хвиль між собою. Показано, що характер процесу підсилення в моделі, що досліджується, суттєво залежить від поляризації електромагнітних хвиль. Показано, що поляризаційні параметри, в загальному випадку, виявляються функціями, що повільно змінюються вздовж області взаємодії. З'ясована можливість реалізації в даній системі ефекту поляризаційної дискримінації, який полягає у залежності коефіцієнта підсилення від початкової поляризації електромагнітних хвиль. Також знайдено, що поляризації електромагнітних хвиль в процесі взаємодії мають тенденцію до вирівнювання, що супроводжується зміною початкових фаз коливань хвиль, що взаємодіють. Вивчено процес трансформації хвильового пакету сигналу в процесі взаємодії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Kulish V.V., Lysenko A.V., Savchenko V.I. Two-stream free electron lasers.// International Journal on Infrared and Millimeter Waves, Volume 24, Number 2, pp.129-172, February 2003; Volume 24, Number 3, pp.285-309, March 2003; Volume 24, Number 4, pp.501-524, April 2003.
2. Захаров В.П., Кулиш В.В. Поляризаційні ефекти при взаємодії електромагнітних волн в плазмі сильнопоточного релятивістського електронного потоку// Радиотехніка і електроніка. 1984, № 6, С.1162-1170.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ УСЕРЕДНЕНИХ ХАРАКТЕРИСТИК В НЕЛІНІЙНІЙ ТЕОРІЇ ДВОПОТОКОВОЇ НЕСТІЙКОСТІ В РЕЛЯТИВІСТСЬКИХ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМАХ

Проф. Куліш В.В., доц. Лисенко О.В., Савченко В.І.

В даній роботі продемонстровано техніку застосування методу усереднених характеристик до задачі двопотокової нестійкості в прольотній секції супергетеродинного двопотокового лазера на вільних електронах клістронного типу. Побудовано нелінійну мультигармонічну теорію прольотної секції супергетеродинного двопотокового лазера на вільних електронах. Проведено аналіз нелінійної динаміки хвиль, з'ясована важлива роль вищих гармонік в цих процесах.

Двопотокова нестійкість, як і її часткова реалізація плазмпучкова нестійкість, можуть бути віднесені до найбільш складних для вивчення об'єктів електродинаміки плазмподібних систем. Загальна самоузгоджена задача має два формальних незалежних етапи. Перший є задача руху двошвидкісного релятивістського електронного пучка в заданих електромагнітних полях (задача руху). Другий етап є задача генерації (збудження) цих полів при заданому руху пучка (польова задача). Узгодження обох цих задач дає повний самоузгоджений розв'язок початкової задачі. Для цього в якості вихідних беруться квазігідродинамічне рівняння, рівняння неперервності, рівняння Макевела [1-2].

В результаті використання метода усереднених характеристик отримано систему нелінійних рівнянь для визначення комплексних амплітуд хвиль просторового заряду (ХПЗ), яка аналізувалась за допомогою стандартних числових методів. Всі розрахунки проводились з урахуванням 100 гармонік.

Результати обчислень продемонстровано на рисунку 1. Тут показано залежність нормованих амплітуд ХПЗ від номерів гармонік. Як бачимо, у результаті розвитку двопотокової нестійкості можуть виникати ситуації, коли вищі гармоніки

можуть мати однаковий порядок малості, або навіть вищі гармоніки можуть бути значно більшими ніж нижчі гармоніки. Цей результат збігається з результатами відповідних експериментальних досліджень.

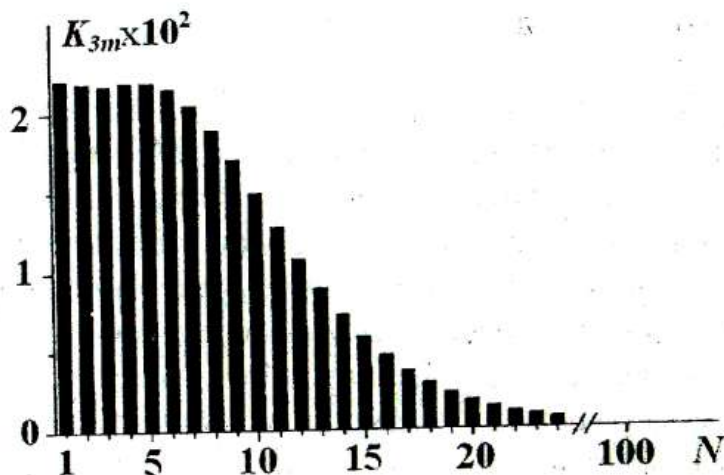


Рисунок 1 - Залежність нормованих амплітуд ХПЗ від номера гармонік

Зауважимо, що подібний результат є досить нетрадиційним, і в принципі, не може бути отриманим у разі застосування, наприклад, такого методу, як метод повільно змінних амплітуд.

Таким чином, в даній роботі продемонстровано техніку застосування метод усереднених характеристик, а також побудовано нелінійну мультигармонічну теорію прольотної секції клістронного двопотокового лазеру на вільних електронах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Kulish V.V. Hierarchical methods: Vol. I. Hierarchy and Hierarchic Asymptotic Methods in Electrodynamics, Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 2002.
2. Kulish V.V. Hierarchical methods. Vol. II. Undulative electrodynamic systems, Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 2002.

ЕФЕКТ ГЕНЕРАЦІЇ ДОДАТКОВИХ МАГНІТНИХ ПОЛІВ В ЕЛЕКТРОННО-ХВИЛЬОВИХ ЛАЗЕРАХ НА ВІЛЬНИХ ЕЛЕКТРОНАХ

Проф. Кулиш В.В., доц. Лисенко О.В., Ромбовський М.Ю.

Ефекти генерації додаткових магнітних полів вперше було описано для однопотокових лазерів на вільних електронах (ЛВЕ) у роботах [1,2]. Було встановлено, що слід розрізняти два типи даного ефекту. У тому числі, генерацію додаткового невластного магнітного поля накачки (діамагнітний ефект) [1] та генерування власного ондуляторного магнітного поля [2]. Перший випадок є традиційний і реалізується, коли поле магнітоондуляторної накачки є невластним, то створюється якимось зовнішнім магнітним ондулятором. Другий варіант є більш специфічний і має місце, коли поле накачки представлено сильно вповільненою електромагнітною хвилею накачки, яка, у даному випадку, є власною за визначенням.

Зазначимо, що аналогічні ефекти в двопотокових супергетеродинних ЛВЕ (ДСВЛЕ), причому, як у квадратичних, так і в параметричних, до цього не вивчались. Разом з тим, з огляду на специфічну фізичну природу ефекту супергетеродинного підсилення, можна очікувати, що в ДСЛВЕ ефект генерації повинен проявлятися значно сильніше, ніж в однопотокових ЛВЕ. Перевірці цієї гіпотези і присвячена дана робота. У тому числі, тут побудована квадратично-нелінійна теорія параметричного ДСЛВЕ з урахуванням ефектів генерації додаткових магнітних полів. При цьому, як базовий обчислювальний апарат використано ієрархічні асимптотичні методи [3]. З'ясовано умови, за яких ефекти генерації додаткових магнітних полів мають суттєвий вплив. Показано, що, як і очікувалось, ефект генерації додаткового ондуляторного магнітного поля в параметричних ДСЛВЕ проявляється набагато сильніше ніж в еквівалентних однопотокових ЛВЕ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кулиш В.В., Милуков В.В. // Укр. физ. журн. – 1984. – т.29, №2. – С.389-390.
2. Захаров В.П., Кислицев А.В., Кулиш В.В. // Фізика плазми. – 1986. – т. 12, вып.1 – С.77-80.

ПАРАМЕТРИЧНО-РЕЗОНАНСНІ ВЗАЄМОДІЇ ПОВЗДОВЖНІХ ХВИЛЬ У ЕЛЕКТРОННО- ХВИЛЬОВОМУ ЛАЗЕРІ НА ВІЛЬНИХ ЕЛЕКТРОНАХ

Проф. Куліш В.В., доц. Лисенко О.В., Ромбовський М.Ю.

Теоретичну модель параметричних електронно-хвильових двопотокових супергетеродинних лазерів на вільних електронах (ДСЛВЕ) (див. рис.1) уперше було запропоновано в роботі [1]. Було показано, що на базі таких пристроїв можливо створювати підсилювачі потужності мм-ІЧ діапазонів з малим рівнем шуму. Однак детального аналізу фізичних процесів у таких електронно-хвильових ДСЛВЕ в [1] проведено не було.

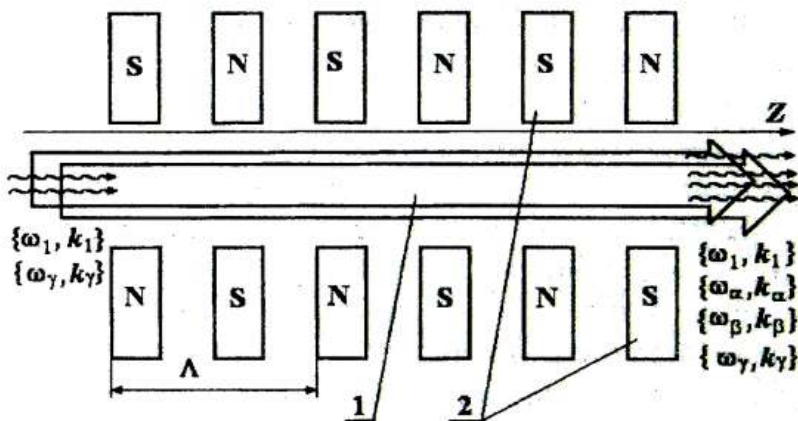


Рисунок 1 – Схема секції підсилення електронно-хвильового ДСЛВЕ: 1 – двошвидкісний релятивістський електронний пучок; 2 – ондулятор

Головна відмінність параметричних електронно-хвильових ДСЛВЕ (від традиційних квазілінійних) полягає в тому, що в даній системі реалізується два нелінійно пов'язаних між собою параметричних резонанси. Перший резонанс має місце між поперечною електромагнітною хвилею, поперечним Н-убітронним магнітним полем (або поперечною електромагнітною хвилею накачки) та

повздовжньою хвилею просторового заряду (робочої ХПЗ). У другому випадку взаємодіють три повздовжні ХПЗ, принаймні одна з яких характеризується частотою більшою критичною. Обидва параметричних резонанси пов'язані між собою загальною робочою хвилею ХПЗ. Зазначимо, що в двошвидкісному релятивістському електронному пучку збуджуються чотири типи хвиль просторового заряду. Це призводить до того, що в досліджуваній системі стає можливим існування значна кількість можливих режимів роботи приладу, які відрізняються один від одного типами повздовжніх хвиль, що приймають участь у другому з параметричних резонансів. Детальному аналізу цих режимів і присвячена дана робота.

В роботі побудовано квадратично-нелінійну теорію параметричного електронно-хвильового ДСЛВЕ. При цьому застосовувались ієрархічні методи теорії коливань і хвиль [2]. Отримана система диференціальних рівнянь для амплітуд хвиль, що приймають участь у параметричному резонансі у квадратичному наближенні. Розглянуто різні типи резонансної взаємодії повздовжніх хвиль ХПЗ між собою. Для кожного такого типу взаємодії знайдено інкременти зростання хвиль у досліджуваній системі. Проведено аналіз цих інкрементів та знайдено оптимальні з експериментальної точки зору режими роботи приладу.

ЛІТЕРАТУРА

1. В.В. Кулиш. К теории релятивистских параметрических электронно-волновых лазеров на свободных электронах. // Укр. физ. журнал, т. 36, № 5, 1991, с. 686-693.
2. Kulish V.V. Hierarchical methods: Vol. I. Hierarchy and Hierarchic Asymptotic Methods in Electrodynamics, Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 2002.

МУЛЬТИГАРМОНІЧНА ТЕОРІЯ ДВОПОТОКОВОГО СУПЕРГЕТЕРОДИННОГО ЛАЗЕРУ НА ВІЛЬНИХ ЕЛЕКТРОНАХ З ДОПЛЕРТРОННОЮ НАКАЧКОЮ

Проф. Куліш В.В., доц. Лисенко О.В., Пушнін Д.Ю.

Базовий механізм підсилення двопотокового супергетеродинного лазера на вільних електронах [1] (ДСЛВЕ) ґрунтується на ефекті двопотокової нестійкості. Як показують експериментальні та теоретичні дослідження [1] однією з важливих її особливостей є яскраво виражений мультигармонічний характер. Тобто в плазмі двошвидкісного релятивістського електронного пучка за умови реалізації двопотокової нестійкості виникає велика кількість гармонік хвиль просторового заряду з лінійним законом дисперсії. Завдяки цій властивості ДСЛВЕ можуть використовуватись для створення надкоротких, в тому числі і фемтосекундних, хвильових пакетів електромагнітної хвилі сигналу [2]. Проте, до цього часу вивчались тільки мультигармонічні ДСЛВЕ з магнітоондуляторною (Н-убітронною) накачкою. Разом з тим, якісний аналіз дає підстави що подібні системи з електромагнітною (доплертронною) накачкою можуть складати значний інтерес також. Тому побудова нелінійної мультигармонічної теорії таких ДСЛВЕ виглядає є задачею важливою та актуальною.

В даній роботі побудована кубічно-нелінійна мультигармонічна теорія ДСЛВЕ з доплертронною накачкою. При цьому врахована мультигармонічність хвиль сигналу, електромагнітної хвилі накачки та хвиль

просторового заряду. Використано ієрархічні асимптотичні методи теорії коливань і хвиль [3]. Розрахунковою особливістю проблеми, що досліджувалась, полягає у тому, що тут реалізована схема розв'язання задачі з двома рівнями ієрархії [3]. На першому ієрархічному рівні в якості швидкої фази використано швидку комбінаційну фазу. На другому ієрархічному рівні в якості швидкої фази взято повільну комбінаційну фазу, яка в даному випадку співпадає з фазою хвилі просторового заряду.

Побудована теорія дозволяє проаналізувати фізичні процеси у мультигармонічному ДСЛВЕ з доплертронною накачкою, знайти оптимальні режими роботи приладу для формування надкоротких хвильових пакетів електромагнітного сигналу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Kulish V.V. Hierarchical methods. Vol. II. Undulative electrodynamic systems, Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 2002.
2. Kulish V.V., Lysenko O.V., Savchenko V.I. Two-Stream Free Electron Lasers. Physical and Project Analysis of the Multiharmonical Models. International Journal of Infrared and Millimeter Waves. – 2003.- Vol. 24, N 4, p. 501-524.
3. Kulish V.V. Hierarchical methods: Vol. I. Hierarchy and Hierarchic Asymptotic Methods in Electrodynamics, Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 2002.

СИСТЕМА НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОННОГО ПУЧКА У ПРИСКОРЮВАЛЬНОМУ КАНАЛІ ЕН- ПРИСКОРЮВАЧА

Проф. Куліш В.В., доц. Губанов І.В., Крижанівський В.Н.

Добре відомо, що створення, наладка та експлуатація систем, що використовують електронні пучки (включаючи релятивістські), є технологічно складною та наукоємною задачею. Забезпечення високої ефективності роботи таких систем, при чому, як на етапі створення, так і під час експлуатації, можливо лише при умові високого рівня контролю поточної динаміки пучка у всій області взаємодії. Це включає в себе контроль таких параметрів, як просторовий розподіл прискорювальних полів та густину пучка, часову еволюцію самого електронного пучка в області взаємодії та таке інше [1]. Тому розробка методів та систем контролю параметрів електронних пучків є дуже важливою і актуальною задачею. В даній роботі для її вирішення запропоновано використовувати ефект синхротронного випромінювання (СВ) релятивістського пучка електронів що рухається у робочому каналі ЕН-прискорювача.

Фізична суть ефекту СВ полягає у тому, що рухаючись в квазіоднорідному магнітному полі по коловій (або, у загальному випадку, спіральній) траєкторії електрон знаходиться під дією криволінійного прискорення. У відповідності з законами класичної електродинаміки, такий електрон повинен бути джерелом електромагнітного випромінювання, що і спостерігається у випадку СВ [2]. Як відомо, як загальна потужність СВ, так і його кутовий

та спектральний розподіл суттєво залежать від параметрів руху електрона (енергії тощо) та характеристик поля (у тому числі, його просторового розподілу). Саме ці залежності (які будуть вимірюватися експериментально) і пропонується використовувати для діагностики динаміки процесу прискорення пучка на різних ділянках прискорювального каналу.

В даній роботі проведений аналіз СВ пучка. При цьому використаний так званий одночастинковий підхід, тобто сумарне випромінювання пучка в квазіоднорідному магнітному полі розглядалося як випромінювання ансамблю не взаємодіючих електронів. Обчислено як загальна потужність випромінювання, як і її спектрально-кутовий розподіл. Використовувався метод Боголюбова-Зубарева [1,3] та апарат дельта-функції Дірака. Розташовуючи датчики випромінювання в області проводки пучка, можна, таким чином, визначити ступінь неоднорідності електромагнітного поля та динаміку компонент вектора швидкості електрона в процесі прискорення.

ЛІТЕРАТУРА

1. V.V.Kulish, Undulative electrodynamicical systems, Boston/Dordrecht/London 2002
2. А.А.Соколов, И.М.Гернов, Релятивистский электрон. Москва 1974
3. V.V.Kulish, Hierarchy and hierarchical asymptotic methods in electrodynamics, Boston/Dordrecht/London 2002

ЛАЗЕР НА ВІЛЬНИХ ЕЛЕКТРОНАХ КЛІСТРОННОГО ТИПУ З ПРОМІЖНОЮ СЕКЦІЄЮ ПІДСИЛЕННЯ ХВИЛІ ПРОСТОРОВОГО ЗАРЯДУ

Проф. Куліш В.В., доц. Губанов І.В., Брусник А.Ю.

На відміну традиційних лазерів на вільних електронах (ЛВЕ), що використовують лише параметричний механізм підсилення хвилі сигналу, в запропонованій схемі використовується додатковий механізм підсилення хвилі просторового заряду (ХПЗ). Така схема дозволяє значно покращити ефективність енергообміну в області взаємодії системи. Схема запропонованого ЛВЕ приведена на рис.

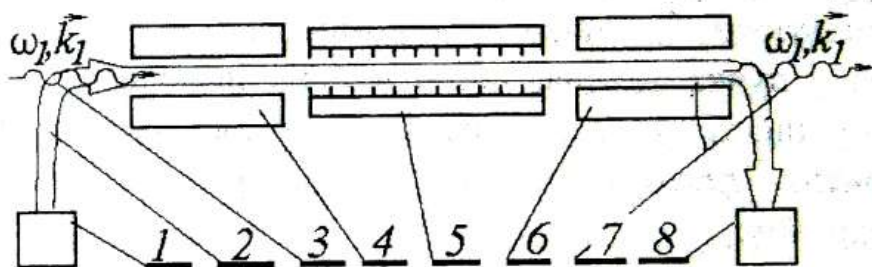


Рисунок - Схема лазера на вільних електронах з проміжною секцією підсилення хвилі просторового заряду (ХПЗ) на базі поздовжнього електростатичного ондулятора: 1-прискорювач, 2-електронний пучок, 3-хвиля сигналу, 4-перша секція ЛВЕ (Н-убітрон), для збудження ХПЗ, 5-друга (проміжна) секція підсилення ХПЗ, виконана у вигляді поздовжнього електростатичного ондулятора, 6-третя секція (Н-убітрон), 7-вихідний сигнал, 8-система рекуперації пучка

Для аналізу процесів в області взаємодії було побудовано квадратичну слабосигнальну теорію. Опис еволюції процесів в області взаємодії було проведено за допомогою квазігідродинамічного рівняння та рівнянь Максвела. Система диференціальних рівнянь була обчислена в рамках методу повільно змінних амплітуд та методу нелінійного дисперсійного рівняння.

Проведене числове моделювання показало, що використання в якості проміжної секції електростатичного ондулятора в стандартному Н-убітронному параметричному лазері на вільних електронах, дозволяє суттєво збільшити ефективність енергообміну в системі по відношенню до звичайного параметричного ЛВЕ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Victor V. Kulish Hierarchical Methods. Hierarhy and Hierarhical Asymptotic Methods in Electrodynamics. Volume I – Kluwer Academic Pblishers Boston/Dordrecht/London, - 2002.
2. Victor V. Kulish Hierarchical Methods. Undulative Electrodynamical Systems. Volume II, – Kluwer Academic Pblishers Boston/Dordrecht/London, - 2002.

СИСТЕМА ДІАГНОСТИКИ ПАРАМЕТРІВ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ В РОБОЧІЙ ОБЛАСТІ ЛАЗЕРУ НА ВІЛЬНИХ ЕЛЕКТРОНАХ

Проф. Куліш В.В., доц. Лисенко О.В.,
Покутній А.А., Странадко О.В.

Під час експлуатації таких складних пристроїв як лазер на вільних електронах (ЛВЕ) важливою задачею є отримання інформації про протікання фізичних процесів в робочому об'ємі приладу. Для цієї мети пропонується використати ефект індукованого випромінювання електронів, що осцилюють у бакеті.

Як відомо, електромагнітне поле в робочій області ЛВЕ, що виникає завдяки суперпозиції двох та більше електромагнітних хвиль, є просторово неоднорідним. Завдяки цьому в системі з'являються додаткові осциляції електронів релятивістського електронного пучка – осциляції у бакетах. Якщо на таку систему подати ще одну електромагнітну хвилю з частотою близькою до частоти осциляцій електронів в бакеті, то між цією хвилею та осцилюючими електронами повинна відбуватись ефективна взаємодія. А саме, буде мати місце поглинання або підсилення такої електромагнітної хвилі. Вимірюючи частоту цієї хвилі та коефіцієнт загасання (зростання), можемо отримати інформацію про електромагнітні поля, які приймають участь у фізичних процесах в ЛВЕ. Зазначимо, що таку інформацію можемо отримати для кожної ділянки робочого об'єму ЛВЕ в кожний момент часу реальної роботи приладу (“insity”).

В даній роботі побудована нелінійна теорія вище описаних процесів. Для цього використано ієрархічні асимптотичні методи коливань і хвиль. Особливість розрахункової схеми полягає у тому, що тут використовується модель з двома рівнями ієрархії. Отримано систему диференціальних рівнянь, яка дозволяє чисельно аналізувати динаміку електромагнітних хвиль у досліджуваній системі.

ЕЛЕКТРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЛІВОК
КОБАЛЬТУ З ДІЕЛЕКТРИЧНИМ ТА МЕТАЛЕВИМ
ПОКРИТТЯМ

пошук. Говорун Т.П., магістр. Осинський О.Г.

Робота присвячена вивченню впливу дифузії атомів покриття з нікелю та діоксиду кремнію на електрофізичні властивості плівок кобальту. Як підкладки використовувалися пластини з полікору ВК-100 з попередньо сконденсованими термічним методом контактними майданчиками $\text{Cu}/\text{Cr}/\text{P}$ (P-підкладка). Плівки Co були отримані методом електронно-променевого випарування при температурі підкладки $T_{\text{п}} = 375\text{-}385\text{ K}$, близькій до температури Дебая у масивних зразках Co . Тонкі покриття товщиною $d \approx 1\text{-}2\text{ нм}$ з нікелю та діоксиду кремнію наносились термічним методом. Конденсація тонкого покриття при $T_{\text{п}} = 300\text{ FC}$ здійснювалось після відпалювання плівок Co протягом двох циклів за схемою "нагрівання-охолодження" в температурному інтервалі $300\text{-}650\text{ K}$.

Відразу після нанесення тонкого покриття із Ni не відбувається відчутної зміни електричного опору (R) базової плівки Co , хоча після відпалювання протягом третього циклу значення R зменшується на $(9\text{-}18)\%$. Кутовий коефіцієнт $\Delta R/\Delta T$ залежності опору від температури у плівках Co з покриттям із Ni має більше значення, ніж у плівках без покриття. Отриманий результат свідчить про підсилення розсіювання електронів на внутрішніх та зовнішніх межах плівки Co .

Для плівок Co з тонким покриттям із SiO_2 після відпалювання спостерігається зменшення опору на $(7\text{-}12)\%$, що, можливо, пов'язано із збільшенням коефіцієнта дзеркальності зовнішньої поверхні плівки.

ЕФЕКТ ГІГАНТСЬКОГО МАГНІТООПОРУ В МУЛЬТИШАРАХ З ПОЛІКРИСТАЛІЧНИМИ СПЕЙСЕРАМИ

докт. Дехтярук Л.В., д-р Маршалек М.,
проф. Проценко І.Ю., асп. Чешко І.В.

З використанням квазікласичного наближення Фукса-Зондгеймера теоретично досліджено ефект гігантського магнітоопору (ГМО) магнітного мультишару, що складається з почергово нанесених магнітних і немагнітних полікристалічних шарів металів. Повздовжнє перенесення носіїв струму в магнітних шарах описується в рамках двоструменевої моделі, що обґрунтовано припущенням про спін-залежний характер розсіювання електронів в об'ємі магнітних шарів та їх інтерфейсах. Перенесення носіїв заряду в полікристалічних спейсерах описується в рамках узагальненої моделі Маядаса-Шацкеса, що враховує розсіювання електронів в об'ємі шарів, на межах зерен та межах шарів. Отримані точні (для мультишару з антиферомагнітною та феромагнітною взаємодією) та асимптотичні (для тонких та товстих, у порівнянні з довжиною вільного пробігу носіїв заряду, шарів) співвідношення для магнітоопору в припущенні, що результуюча намагніченість в магнітних шарах близька до нуля. Показано, що немонотонна зміна ГМО із збільшенням відношення товщини магнітного і немагнітного металу обумовлена спіновою асиметрією розсіювання носіїв заряду в об'ємі магнітних шарів та на межах поділу шарів. При збільшенні шорсткості міжшарової межі та прозорості міжкристалічних меж полікристалічних спейсерів ефект ГМО збільшується. Апробація теоретичної моделі здійснювалась на прикладі мультишарів $[\text{Co}/\text{Cu}]_n$ з буферним шаром свинцю.

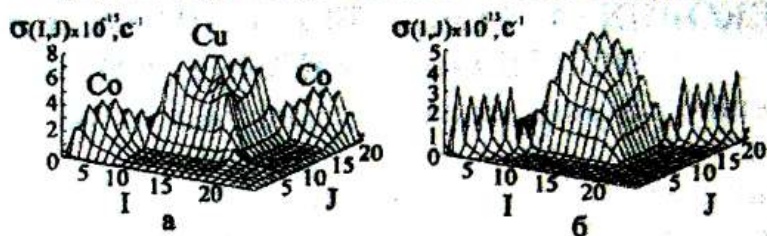
Робота виконана в рамках договору №М/18-2004 з Інститутом ядерної фізики (м. Краків).

МАГНІТО-ТРАНСПОРТНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЛІВКОВИХ МАТЕРІАЛІВ ІЗ СПІН-ЗАЛЕЖНИМ РОЗСІЮВАННЯМ ЕЛЕКТРОНІВ

асп. Чешко І.В., маг. Бражнік Д.В., студ. Синашенко О.В.

Багатошарові металеві плівки, що складаються з тонких магнітних шарів, які розділені неферомагнітними прошарками, демонструють незвичні магнітні та транспортні властивості. При накладанні на таку структуру зовнішнього магнітного поля, при певній орієнтації векторів намагніченості в магнітних шарах, спостерігається різка зміна опору – явище гігантського магнітоопору (ГМО). ГМО спостерігається у багатьох мультишарах, отриманих почерговим нанесенням обох компонент (наприклад, у системі Co/Cu, в якій зареєстровано рекордне значення зміни опору до 70% [1]). Вказана геометрія шарів не обов'язковою. Єдина вимога – система повинна містити розподілений нанорозмірний магнітний компонент в немагнітній матриці (такими системами є гранульовані сплави). Для пояснення незвичних електрофізичних властивостей цих систем припускають, що електричний потік в феромагнітних металах переноситься умовно незалежно двома каналами провідності, які сформовані електронами зі спінами направленими в одному випадку вгору, а в іншому – вниз. Провідність може значно різнитися в двох спін-каналах [2] за рахунок різниці в кількості електронів з різними спінами у відповідності з різницею густини вільних станів на рівні Фермі в магнітному і немагнітному матеріалі (рис.1). Все це спричиняє появу великої зміни опору при протіканні струму в такій структурі при антипаралельній орієнтації магнітних моментів шарів феромагнетика. На розглянуті вище властивості значно впливають дифузійні процеси і процеси фазоутворення на межі поділу та в об'ємі цих плівок. Нами було вивчено структурно-фазовий стан нанокристалічних плівок Co/Cu/P (P - підкладка). Електронографічні та мікроскопічні

Паралельна орієнтація магнітних моментів шарів Co



Антипаралельна орієнтація магнітних моментів шарів Co

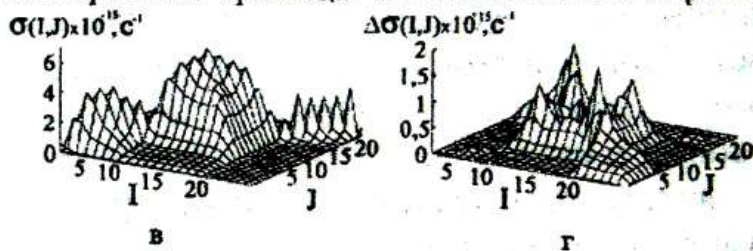


Рисунок 1 - Провідність в системі Co/Cu/Co в одиницях τ^{-1} для каналу електронів із спінами паралельними магнітному моменту шарів Co (а), каналу для електронів із спінами антипаралельними магнітному моменту шарів Co (б) та провідність (в) і зміна провідності (г) при антипаралельній орієнтації магнітних моментів шарів Co. Номера шарів: I = 1-7; 18-25 (Co) та J = 8-17 (Cu) [2]

дослідження показали, що такі плівки після певної термообробки можуть утворювати метастабільний твердий розчин на основі ГЦК-решітки Cu (β -фаза (Co-Cu)). При подальшому відпалюванні в зразках буде відбуватися частковий розпад такого метастабільного твердого розчину з утворенням окремих частинок ГЦП-Co в матриці Co-Cu, тобто, утворюється гранульований сплав. Ми приходимо до висновку, що, в залежності від режиму термообробки, можна сформувати плівковий матеріал із малим (β -(Co-Cu)) або великим значенням ГМО (гранульований сплав).

1. Parkin S.S.P. Giant magnetoresistance in magnetic nanostructures // Annu. Rev. Mater. Sci. – 1995. – V. 25. – P. 357 – 388.
2. Butler W.H., Zhang X.-G., Schulthess T.C. et all. Conductance and giant magnetoconductance of Co/Cu/Co spin valves // Phys. Rev. – 1997. - V. 56, № 22. – P. 14574 – 14582.

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ВНЕСКУ ІНТЕРФЕЙСНОГО РОЗСПІВАННЯ ЕЛЕКТРОНІВ У ТКО ДВОШАРОВОЇ ПЛІВКОВОЇ СИСТЕМИ

студ. Григоренко О.В., асп. Пазуха І.М.

Дослідження термічного коефіцієнту опору двошарової плівкової системи проводилось на прикладі гомогенної плівки міді. З цією метою була отримана серія зразків, які представляють собою пошарово напилену плівку міді, сумарна товщина якої дорівнює $d = d_1 + d_2$, або суцільну плівку міді з такою ж товщиною. Осадження проводилось методом конденсації у вакуумі $10^{-3} - 10^{-4}$ Па при температурі скляної підкладки $T_s = 300$ К. При пошаровому напиленні після осадження кожного з шарів конденсація зупинялась на 10хв. з метою штучного моделювання межі поділу за рахунок газів залишкової атмосфери, після чого проводилось осадження наступного шару. Контроль товщини у процесі напилення проводилось за допомогою метода кварцевого генератора. В якості контрольного метода визначення загальної товщини суцільної та пошарово напиленої плівок використовувався інтерферометричний метод (для цього поруч з підкладкою розміщується скляний свідок). Термообробка зразків проводилась протягом двох циклів "нагрівання-охолодження" в інтервалі температур 300 -630 К. Електричний опір плівок вимірювався цифровим вольтметром АРРА-109 з точністю $\pm 0,06\%$. Температура контролювалася за допомогою хромель-алюмелевої термопари і мультиметра DT-838, що забезпечує точність $\pm 0,5$ К. На основі залежностей $R(T)$ здійснювався розрахунок залежностей $\beta(T)$ для суцільно та пошарово напиленої плівки. На основі аналізу цих залежностей проводиться оцінка внеску інтерфейсного розсіювання у ТКО.

ОЦІНКА ВНЕСКУ ІНТЕРФЕЙСНОГО РОЗСІЮВАННЯ В ТКО ДВОШАРОВОЇ ПЛІВКОВОЇ СИСТЕМИ

асп. Пазуха І.М., студ. Устименко В.М.

Вивчення багат шарових нанорозмірних систем постійно знаходиться у центрі уваги дослідників. Причина цього полягає у технологічному значенні цих матеріалів, особливо в сучасній наноелектроніці та вимірювальній техніці. Наприклад, наноструктурні багат шарові системи досліджуються для можливого використання в магнітооптичних приладах та рентгенівських дзеркалах. Основною особливістю цих систем у порівнянні з одношаровими плівками є те, що у них виникає новий механізм розсіювання електронів, а саме - розсіювання електронів на межі поділу окремих шарів. Даний механізм суттєво впливає на загальне значення опору нанорозмірної системи та величину термічного коефіцієнту опору (ТКО). Поряд з цим на межі поділу виникають макронапруження термічного походження, які також впливають на електрофізичні властивості. Крім того на електрофізичні властивості багат шарових плівкових систем впливають дифузійні процеси компонентів окремих шарів. При розрахунку внеску інтерфейсного розсіювання в роботах [1, 2] розглядають випадок дифузного розсіювання електронів на межі поділу, причому носії електричного струму можуть як проходити, так і не проходити крізь неї. Запропонована методика дозволяє визначити сумарну величину коефіцієнта проходження межі поділу шарів (Q) та коефіцієнта дзеркальності поверхонь верхньої або нижньої плівки (p). При узагальненні розрахунків величини $Q+p$ при урахуванні зерномежевого розсіювання та без, можна зробити висновок, що параметри Q та p лежать у межах $0 \leq (Q, p) \leq 0,6$ для Fe,

$0 \leq (Q, p) \leq 0,2$ для Co та $0 \leq (Q, p) \leq 0,5$ для Ni. Можливим варіантом експериментального визначення внеску інтерфейсного розсіювання може бути порівняння ТКО пошарово напиленої гомогенної плівки певної точно визначеної товщини (після напилення кожного шару зупиняється процес конденсації на певний інтервал часу X для штучного моделювання межі поділу) з ТКО суцільної плівки з такою ж товщиною. Авторами [3] був здійснений розрахунок ТКО для двошарової плівкової системи Sc/Cu/Pi (Pi - підкладка) з використанням параметрів електроперенесення для одношарових плівок. Було показано, що при фіксованій товщині базисного шару величина ТКО може зменшуватись або збільшуватись при зростанні товщини верхнього шару в залежності від того як співвідноситься між собою ТКО масивних зразків для матеріалів системи. Проведений числовий розрахунок ТКО двошарової плівкової системи показує, що представлена в даній роботі модель може бути використана для прогнозу величини термічного коефіцієнту опору.

Представлені методики є досить простими і можуть бути перенесені на випадок багатошарової системи, яка складається більше ніж з двох шарів.

- [1] de Vries J.W.C. Interface scattering in triple layered polycrystalline thin Au/X/Au films ($X = \text{Fe, Co, Ni}$) // Solid State Communication.-.1998. – V. 65, № 3. - P. 201 – 207.
- [2] Забіла Є.О., Однодворець Л.В., Проценко С.І. та ін. Вплив розсіювання електронів провідності на міжфазній межі на величину коефіцієнта тензочутливості металевих плівок // Вісник СумДУ. – 2003. – Т. 8, № 54. – С. 71 – 78.
- [3] Dekhtyaruk L.V., Protchenko S.I., Chornous A.M. et all. Conductivity and the temperature coefficient of resistance of two-layer polycrystalline films // Ukr. J. Phys. – 2004. – V. 49, № 6. – P. 587 – 597.

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ ВІДПАЛЮВАННЯ НА ПРОЦЕСИ ФАЗОУТВОРЕННЯ В ПЛІВКАХ Ti TA Ti/Cu

асп. Соломаха В.А., маг. Осовалюк Т.С.

Процеси, що відбуваються в тонких плівках Ti при відпалюванні у вакуумі були досліджені рядом авторів [1-4]. Однак наведені у цих роботах результати носять суперечливий характер. Це свідчить про складність процесів фазоутворення у плівкових зразках Ti при термообробці та залежність їх від параметрів конденсації (тиск газів залишкової атмосфери, швидкість осадження). В даній роботі було проведено дослідження особливостей фазового складу у плівках Ti та двошарових структурах на основі Ti та Cu при різних температурах відпалювання.

Одно- та двошарові плівкові зразки були отримані методом термічного (Cu) та електронно-променевого (Ti) випаровування із швидкістю $\omega \sim 0,5 \div 1$ нм/с на підкладках з (100) NaCl при температурі $T_n = 300$ К у вакуумі $\sim 10^{-5}$ Па. Відпалювання плівок проводилося у вакуумі $\sim 10^{-3}$ Па в інтервалі температур 300–900 К.

Свіжесконденсовані плівки Ti є дрібнодисперсними, з хаотично орієнтованими ГЦП-зернами. Слід відмітити, що міжплощинні відстані при цьому дещо завищені по відношенню до масивного титану, що може вказувати на взаємодію з газами із залишкової атмосфери під час осадження. Відпалювання при температурах $T_e < 900$ К не призводило до істотних змін фазового складу, хоча у плівках протікали рекристалізаційні процеси. Зміни структурно-фазового складу за даними електронографічних досліджень відбуваються лише при досягненні температури відпалювання 900 К, при якій спостерігається заміщення ліній від ГЦП-Ti фазою, яку точно ідентифікувати не вдалося. Ймовірно, що вона представляє собою один із оксидів титану TiO_x ($x \approx 0,1 - 0,9$).

У невідпаленому стані двошарові плівки мають фазовий склад ГЦП-Ті + ГЦК-Сі. При цьому необхідно відмітити відсутність на електронограмах кілець, що відповідали б фазі Cu_2O , що спостерігається в одношарових плівках Сі [5]. Крім цього, зміни фазового складу багатошаровика відбуваються лише при досягненні температури відпалювання 900 К. Це вказує на значно меншу інтенсивність окислювальних процесів в шарі міді порівняно з одношаровими зразками. Після відпалювання при $T_e=900$ К двошарові зразки складаються з ГЦК- кристалів Сі та фази, що має місце в одношарових плівках титану, термооброблених у тих же умовах.

1. Осипова Г.И., Проценко И.Е., Шамоня В.Г. и др. Структура и электрофизические свойства тонких пленок титана и оксида титана // ФХОМ. – 1983. – №6. – С. 59 – 63.
2. Проценко І.Ю., Шовкопляс А.В., Овчаренко Ю.М. та ін. Електрофізичні властивості тонких полікристалічних плівок Cr, Cu, Ni та Ti // Журнал фізичних досліджень. – 1998. Т. 2. – №1. – С. 1-4.
3. Зыман З.З., Глушко В.И. О природе и структуре вакуумных конденсатов, образующихся при малых скоростях осаждения титана // Электронная техника. Серия: Металлы. – 1984. – Вып. 12(197). – С. 59–61.
4. Свердленко В.П., Ломовой В.В., Чапланов А.М. Изменение фазового состава поликристаллических пленок титана при отжиге // Материалы II всесоюзной научной конференции «Нитевидные кристаллы и тонкие пленки». Часть II. – Воронеж: ВПИ. – 1975. – С. 143–147.
5. Соломаха В.А., Степаненко А.О., Черноус А.М. Електрофізичні властивості плівок міді в умовах хімічної взаємодії з газами залишкової атмосфери // ФХТТ. – 2004. – Т.5, № 3. – С. 455–460.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОЇ ЗАЛЕЖНОСТІ ОПОРУ ПЛІВОК АЛЮМІНІЮ

інж. Степаненко А.О., студ. Безрученко В.О.

Плівки алюмінію в інтервалі товщин 20 – 110 нм були отримані методом термічного випаровування з вольфрамового “гусарика” у вакуумі порядку 10^{-3} Па (робочий об’єм установки ВУП-5М) на підкладці з сіталу температурою $T_{\text{п}}=300$ К. На підкладках попередньо були підготовані контактні майданчики наступної структури: Al(150нм)/Al(50нм)/Cr(20нм)/підкладка. Така структура контактів дозволяла проводити термообробку плівок без їх розтріскування на сходинці майданчику. Для вимірювання опору цифровим вольтметром В7-38 з точністю $\pm 0,01$ Ом використовувалися срібні прижимні контакти. Конденсація плівок здійснювалось через маску (розмір вікна $10 \times 1,5$ мм) з нержавіючої сталі, яка була ізольована від контактів за допомогою кераміки.

Схема експерименту була наступною: перший етап – отримання плівки алюмінію певної товщини; другий етап – відпалювання за схемою “нагрівання-охолодження” протягом трьох циклів з метою термостабілізації електрофізичних властивостей і отримання температурної залежності питомого опору. При першому циклі нагрів зразків проводили до повного заліковування дефектів, у більшості випадків це відбувалося до температури 700 К. Другий цикл – також до температури 700 К. При третьому циклі нагрівання проводили до температури 870 К, оскільки при більших температурах відпалювання можливе плавлення плівки.

Аналіз температурної залежності опору плівок алюмінію при охолодженні на третьому циклі показує, що вона має характер близький до лінійного в усьому інтервалі значень температур, за виключенням області біля температури Дебая, де відбувається зміна тангенсу кута нахилу.

ТЕМПЕРАТУРНА ЗАЛЕЖНІСТЬ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПЛІВКОВИХ МАТЕРІАЛІВ

студ. Жданов А.О.

У роботі проведено узагальнення існуючих літературних даних [1-8] про температурну залежність питомого опору та температурного коефіцієнту опору (ТКО) для одно- і багатошарових металевих плівок.

Вивчення температурних залежностей питомого опору (ρ) та ТКО (β) для одношарових плівок Sc, Ti, V, Cr, Co, Ni, Cu, Mo показує наступне. На кривих $\rho(T)$ і $\beta(T)$ проявляються особливості при характерних температурах, таких як Дебая, Кюрі, Нееля. У деяких випадках, наприклад для плівок Mo, Cr, Sc на кривих $\rho(T)$ фіксується злом поблизу температури, що відповідає $2\Theta_D/3$ (Θ_D – температура Дебая для плівки). Для плівок Co [2] особливості мають місце при розмірно залежних температурах $\Theta_1 = 630 - 530K$ та $\Theta_2 = 150 - 200K$. Величини характерних температур у плівках залежать від товщини зразків. Вище температури Дебая залежність $\rho(T)$, за виключенням плівок Ni, носить лінійний характер. При зменшенні товщини плівкових зразків спостерігається збільшення тангенсу нахилу лінійної ділянки температурної залежності питомого опору та ефективної константи електрон-фононної взаємодії, що частково пояснюється підсиленням електрон-фононної взаємодії в плівках [3,4].

Аналіз результатів дослідження температурних залежностей опору та ТКО у багатошарових плівкових системах дав можливість встановити такі закономірності. По-перше, на залежностях $\rho(T)$ та $\beta(T)$ за рахунок процесів взаємної дифузії та фазоутворення відбувається розмиття особливостей при характерних температурах яке більш суттєве коли плівка має більшу кількість шарів або чим вище температура відпалювання. По-друге, на ступінь проявлення особливостей при характерних температурах впливає, також, співвідношення концентрації окремо взятих компонент систем, наприклад для двошарових плівок Ni/(Cr, V, Co, Ti) [6-8], згин на кривих $\rho(T)$ при температурі Кюрі для Ni зникає якщо

концентрація Cr, V, Co чи Ti переважають концентрацію Ni. Потрете, збільшення кількості шарів призводить до того, що майже в усьому температурному інтервалі залежність $\rho(T)$ починає носити лінійний характер, а величина ТКО в меншій мірі залежить від температури, що призводить до більш високої стабільності електрофізичних властивостей порівняно з одношаровими плівками.

1. Лобода В.Б., Проценко І.Е., Смолин М.Д. Исследование электрических свойств тонких пленок никеля. // *Металлофизика*. – 1983. – Т.5, №5. – С. 69–74.
2. Проценко І.Е., Смолин М.Д., Шамоля В.Г. и др. Размерная и температурная зависимости электросопротивления пленок кобальта в области промежуточных температур // *УФЖ*.-1984.- Т.29, №6.-С.920-925.
3. Проценко І.Е., Смолин М.Д., Яременко А.В. и др. Температурная зависимость удельного сопротивления тонких пленок переходных d-металлов // *УФЖ*, 1988, Т.33, №6. С.875-880.
4. Проценко І.Е., Черноус А.Н., Яременко Л.А. Исследование температурной зависимости сопротивления двухслойных пленочных систем Co/Cr и Co/Ni // *ВАНТ*.- 1994.- № 1(27).- С. 83-84.
5. Однорець Л.В. Кінетичні явища в багатошарових плівкових конденсатах на основі Cr, Co, Ni та Ge: Автореф. дис. к. ф.-м. наук: 01.04.07 / СумДУ. – Суми, 1996. – 25 с.
6. Проценко І.Ю., Черноус А.М., Шпетний І.О. Електрофізичні властивості двошарових плівок на основі Co, Cr, Ni в умовах взаємної дифузії атомів // *Науковий вісник Ужгородського університету*. Серія: фізика.-2001.-№ 10.-С. 199-206.
7. Chornous A., Protsenko I., Shpetnyi I. Electrophysical properties of double-layer nickel-base and vanadium-base films within the intermediate temperature range // *Cryst. Res. Technol.*- 2004 .-V.39, №7 .- P.602-610 .
8. Проценко І.Е., Черноус А.Н., Шовкопляс О.В. Исследование электрофизических свойств двухслойных пленочных систем на основе титана, кобальта и никеля // *ВАНТ*.-1998.-№2-3.-С.102-106.

ТЕНЗОРЕЗИСТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ ДВОШАРОВИХ ПЛІВОК НА ОСНОВІ Cr ТА Cu.

Є. О. Забіла

Одним з пріоритетних напрямків сенсорної техніки є вивчення фізичних властивостей наноматеріалів, переваги яких можна використати для створення тензорезистивних датчиків деформації. Виготовлення чутливого елемента на основі багат шарових плівкових періодичних структур дозволяє не лише розширити межі вимірювання, але й досягти кращої стабільності тензорезистивних характеристик за рахунок збільшення у цих матеріалах межі їх механічної пружності [1, 2]. Експериментальні дослідження проведені нами на прикладі двошарових плівкових систем Cr/Cu/тефлон при деформаціях $e_i \leq 0.25$ свідчать про залежність коефіцієнта поздовжньої тензочутливості (γ_i^R) від ступеню та виду деформації (рис. 1).

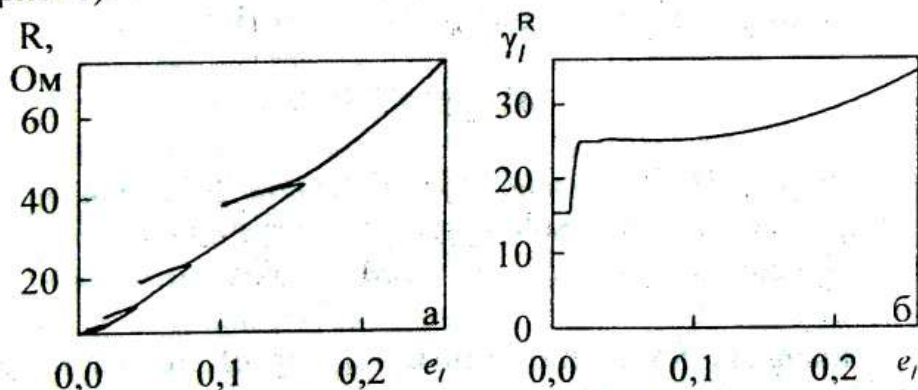


Рис. 1. Експериментальні залежності опору (а) та коефіцієнта тензочутливості (б) від поздовжньої деформації двошарової плівки Cr(54)/Cu(90)/П (в дужках вказано товщину відповідного шару у нанометрах)

Надзвичайно високі коефіцієнти тензочутливості ($\gamma_i^R > 10-100$) у плівкових зразках Cr/Cu/П пояснюються виключно виникненням тріщин. Значення γ_i^R до 10 досягаються в області пластичних деформацій і обумовлені структурними змінами на мікроскопічному рівні. Зворотні та прямі цикли, що реалізуються за рахунок виключно пружної деформації дають значення $\gamma_i^R \sim 1$. Отримані результати дозволяють пояснити поступову стабілізацію тензорезистивних властивостей після декількох циклів „розтягування-релаксація” у фіксованому інтервалі пружних деформацій. Така стабілізація досягається за рахунок розриву міжатомних зв'язків, що мають низький активаційний бар'єр. Ймовірність розриву таких зв'язків дорівнює [3]: $\exp(-U_a/kT)$, де U_a - висота активаційного бар'єру, k - стала Больцмана, T - температура. Величина U_a може зменшуватися за рахунок внутрішніх напружень структурного та термічного походження, що є одним з можливих механізмів мікропластичності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Espinosa H. D., Prorok B. C., Peng B. Plasticity size effects in free-standing submicron polycrystalline FCC films subjected to pure tension // J. Mech. Phys. of Solids.-2004.-52.-P.667-689.
2. Huang H., Spaepen F. Tensile testing of free-standing Cu, Ag, and Al thin films and Ag/Cu multilayers // Acta Mater.-2000.-48.-P.3261-3269.
3. Вуйцик В. та ін. Мікроелектронні сенсори фізичних величин: Науково-навчальне видання. В 3 томах.-Львів: Ліга-Прес, 2003.-Т.2.-595 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕНЗОЧУТЛИВОСТІ ДВОШАРОВИХ МЕТАЛЕВИХ ПЛІВКОВИХ МАТЕРІАЛІВ

*доц. Одиногорець Л.В., пош. Бурик І.П.,
студ. Марченко Я.Ю.*

Двошарові металеві плівкові матеріали знайшли широке використання в багатьох сферах приладобудування і мікроелектронної техніки (струмопровідні доріжки, термо- та тензодатчики, плівкові елементи інтегральних мікросхем.). Практичне застосування таких систем стимулює експериментальне дослідження їх електрофізичних властивостей (наприклад, явища тензочутливості).

Для контролю деформацій механічних конструкцій, які знаходяться у напруженому стані, використовують спеціальні вимірювальні пристрої, основним елементом яких є напівпровідниковий тензорезистор, який, незважаючи на велике значення коефіцієнту продольної тензочутливості ($\gamma_1 \sim 10^2-10^3$), має малу термічну стійкість. Тому металеві тензодатчики можуть бути більш ефективними при високих температурах. Оскільки коефіцієнти тензочутливості металевих плівок менше, ніж у напівпровідникових, постійно ведеться пошук нових методів збільшення γ_1 для металевих плівкових матеріалів. Один із шляхів розв'язання цієї проблеми пов'язаний з переходом до дво- та багатошарових плівкових структур, в яких з'являється додатковий механізм розсіювання електронів - межа поділу між окремими шарами. Крім того, слід мати на увазі, вплив процесів взаємної дифузії елементів та макронапружень термічного і структурного походження.

Експериментальні результати досліджень коефіцієнту γ_1 двошарових металевих плівок наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Плівка (товщина, нм)	$\gamma_{\text{Лекстер}}$
Cr(30)/Co(90)/П	13,0 [1]
Co(60)/Cr(60)/П	25,8 [1]
Ni(60)/Co(30)/П	14,4 [1]
Ni(50)/V(20)/П	13,3
Zr(20)/Mo(20)/П	12,0
Mo(50)/Zr(50)/П	12,9

При дослідженні тензоефекту встановлені наступні закономірності. По-перше, незалежно від структурного стану плівкового матеріалу в цілому або його окремих шарів, коефіцієнт γ_1 залежить від номера деформаційного циклу. Як і у випадку одношарових плівок, тензочутливість стабілізується, починаючи з третього-четвертого циклу і потім майже не змінюється (Таблиця 2).

Таблиця 2

Плівка (товщина, нм)	1 цикл	2 цикл	3 цикл
Ni(50)/V(20)/П	20,0	14,0	13,3
Mo(50)/Zr(50)/П	20,6	14,4	12,9
Zr(20)/Mo(20)/П	32,0	30,0	12,0

По-друге, γ_1 зі збільшенням товщини, залишаючись весь час позитивною величиною, монотонно зменшується, наближаючись до деякого асимптотичного значення γ_{lg} . По-третє, більш високе значення γ_1 двошарових плівок у порівнянні з одношаровими пов'язано: з додатковим джерелом розсіювання носіїв електричного струму - межею поділу між шарами, що за властивостями розсіювання відрізняються від межі поділу плівка-вакуум; з технологічним фактором - різним ступенем окислювання окремих шарів.

1. Проценко И.Е., Хворост В.А., Черноус А.Н. Фазообразование, диффузионные процессы и электрофизические свойства многослойных металлических пленочных структур. // Тонкие пленки в оптике и электронике. - Харьков: ННЦ ХФТИ, 2002. - С. 6 - 22.

ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕНЗОЧУТЛИВОСТІ ДЛЯ БАГАТОШАРОВИХ ПЛІВКОВИХ СИСТЕМ

маг. Гришков В.М., доц. Опанасюк Н.М.

Метою роботи є прогнозування тензорезистивних властивостей дво- та багатошарових плівкових систем загального та періодичного типу на основі Cr та Cu з використанням макроскопічної моделі тензочутливості [1]. Для розрахунку величини коефіцієнту повздовжньої тензочутливості (КТ) багатошарових плівок використовувалося наступне співвідношення:

$$\gamma_i^p = \sum_{i=1}^n \gamma_{i_i}^p - \frac{\sum_{i=1}^n d_i \mu_{f_i}}{\sum_{i=1}^n d_i} - \frac{\sum_{i=1}^n d_i (\gamma_{i_k}^p + \gamma_{i_m}^p - \mu_{f_i}) \dots}{\sum_{i,k,m,\dots=1}^n d_i \rho_k \rho_m \dots}$$

де $\gamma_{i_i}^p$, ρ_i , d_i , μ_{f_i} - КТ; питомий опір; товщина та коефіцієнт Пуассона i -го шару.

Для розрахунків використовувались експериментальні дані про величину $\gamma_{i_i}^p$ та ρ_i , отримані для одношарових плівок Cr та Cu . Встановлено, що для двошарових плівок $Cu/Cr/P$ при зміні товщини верхнього шару від 20 до 100 нм та фіксованій товщині базисного шару КТ монотонно зменшується і поступово виходить на насичення. Подібний характер спостерігається і у випадку три- і чотиришарових плівок, якщо товщина попередніх шарів не змінюється.

Розрахункові результати для періодичних структур, у яких фрагментом виступає дво-, три- або чотиришарова плівка показують, що від кількості фрагментів величина КТ не залежить, у той час як при зміні товщини фрагменту КТ монотонно зменшується.

1. Одиодворець Л.В., Проценко С.И., Черноус А.Н. Тензочувствительность многослойных металлических пленок. Труды Укр. Вак. Общ.- Харьков: Укр. Вак.общ.-1996,-Т.2.-С.225-229.

ТЕНЗОДАТЧИКИ НА ОСНОВІ ПЛІВКОВИХ МАТЕРІАЛІВ

студ. Слинченко О. В., доц. Шумакова Н. І.

При експериментальних дослідженнях напруженого стану конструкцій, а також в якості перетворювачів деформацій в різних вимірювальних пристроях використовують тензорезистори. Перетворення вимірюваної деформації в зміну електричного опору відбувається в чутливому елементі внаслідок наявності тензорезистивного ефекту (здатність провідників змінювати електричний опір при деформації). При деформації електричний опір змінюється як за рахунок зміни геометричних розмірів тіла, так і за рахунок зміни питомого опору матеріалу. Аналіз, представлений в [1], показує, що опір змінюється в результаті таких факторів:

- зміни взаємодії між електронами и пружними хвилями в кристалічній решітці;
- зміни енергії Фермі, що приводить до зміни концентрації електронів;
- зміни умов розсіювання електронів на зовнішніх поверхнях плівки і на межах зерен.

Матеріал чутливого елементу повинен задовольняти ряду властивостей, співвідношення яких дозволяє використовувати тензоефект для перетворення деформації: достатній питомий опір, для того щоб забезпечить електричний опір 50 – 60 Ом при невеликих габаритних розмірах; вплив робочої температури повинен бути мінімальним. У різних вимірювальних пристроях широко використовуються тензорезистори, які виготовляються із дротів або фольги [1], хоча мають більшу ефективність плівкові тензодатчики [2].

1. Клокова Н.П. Тензорезисторы. – М.:Машин.,1990. -224с.
- 2.Проценко І.Ю., Саєнко В.А. Тонкі металеві плівки. -Суми: Вид-во СумДУ, 2002.-187с.

ЕЛЕКТРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛЕВИХ ПЛІВОК ЯК КОНСТРУКТИВНОГО МАТЕРІАЛУ ІМС

доц. Однодворець Л.В., студ. з/в Демешко А.В.

У мікроелектроніці на основі тонких металевих плівок виконують плівкові резистори; електроди і струмопроводи, монтажні провідники, контактні площадки, затвори МДН - транзисторів; підшари струмопровідних плівок, масок та ін. До матеріалів плівкових елементів пред'являють ряд вимог. Вони повинні мати високу питому провідність, високу адгезію з поверхнею підкладки, малий коефіцієнт теплового розширення. Товщина металевих плівок таких елементів $d = 200 - 1000$ нм, ширина провідників $h \sim 4 - 20$ мкм. Для виготовлення плівкових елементів ІМС застосовуються такі матеріали, як Au, Ni, Cu вакуумної плавки, Al, Mo, Pd, Ta, Os та ін (Таблиця).

Таблиця - Електрофізичні параметри металевих плівок

Матеріал плівки	Питомий опір ρ , мкОм·см	TK ρ , К ⁻¹	Питома теплопровідність C, Вт/(см·К)
Al	2,8	0,0042	2,03
Au	2,4	0,0038	2,90
Ag	1,6	0,0040	4,19
Cu	1,7	0,0043	3,88
Ni	7,3	0,0065	0,72
Cd	10,0	0,0040	0,92
Ni-Cr	100,0	0,00017	0,13
Pd	10,7	0,0038	0,70

Електрофізичні властивості і структурно-фазові особливості плівкових металевих матеріалів ІМС залежать від швидкості конденсації металу, товщини плівки та методу її отримання, матеріалу підкладки.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛІВКОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ОПТОЕЛЕКТРОННИХ ІНТЕГРАЛЬНИХ МІКРОСХЕМ

доц. Одноворець Л.В., студ. Мокренко О.А.

Інтегральна оптика - сучасний напрямок розвитку оптоелектроніки, який охоплює проблеми дослідження, конструювання, виготовлення та використання оптоелектронних приладів, фізичний принцип дії яких оснований на явищі розповсюдження світла в тонких плівках, які працюють в оптичному діапазоні електромагнітних хвиль $\Delta\lambda = 0,1 - 10$ мкм.

Елементи інтегральної оптики одержали назву оптоелектронних інтегральних мікросхем (ОЕІМС). ОЕІМС розміщують на кристалічній підкладці - "чипі", на який наносять плівки. Плівки можуть служити як пасивними елементами (хвилеводи, які перетворюють об'ємну просторову хвилю в поверхневу і передають її подібно тому, як електричні дроти переносять струм), так і активними, які самостійно генерують світло, модулюють або детектують його. Хвилевід має вигляд сендвича: підкладка/плівка/покриття (рис.1). Така конструкція має хвилеводні властивості тоді, коли показник заломлення плівки n_p є більшим, ніж показники заломлення підкладки n_1 і покриття n_2 . Матеріали всіх трьох шарів повинні мати добрі оптичні характеристики, бути механічно міцними і стійкими до зовнішніх дій.

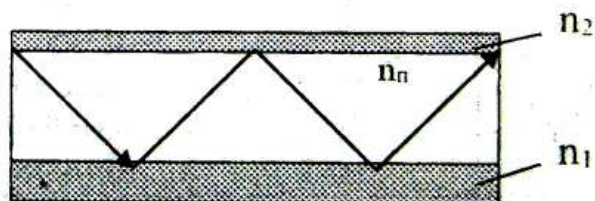


Рис.1. Схема хвилеводу

Основним матеріалом для підкладок ОЕІМС є арсенід галію (GaAs), для плівок хвилеводів - органічні матеріали, фоторезисти та скло. Дуже широко в

мікросхемах використовуються перемикачі на основі ніобату літію (LiNbO_3). Ніобат літію — унікальний кристал. Він має добрі електро- та акустооптичні властивості і характеристики. Електронні пристрої, створені на основі LiNbO_3 , використовуються для створення систем з обробки оптичної інформації..

Хвилеводи, які мають значну ширину називаються планарними. Світло в них поширюється в будь-якому напрямку. Лінійні хвилеводи виготовляють у вигляді смужок або каналів, вздовж яких розповсюджується світло. Існує декілька методів вводу світлового променя у тонкоплівковий хвилевод: фокусування променя за допомогою лінзи на край плівки; введення світлового променя за допомогою призми з показником заломлення більшим, ніж у плівки; введення світлового променя за допомогою ґратки, при якому на плівку хвилеводу накладають тонкий шар фоторезиста; введення світла через клиноподібний зріз плівки. Після того, як енергія світлової хвилі введена в хвилевід, її передають в наступний елемент. Існують декілька видів схем зв'язку хвилеводів: двох планарних через проміжний шар, двох хвилеводів за допомогою ґратки, планарних та лінійних, двох лінійних хвилеводів, хвилеводу та волокна. Для створення OEIMC необхідно виготовляти діелектричні хвилеводи з товщиною, близькою до $W_{\text{кр}} = \frac{\lambda}{4} \sqrt{2n_2 \Delta n}$ для одержання одномодового режиму, де $\Delta n = n_2 - n_1$.

Важливим кроком в розвитку інтегральної оптики з'явилося створення мініатюрних джерел і приймачів світла, модуляторів, перемикачів. Вони служать активною частиною OEIMC, здатних генерувати світло і управляти його параметрами. Всі ці елементи, не дивлячись на різні функції, можуть бути розміщені на одній підкладці з GaAs. Поки це єдиний матеріал, в якому реалізовані всі функції. На його основі створені мікромініатюрні лазери, які працюють у безперервному режимі при кімнатній

температурі і мають великий ресурс роботи. Швидкодія таких елементів $\tau = 10^{-10} - 10^{-11}$ с.

Сильний електрооптичний ефект у GaAs робить цей кристал прекрасним матеріалом для хвилеводних модуляторів. Змінюючи за допомогою модуляторів параметри світлової хвилі – фазу, амплітуду або частоту, в неї вводять певну інформацію. Перша група модуляторів – електрооптичні. Такий модулятор є хвилеводом, зверху на який накладено контакт для підключення управляючої напруги. Але хвилевод може стати модулятором лише при умові, що хоча б один із його шарів проявляє електрооптичний ефект. Також електрооптичні модулятори виготовляють на основі подвійних структур GaAs–GaAlAs. Хвилеводний шар в них з GaAs укладений між шарами GaAlAs, що мають більш низькі показники заломлення. Завдяки малій товщині хвилеводної плівки ($d = 0,1 - 20$ мкм), для управління модулятором потрібна питома потужність в $10 - 1000$ раз менша, ніж для об'ємних модуляторів. Уже зараз реалізовані хвилеводні модулятори з питомою енергією порядку $0,1$ мВт/МГц.

Як приймачі випромінювання в пристроях інтегральної оптики використовують фотодіоди. Це пояснюється не тільки їх високою фоточутливістю та швидкістю, але і з сумісністю фотодіодних структур з хвилеводними. У ближньому ІЧ діапазоні ($\Delta\lambda = 0,8 - 1,0$ мкм) зарекомендував себе кремнієвий фотодіод. Підкладкою в ньому є пластина Si, на яку наноситься скляний оптичний хвилевід. Хвилевід ізолюється від підкладки шаром SiO_2 . В області звуження хвилеводу в Si на глибині 1 мкм від поверхні формують р-п-перехід, який працює як детектор. У середньому ІЧ діапазоні хвиль застосовують фотодіоди на основі CdHgTe та PbSnTe на підкладці з PbTe, PbSnSe на підкладці з BaF_2 .

Інтегральна оптика тільки починає розвиватись. Зараз усі зусилля вчених-дослідників направлені на вирішення таких задач, як підбір нових функціональних матеріалів, розробку більш ефективних елементів, удосконалення технології їх виготовлення.

ФІЗИКО-ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ ДІЇ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ

доц. Однодворець Л.В., студ.Кучма О.І.

Електричні мережі і системи на сьогоднішній день не спроможні забезпечити необхідну пропускну здатність для великих об'ємів інформації, які необхідно передавати.

Найкращі техніко-економічні характеристики для високошвидкісної передачі інформації на значні відстані має оптичне волокно. По усьому світу за рік прокладають десятки тисяч кілометрів волоконно-оптичних кабелів. Інтенсивні дослідження в галузі волоконно-оптичних технологій ведуть крупні світові компанії, такі як «Lucent Technologies», «Corning», «Siemens», «Pirelli» та ін [1].

Протягом багатьох років звичайними засобами з'єднання електричних підсистем, включаючи інтегральні, були металеві дроти та радіолінії. Використання волоконно-оптичних ліній зв'язку(ВОЛЗ) має ряд переваг у порівнянні вищевказаними способами з'єднань (Таблиця).

Таблиця - Порівняльна характеристика інформаційної ефективності різноманітних каналів зв'язку

Система	Діапазон частот	Число каналів	V, Мбіт /с	L, км	E=VL, Мбіт/с км
Симетричний кабель	До 10^6	100	34	3	102
Коаксіальний кабель	До 10^8	1000	140	3	420
Надпровідний кабель	До 10^9	1000	140	100	14000
Оптичний кабель	$10^{13} - 10^{15}$	1000 - 10000	140 - 10000	30 - 100	200 - 10^6

Основними перевагами ВОЛЗ є: несприятливість до електромагнітних завад, захист від несанкціонованого доступу, малі втрати при передачі, велика пропускна спроможність, малі габарити, мала вартість, використання дешевих матеріалів та можливість обробки інформації в реальному масштабі часу зі швидкістю $10^{12} - 10^{15}$ операцій/с.

ВОЛЗ будуються за тими ж принципами та використовують тіж самі компоненти, що й звичайні лінії (Рис.): передавальний модуль (джерело оптичного випромінювання зі збуджувачем), середовище поширення (світловоди у вигляді кабелю) і примач (оптичний детектор і попередній підсилювач). Але зв'язок між компонентами відбувається оптичними методами.

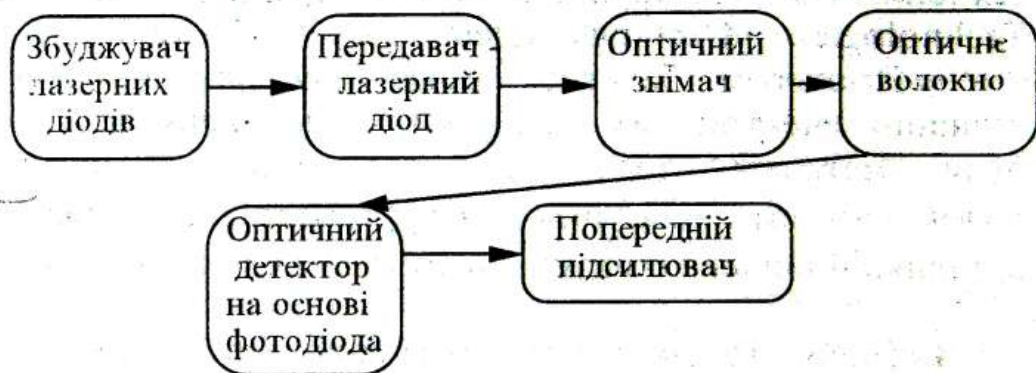


Рисунок - Компонентна схема ВОЛЗ

Ефективність ВОЛЗ визначається її пропускною здатністю, затуханням енергії, яка передається та економічністю. Пропускна здатність лінії (V, біт/с) - це максимальна швидкість передачі сигналу через цю лінію. Затухання енергії - це важливий параметр ВОЛЗ, який визначає відстань передачі сигналу. Причинами втрат є два фактори: поглинання та розсіювання світла в світловоді.

1. Кожем'яко В.П., Лисенко Г.Л., Цирульник С.М. та ін. Тенденції розвитку і рівень сучасних науково-технічних проблем в волоконно-оптичних системах зв'язку. // Вісник ВПІ. Серія: Радіоелектроніка та радіоелектронне апаратобудування - Вінниця: ВПІ, 2000, № 6. - С. 85 - 94.

ФІЗИЧНІ ТА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ МАГНІТНИХ ПЛІВКОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ МІКРОЕЛЕКТРОНІКИ

доц. Однодворець Л.В., студ. Москаленко Ю.В.

Для створення магнітних елементів у мікроелектроніці застосовують магнітні плівки товщиною $d = 0,1 - 10$ мкм, які наносяться на підкладку. Важлива властивість магнітних елементів полягає в тому, що в них процеси намагнічування, перемагнічування та розмагнічування проходять набагато швидше, ніж в елементах із звичайними осердями.

Магнітні плівки мають доменну структуру. У межах окремого домену атоми намагнічені в одному напрямку, причому по товщині магнітної плівки розміщений один шар доменів. Тому зміна доменної структури може відбуватися лише повздовж поверхні плівки. Вектор поля доменів перпендикулярний до цієї поверхні. Домени мають різні розміри, різну форму та різний напрямок вектора магнітної індукції. Якщо на магнітну плівку діє зовнішнє магнітне поле, вектор якого спрямований перпендикулярно до поверхні плівки, то домени з вектором поля того самого напрямку збільшуються у розмірах, а домени з протилежним напрямком вектора поля зменшуються і при деякому значенні напруженості зовнішнього поля перетворюються в циліндричні магнітні домени (ЦМД) (рис. 1 а,б). Діаметр ЦМД складає $D = 1 - 5$ мкм. При більш сильному магнітному полі домени зникають. Циліндричні магнітні домени можна створювати за допомогою генератора доменів у вигляді дротової петлі із струмом (рис. 1 в). Така петля з тонкої металевої плівки наноситься на поверхню основної магнітної плівки.

У запам'ятовувальних пристроях наявність ЦМД відповідає цифрі 1, а відсутність - цифрі 0. Домени - це стійкі утворення, і для запису двійкової інформації їх

можна переміщувати в будь-якому напрямку, віддаляючи від генератора доменів, щоб останній при появі на ньому нових імпульсів струму, які відповідають цифрі 1, міг створювати нові домени. Таким чином, на відміну від системи запису інформації на магнітній плівці, яка рухається в даній системі, ЦМД, які несуть інформацію, самі рухаються по нерухомій плівці.



Рисунок 1 -
 Схема утворення ЦМД [1]:
 а - домени за відсутності
 магнітного поля;
 б - ЦМД, які утворилися під
 дією зовнішнього поля;
 в - генератор доменів

Циліндричні магнітні домени знайшли застосування не тільки в запам'ятовувальних пристроях, але й у різноманітних логічних і інших елементах електронно-обчислювальної техніки.

1. Жеребцов И.П. Основы электроники. - Ленинград: Энергоатомиздат, 1989. - 242 с.

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНО-АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ У ФІЗИЧНОМУ ЕКСПЕРИМЕНТІ

магістр. Великодний Д.В., ст. викл. Проценко С.І.

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) - середовище розробки лабораторних віртуальних приборів являє собою середовище графічного програмування, яке широко використовується в науково-дослідницьких лабораторіях, освіті і промисловості як стандартний інструмент для збирання даних та керування приладами. LabVIEW дозволяє при наявності датчика і аналого-цифрового перетворювача використовувати комп'ютер для імітації вимірювальних приладів різного призначення і здійснювати обробку результатів для найбільш повного задоволення вимог дослідника. LabVIEW було застосовано нами при вивченні властивостей плівкових матеріалів.

При отриманні цих матеріалів важливо мати інформацію про товщину окремих компонентів плівкової системи. Процес визначення товщини базується на явищі зміни кристалом кварцу частоти при конденсації на нього плівки. Відпалювання плівок і вимірювання при цьому різних електрофізичних параметрів з високою частотою дискретизації іноді триває 10-12 годин. У зв'язку з цим постала задача автоматизації фізичного експерименту.

З цією метою була розроблена і виготовлена апаратна схема з'єднання комп'ютера з частотоміром Ф5035 по паралельному інтерфейсу, а потім, за аналогією з попередньою, була виготовлена схема для підключення вольтметра В7-38. Для реєстрації зміни температури використовується пристрій АРРА-109 з оптичним RS-232 інтерфейсом зв'язку. Зворотній зв'язок реалізовується схемою, яка дозволяє за допомогою сигналу з RS-232 управляти процесом конденсації та відпалювання зразків. Усі пристрої управляються за допомогою розробленої нами програми в системі LabVIEW 7.1, яка дозволяє документувати всі значення вимірюваних величин, керувати експериментом, а також інформувати користувача про хід експерименту шляхом реалізації віртуального сервера LabVIEW або інших засобів комунікації.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ С МЕТАЛЛАМИ

О.П.Кульментьева, А.И.Кульментьев*

*Институт прикладной физики НАН Украины

Экспериментальные исследования процессов облучения металлов тяжелыми ионами показали, что в результате такого взаимодействия на поверхности мишени часто возникает сильно развитый рельеф. Поэтому для создания заданных композиций в приповерхностном слое необходимо учитывать весь спектр протекающих при облучении процессов изменения структуры и состава. Одним из компонентов такого исследования может служить компьютерное моделирование. В настоящей работе на примере очень важных в технологическом отношении систем медь-платина и медь-тантал были проведены электронно-микроскопические исследования изменения морфологии поверхности медной мишени, облученной различными дозами платины и тантала, определен состав приповерхностного слоя и проведено компьютерное моделирование эти процессов.

Для изучения морфологии поверхности и проведения микроанализа использовался растровый электронный микроскоп РЭММА-102, снабженный приставками ЭДС и WDS-2.

Электронно-микроскопическое изучение морфологии поверхности медной фольги показало, что облучение ионами платины сопровождается появлением пор и неровностей: при минимальной дозе облучения 1500 мкКл/см^2 наблюдаются лишь следы проката, а концентрация пор составляет около 5 %; при максимальной дозе 18000 мкКл/см^2 поверхность напоминает "кружево", а концентрация пор достигает 36 %.

Рентгеновский энерго-дисперсионный микроанализ показал, что в результате облучения поверхностный слой насыщается платиной. При этом средняя концентрация платины при увеличении дозы облучения в указанных выше пределах изменяется от 0,016 до 2,1 вес. % соответственно. Полученные

результаты хорошо согласуются с литературными данными по обратному резерфордовскому рассеянию. Аналогичные результаты получены и на образцах меди, облученной танталом. Анализ экспериментальных результатов позволил сделать вывод о том, что при облучении меди тяжелыми ионами имеют место не только процесс ионного внедрения, но инициируется процесс распыления материала подложки, причем эти процессы частично компенсируют друг друга.

С помощью программы TRIM было проведено компьютерное моделирование процесса имплантации меди ионами Ta (181 а.м.е.) с энергией 40 кэВ. В результате моделирования был получен профиль имплантированных ионов и было определено, что средний пробег ионов тантала в меди равен 89 Å, а ширина распределения составляет 31 Å. Кроме того, был получен профиль распределения по глубине смещенных атомов. Анализ полученных результатов показал, что вблизи поверхности мишени существует отличная от нуля плотность смещенных атомов, что должно, по-видимому, приводить к существенному распылению мишени. Для проверки этого предположения в рамках программы для тех же условий эксперимента была оценена величина коэффициента распыления, которая оказалась равной $\approx 8,95$ атомов/ион. Это указывает на существенную роль распыления при облучении меди тяжелыми ионами Ta с энергиями в рассматриваемом диапазоне. Учет этого эффекта может привести к существенному изменению представленных профилей. Выполнение такого исследования может быть сделано с помощью приближений, в которых учитывается как процесс распыления, так и процесс динамического изменения ее композиционного состава.

Таким образом, совместное проведение натуральных и компьютерных экспериментов позволяет лучше понять физику процессов, протекающих при взаимодействии пучков частиц с веществом.

ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ ПЕРЕД НАНЕСЕНИЕМ ПОКРЫТИЙ

докт. Кульментьева О.П., маг. Горишняк Ю.М.

Эксплуатационные характеристики материалов с покрытиями в значительной степени зависят от качества предварительной подготовки поверхности, призванной обеспечить хорошую прочность сцепления покрытия с основой, и от технологии нанесения покрытия.

Нанесение покрытий или тонких слоев различного функционального назначения можно производить не только на металлы, сплавы и полупроводниковые пластины, но также и на самые разнообразные материалы (такие как керамика, полимерные пленки, пластмассы, стекло, резина, ткань, бумага, гипс и др.). Отметим, что здесь не идет речь о покрытиях полимерными пленками. Технология напыления на каждый из этих материалов имеет свои особенности.

При нанесении покрытий в вакууме технологический процесс подготовки поверхности заключается в ультразвуковой очистке, промывке горячей проточной и затем в холодной воде с последующей сушкой очищаемой детали в потоке горячего воздуха. Изделия электронной техники очищаются ультразвуком либо в дистиллированной воде, либо в органических растворителях. Вид технологического раствора подбирается для каждой детали индивидуально и зависит от типа подложки, вида и степени загрязнения, кавитационной прочности и химической активности подложки и загрязнения. Кроме того, ультразвуковая очистка позволяет отказаться от ручной очистки, что позволяет использовать в автоматизированном производстве. Подготовленные таким образом подложки (детали или изделия) после проведения соответствующего контроля качества очистки помещаются в рабочие объемы

вакуумных камер, где они могут дополнительно очищаться с помощью тлеющего разряда или посредством бомбардировки ионными пучками. После чего наносится соответствующее покрытие.

Кроме вакуумного существуют много других методов нанесения покрытий. Это - плазменные, газопламенные, детонационные, плазменно-детонационные и др., которые осуществляются на воздухе. Во всех этих случаях предварительная обработка поверхности основы также является важным фактором для обеспечения прочного сцепления напыленного покрытия с деталью, так как в большинстве случаев соединение напыленного покрытия с основой происходит в результате механического сцепления. Следовательно, для того чтобы напыляемые частицы, которые ударяются об основу и деформируются, прочно сцеплялись с неровностями поверхности, основа должна быть достаточно шероховатой.

Помимо механического соединения напыленного покрытия с основой возможны и другие виды соединений, например сплавление напыляемого материала с материалом основы, образование химических соединений и т.д.

Существуют следующие способы подготовки поверхности перед напылением: дробеструйный, пескоструйный, механический; напыление тонкого подслоя молибдена или хрома, обеспечивающие прочное сцепление с основой; электроискровой, при котором на поверхности остаются наваренные частицы присадочного материала; и химический.

После предварительной подготовки поверхности проводят промывку и удаление влаги, масла и других загрязнений, а также окисных пленок.

АБЛЯЦИЯ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ

докт. Кульментьева О.П., маг. Горишняк Ю.М.

В физической литературе термином абляция обозначают совокупность сложных физико-химических процессов, результатом которых является удаление вещества с поверхности или из объема твердого тела. Следуя значению латинского корня (от латинского «ablatio» – отнятие), абляцией можно назвать любую потерю. Поэтому иногда термин абляция имеет более широкое толкование, им обозначают любой процесс удаления вещества, стимулированного пучками заряженных частиц, включая удаление летучих продуктов химического травления и даже эмиссию электронов. В литературе также встречается и чрезмерно узкое толкование этого термина, когда под абляцией понимают процесс удаления вещества, обусловленный прямым разрывом химических связей под действием света (лазерная абляция). Вообще же, на наш взгляд, термин абляция имеет междисциплинарный характер. Так, например, в физике он употреблялся задолго до появления лазеров для обозначения удаления вещества в электрическом разряде, в потоке горячего газа, плазмы и др. В геологии этот термин используется для обозначения уменьшения массы ледников или снежного покрова в результате таяния и испарения.

подавляющее большинство исследователей, изучающих процессы взаимодействия ускоренных частиц с твердыми телами, под абляцией подразумевает процесс разрушения твердого вещества, аналогичный испарению или сублимации, обычно осложненный наличием конденсированной фазы в продуктах разрушения. Можно выделить три отличительные черты этого процесса:

- 1) абляция непосредственно связана с поглощением в материале подводимой энергии;
- 2) результатом абляции является формирование парогазового облака продуктов абляции;

3) абляция может протекать на воздухе, в вакууме или инертной среде.

Между тем имеются такие процессы, которые не относятся к абляции. К ним можно отнести: во-первых, процессы, связанные с механическим разрушением вещества под действием ударной волны, возбуждаемой, например, лазером в газе или жидкости; во-вторых, процессы плазменного травления вещества при оптическом пробое внешней среды (в том числе процессы химического травления, стимулированного лазерным воздействием); в-третьих, процессы механического разрушения, происходящие при непосредственном поглощении энергии в разрушаемом материале, если продукты разрушения не образуют парогазового облака. Анализ литературы и информации, размещенной в Интернете, показал, что абляция (чаще всего обусловленная воздействием лазеров на твердые тела) является основой многих современных технологий: получения пленок с особыми свойствами, получения кластеров, образование наночастиц при лазерной абляции. С помощью лазерной абляции проводят микро- и нанообработки твердых (и/или хрупких) тел таких, как сапфировые пластины, нержавеющая сталь, тантал, керамика, а также биополимеры. В стадии активного развития находится получение уже известных и синтез новых массивных и пленочных высокотемпературных сверхпроводящих (ВТСП) материалов. В зависимости от условий конденсации можно получить метастабильные аморфные конденсаты, новые сверхпроводящие модификации металлов, а также порошковые или гранулированные пленки. Кроме перечисленного понятие абляция используется во многих других отраслях современной науки: приборостроительной, электронной, компьютерной промышленности использование понятия абляция можно также встретить в медицине, астрономии, геологии.

КОНСТРУКЦИЯ И ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ ГАЗОВЫХ ДАТЧИКОВ

доц. Шумакова Н.И., студ. Швец А.В.

Ухудшение экологической обстановки и актуальность повышения безопасности производства обуславливает необходимость разработки новых приборных элементов (датчиков), способных регистрировать наличие в атмосфере примесей, концентрация которых не должна превышать предельнодопустимых значений. Для определения газовой пробы используют: термокондуктометрические (CO_2 , SO_2 , SF_6); термохимические (CO и горючие газы) и топливные (O_2) ячейки; полупроводниковые датчики (спирты, H_2S , токсичные газы).

Практический и научный интерес для создания газовых датчиков представляют пленки халькогенидных соединений $\text{A}^{\text{I}}\text{Bi}(\text{Ge})\text{C}^{\text{VI}}$, где А - элемент I группы периодической системы элементов - К, Na, С - элемент VI группы - S, Se. Они имеют аморфную структуру и высокую сорбционную способность. В таблице приведены особенности датчиков, выпускаемых известным мировым производителем приборов для газового анализа фирмой «UST Umweltsensortechnik GmbH» (Германия).

Наименование	Назначение
GGs 2000T	универсальный для идентификации горючих газов
GGs 3000T	CO , H_2 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
GGs 4000T	C_xH_y
GGs 5000T	NH_3 , NO_2 , O_3

Разнообразие сфер применения пленочных газовых датчиков обусловлено возможностью прогнозирования их свойств, низкой стоимостью при крупносерийном производстве, совместимостью технологий их изготовления с современными технологиями микроэлектроники.

ОСОБЕННОСТИ БАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ТОНКОПЛЕНОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

студ. Редько О.Н., доц. Опанасюк Н.Н.

Процесс нанесения тонких пленок в вакууме состоит в создании потока частиц, направленного в сторону обрабатываемой подложки с последующей конденсацией на нее. Таким образом, при нанесении тонких пленок одновременно протекают три основных процесса: генерация направленного потока частиц осаждаемого вещества; пролет частиц в разреженном (вакуумном) пространстве от их источника к обрабатываемой поверхности; осаждение (конденсация) частиц на поверхности с образованием тонкопленочных слоев [1].

Метод термического испарения основан на нагреве вещества в специальных испарителях до температуры, при которой начинается заметный процесс испарения, и последующей конденсации паров вещества в виде тонких пленок на обрабатываемых поверхностях, расположенных на некотором расстоянии от испарителя. Важным фактором, определяющим эксплуатационные особенности и конструкцию установок термического испарения, является способ нагрева испаряемых материалов: резистивный (омический) или электронно-лучевой.

Метод ионного распыления основан на бомбардировке мишени, изготовленной из осаждаемого материала, быстрыми частицами (обычно положительными ионами аргона). Выбитые из мишени в результате бомбардировки частицы образуют поток наносимого материала, который осаждается в виде тонкой пленки на подложках, расположенных на некотором расстоянии от мишени.

1. Закалик Л.І., Ткачук Р.А. Основи мікроелектроніки. – Тернопіль: ТДТУ ім. І. Пулюя, 1998.- 352 с.

ФІЗИЧНІ ОСНОВИ, ПРИНЦИП ДІЇ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПТОПАР

доц. *Однодворець Л.В.*, студ. *Терещенко С.М.*,
студ. *Дудецький Д.П.*

Оптрон - це напівпровідниковий прилад, в якому конструктивно об'єднані джерело та приймач випромінювання. Оптрон з одним випромінювачем та приймачем випромінювання називається оптопарою (рис. 1).

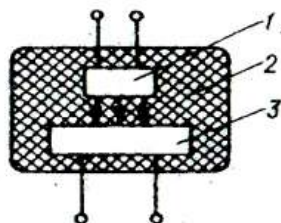


Рис.1. Будова оптопари:

- 1 - випромінювач,
- 2 - оптичний прозорий клей,
- 3 - фотоприймач

До основних переваг оптопар відносять: по-перше, відсутність електричного зв'язку між входом та виходом та зворотного зв'язку між фотоприймачем та випромінювачем (опір ізоляції між входом та виходом може досягати 10^{14} Ом); по-друге, широку смугу частот коливань, які пропускаються (до 10^{14} Гц); по-третє, можливість керування вихідними сигналами шляхом дії на оптичну частину, а також високу перешкодозахищеність оптичного каналу, його несприятливість до дії зовнішніх електромагнітних полів і можливість сумісництва оптопар з іншими напівпровідниковими та мікроелектронними приладами.

Основними недоліками є: відносно велика потужність, малий ККД, невисока температурна стабільність і радіаційна стійкість.

За конструктивно-технологічними ознаками оптопари підрозділяють на чотири групи: резисторні (фоторезистор - світлодіод), тиристорні (фототиристор - світлодіод), транзисторні (фототранзистор - світлодіод) та

діодні (фотодіод - світлодіод). За функціональними ознаками: інформаційні (для високошвидкісної передачі цифрової інформації), управляючі (для безконтактного управління високопотужними колами), лінійні (для передачі аналогових сигналів без спотворення) та енергетичні (діодні оптрони, що виступають як ізольовані сторінні джерела живлення).

Як приклад розглянемо схему (рис. 2) для визначення параметрів та дослідження характеристик резисторної оптопари. Запропонована нами схема впроваджена в лабораторний практикум з курсу «Основи оптоелектроніки» для студентів спеціальності «Електронні прилади та пристрої».

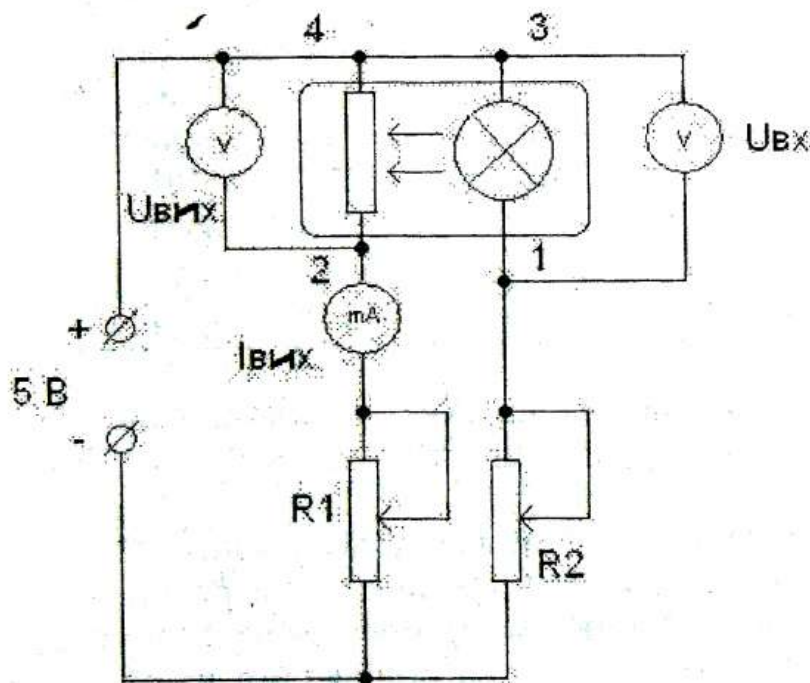


Рис.2. Схема для дослідження характеристик резисторної оптопари

Досліджені вольт-амперна і передаточна (залежність вихідного опору від вхідного струму) характеристики резисторної оптопари (таблиця).

Таблиця.

Експериментальні дані для характеристик резисторної оптопари

$U_{вх.}, В$	$U_{вих.}, В$	$I_{вих.}, мА$
1,0	5,0	0,0018
	4,5	0,0017
	4,0	0,0015
	3,5	0,0014
1,5	5,0	0,37
	4,5	0,32
	4,0	0,28
	3,5	0,24
3,0	5,0	8,27
	4,5	6,50
	4,0	4,90
	3,5	3,26
4,5	5,0	8,62
	4,5	6,29
	4,0	4,04
	3,5	1,90

Аналогічні розробки запропоновані також для дослідження характеристик діодної та тиристорної оптопар.

Оптопари як елементи різноманітних електронних пристроїв та оптоелектронних інтегральних мікросхем застосовують для автоматичного регулювання підсилення, керування безконтактними поділячами напруги, модуляції сигналів, для формування імпульсів, керування потужними тиристорами та різноманітними пристроями з потужними навантаженнями, для передачі сигналів між блоками складної радіоелектронної апаратури та керування роботою інтегральних мікросхем.

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОСВІЧУЮЧОЇ ЕЛЕКТРОННОЇ МІКРОСКОПІЇ У РІЗНИХ СФЕРАХ НАУКИ І ТЕХНІКИ

Студ. Кузнецов В.М., доц. Шумакова Н.І.

Просвічуюча електронна мікроскопія - історично перший вид електронно-мікроскопічних досліджень. Перший лабораторний ПЕМ спроектовано та створено двома німецькими інженерами Руской та Кнолем у 1931 році, перший промисловий мікроскоп виготовлено у 1939 році німецькою фірмою "Сіменс".

Дуже актуальним застосуванням ПЕМ є підготовка студентів та спеціалістів, саме тому ВАТ "Selmi" в кінці 2004 року почало виготовлення першого в Україні спеціалізованого мікроскопа для навчання спеціалістів середніх та вищих навчальних закладів ПЕМ 100-01. Ще одна сфера застосування цього мікроскопа – медична галузь. Цей прилад було розроблено на базі ПЕМ-125К, але з більш простою системою керування, в який використовується ЕОМ [1].

Сфери застосування ПЕМ дуже широкі, зокрема в геології. В цій галузі прилад застосовується для вивчення мікроструктури та мінерального складу глинистих порід, де застосування інших ЕМ є недоцільним. Використання ПЕМ дозволило виявити точний склад порід цього типу та їх генезис, властивості цих порід, пріоритети їх застосування. Це дозволяє робити точні прогнози щодо змінення властивостей порід під дією різних впливів.

Наступним застосуванням ПЕМ є найсучасніші дослідження в галузі створення напівпровідникових лазерів на базі гетероструктур GaN з квантовими точками InGaN [2]. Ці лазери випромінюють в ультрафіолетовому діапазоні, та є дуже перспективними для створення

оптичних пристроїв зберігання та запису інформації. Для отримання таких структур необхідно вирішити ряд проблем:

- висока щільність дефектів;
- відсутність придатних площин сколу для створення зеркал лазерів;
- високий опір в шарах GaN.

Саме застосуванню ПЕМ для отримання знімків високої роздільної здатності (та їх математична обробка) дозволило встановити можливість використання таких лазерів навіть при температурі $T=300\text{K}$.

Але найбільш широко ПЕМ застосовується для вивчення тонких плівок. Наприклад, при вивченні плівки TaSi_2 , нанесеної на монокристалічний шар кремнію магнетронним розпиленням зі швидкістю 1 nm/s у вакуумі 10^{-4} Pa , було встановлено, що основним при її формуванні є температура підкладки. Цей висновок було зроблено після аналізу групи досліджень з різними температурами підкладки та відпалювання. Саме при збільшенні температури з 673 K до 873 K вдалося запобігти створенню проміжного аморфного шару між основним шаром плівки та підкладкою. При температурі підкладки 873 K та відпалюванні при температурі 1273 K вдалося досягнути потрібних властивостей. Ці плівки знайшли застосування у мікроелектроніці.

1. danp.sinp.msu.ru – Конспект лекцій по електронній мікроскопії.
2. Крестников И.Л., Сахаров А.В., Лундин В.В. и др. Лазерная генерация в вертикальном направлении в структурах GaN с квантовыми точками InGaN // Физика и техника полупроводников. – 2000. – Т.34, вып. 4. – С. 496-503.

КЛАССИФИКАТОР НАГРУЗКИ

К.т.н., доц. Муриков Д.В., к.т.н., доц. Василега П.А.

При работе агрегатов, например горных машин, на надежность и долговечность работы как отдельных узлов, так и всего агрегата в целом влияет не только уровень нагрузки и количество переходов в соответствующий уровень, но и частота переходов в этот уровень, т.е. интенсивность нагрузки, и особенно нагрузки, значительно превышающей номинальный режим работы, так как высокая интенсивность перегрузок может быстро вывести агрегат из строя [1].

Данный классификатор нагрузки позволяет определить интенсивность нагрузки в каждом классе, но не дает полной информации о динамике процесса и тем самым не позволяет защитить агрегат от аварийного режима.

Для расширения функциональных возможностей в классификаторе нагрузки каждый класс режима, превышающий номинальный, снабжен интегрирующим блоком с инерционным звеном регулируемой величины, индикатором, пороговым устройством и реле аварийной сигнализации, причем, к выходу интегрирующего блока подключен индикатор, параллельно которому через пороговое устройство включено реле аварийной сигнализации.

Снабжение классификатора нагрузки интегрирующим блоком с инерционным звеном позволяет накапливать сигналы определенного класса, характеризующие уровень нагрузки агрегата или его узла. На рисунке 1 представлена схема классификатора нагрузки.

Выход датчик 1 нагрузки подключен к пороговым классификационным устройствам 2 в каждом классе, вы-

ЗАЧЕРНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ С ПОМОЩЬЮ ИМПУЛЬСНОГО ПЛАЗМЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

К.ф.-м.н., ст. преп. Ильяшенко М.В.,
студ. Нора И.Н., студ. Воропай В.В.

Усовершенствование установок по использованию Солнечной энергии требует создание покрытий для теплообменников с высоким коэффициентом поглощения. При этом покрытие также должно удовлетворять таким требованиям:

- высокая адгезия между покрытием и подложкой;
- одинаковые коэффициенты термического расширения для покрытия и подложки;
- стабильность свойств в широком температурном диапазоне;
- низкая стоимость покрытия;
- простота и экологичность технологии нанесения и утилизации;
- высокая теплопроводность материала покрытия;
- коррозионная стойкость покрытия.

Оказывается, что подобного эффекта можно достичь при воздействии импульсной плазмы непосредственно на материал теплообменника. В результате такого воздействия очень существенно развивается поверхность (за счёт микрошероховатости) и в результате коэффициент поглощения резко увеличивается, превышая 98 % (практически «Чёрное тело»!).

В результате такого подхода удаётся избежать трудностей с низкой адгезией и разными свойствами покрытия и основы. Также обеспечивается идеальный тепловой контакт. Простота и дешевизна данной технологии также свидетельствует в пользу её перспективности.

ход которых через усилители мощности 3 поступают на счетчики 4 времени, счетчики 5 – сила переходов и через конденсатор 6 на интегрирующий блок 7, который включает сопротивление 8, конденсатор 9, инерционное звено 10 – регулируемое сопротивление.

На выход интегрирующего блока 7 подключен индикатор 11 для визуального наблюдения величины интенсивности нагрузки, а через пороговое устройство 12, например, динистор, включено реле 13 аварийной сигнализации.

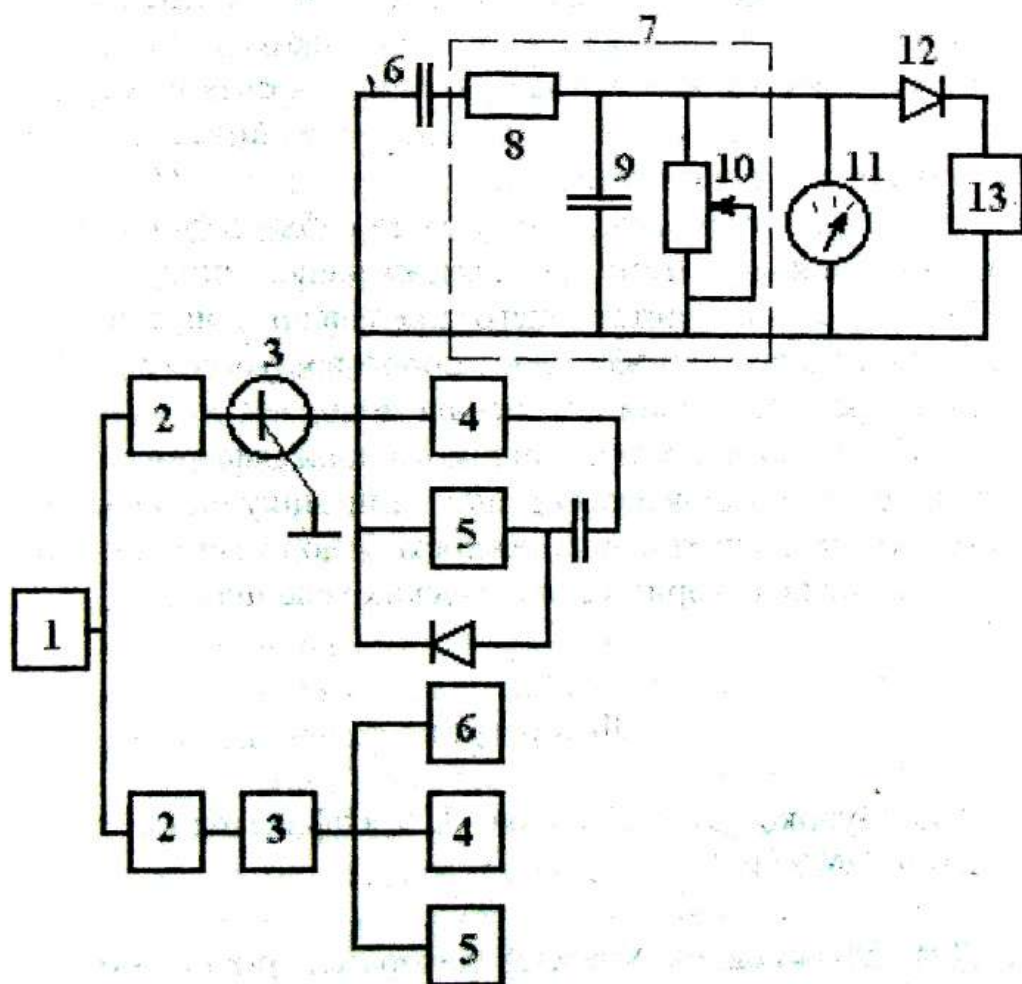


Рисунок 1 – Схема классификатора нагрузки

Устройство работает следующим образом. При срабатывании квалификационного порогового устройства 2 на его выходе появляется сигнал, который усиливается усилителем 3 и идет на счетчики 4 времени и счетчики 5 числа переходов одновременно с усилителем 3 сигнал поступает через конденсатор 6 и сопротивление 8 на конденсатор 9 и заряжает его некоторую величину.

Одновременно конденсатор 9 разряжается через сопротивление 10. Скорость разряда конденсатора 9 регулируется изменением величины сопротивления 10.

В зависимости от частоты поступления сигналов и величины разрядного тока на конденсаторе 9 устанавливается определенный уровень напряжения, характеризующий интенсивность поступления сигналов, т.е. интенсивность нагрузки определенного класса.

Его величину можно визуальнo наблюдать на показывающем приборе. При достижении напряжения на конденсаторе 9, соответствующего предельно допустимому для данного класса, срабатывает пороговое устройство 12 и включает реле 13 аварийной сигнализации.

Использование предлагаемого классификатора нагрузки позволяет более точно знать динамику нагрузки агрегата, что повышает его надежность и долговечность при работе в сложных горно-геологических условиях.

Литература

1. Д.В. Муриков, В.И. Горохов - Классификатор нагрузки, авт. св. №354295.
2. Д.В. Муриков - Классификатор нагрузки, авт. св. №1030673.

СПЕКТРАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ РЕЗОНАНСНЫХ ПИКОВ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

К.т.н., д-р. Пузько И.Д., студ. Дзюба А.А.

В связи с расширением практики использования систем автоматизированного проектирования для разработки машин и конструкций актуальным вопросом является выявление и формирование регрессионных зависимостей между техническими параметрами объектов. Такие зависимости описаны нами спектральными методами.

В нашей работе приведены и проанализированы новые спектральные частотно-скоростной, амплитудно-скоростной и фазо-скоростной методы параметрической идентификации резонансных пиков колебательных систем с конечным числом степеней свободы. Получены спектры частот, амплитуд и фаз максимумов огибающих полуразмахов колебаний динамических резонансных пиков, соответствующих скоростям сканирования частоты сигнала, возбуждающего колебательную систему.

Предполагается, что решена задача декомпозиции многомассовой колебательной системы с конечным числом степеней свободы.

Показано, что применение конечных интегральных преобразований приводит к формированию в конечном итоге регрессионных зависимостей для резонансных частот и амплитудных значений полуразмахов колебаний на этих частотах динамических резонансных пиков амплитудно-частотных характеристик. Применение классического метода наименьших квадратов реша-

ет задачу оценки параметров полученных регрессионных зависимостей.

Проведено компьютерное моделирование математической модели в форме линейного неоднородного дифференциального уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами. Проведен анализ и решена задача параметрической идентификации слабодемпфированной колебательной системы.

Моделировались режимы развертки частот как в сторону возрастания, так и в сторону убывания при изменении скорости развертки в диапазоне $(1 - 1000) \text{ с}^{-1}$.

Получены зависимости оценок значений резонансной частоты от числа опытов, а также зависимости значений частот максимумов огибающих полуразмахов колебаний динамических резонансных пиков от скоростей развертки частот.

Численные значения оценок резонансной частоты, полученных при моделировании спектральным методом, с достаточной для практического использования точностью подтверждают возможность применения спектрально-скоростного метода параметрической идентификации резонансных пиков слабодемпфированных колебательных систем.

Проведено также компьютерное моделирование математической модели в форме нелинейного неоднородного дифференциального уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами. Решена задача структурной идентификации колебательных систем такого класса.

Получена оценка максимальной скорости сканирования частоты, при реализации которой не решается задача структурной идентификации.

ГИБРИДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Асс. Червякова Л.П.,
к.ф.-м.н., ст. преп Ильяшенко М.В.,
студ. Горяева Ю.А., студ. Крамар Т.В.

Одной из самых острых проблем современности является переход к альтернативным источникам энергии. К этому подталкивает как рост цен на энергоносители, так и необходимость соблюдать Киотский протокол.

В этой связи очень перспективной является технология использования солнечной энергии. Однако для её массового применения необходимо существенно понизить удельную стоимость кВт•часа, понизить материалоемкость и повысить к.п.д. преобразования солнечной энергии в другие полезные виды энергии.

Сейчас наибольшее распространение получили две схемы превращения солнечной энергии в электрическую. В первой процесс преобразования выполняется с помощью солнечных батарей.

Её достоинствами является простота, непосредственность преобразования без промежуточных звеньев, отсутствие движущихся частей, надёжность и большой срок службы энергетических установок, а недостатками являются высокая стоимость и низкий к.п.д. преобразования.

Во второй солнечная энергия собирается различного рода концентраторами и затем преобразуется в тепловую энергию, а уже затем в электричество. Несмотря на более длинную цепочку преобразования, к.п.д. у данного процесса выше. В то же время стоимость кВт•часа также велика, повышается сложность и стоимость оборудования. Очень важно и то, что удельные показатели для подобных установок падают с понижением мощности.

Анализ работы обеих схем преобразования солнечной энергии показывает, что наилучшими перспективами будет обладать гибридная технология. Предполагается, что в ней солнечное излучение с помощью различных концентраторов будет направляться на солнечные батареи с водяным охлаждением.

Применение подобной схемы позволит значительно снизить материалоёмкость установок и снизить стоимость кВт•часа до уровня, сопоставимого со стоимостью кВт•часа, вырабатываемого на тепловых электростанциях.

Данная технология обладает всеми достоинствами первой схемы. К её проблемам следует отнести опасность перегрева. При достижении полупроводниковыми материалами солнечной батареи некоторой критической температуры, будет наблюдаться необратимая деградация её структуры. Поэтому к системе охлаждения, равно как и к системе слежения за Солнцем, предъявляются очень жёсткие требования.

Остроту проблеме перегрева добавляет тот факт, что использование солнечных батарей с концентраторами солнечной энергии тем выгоднее использования простых солнечных батарей, чем выше кратность потоков излучения в первом и во втором случае.

Однако современной промышленностью созданы (для космических аппаратов, которые во время полёта сильно приближаются к Солнцу) образцы Солнечных батарей, которые выдерживают значительный нагрев. Общий же коэффициент полезного действия установки может быть очень существенно повышен за счёт использования горячей воды из системы охлаждения. Горячая вода может использоваться либо для выработки электроэнергии (бинарный цикл), либо (что более перспективно) непосредственно для бытовых и технологических нужд.

ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОПОРИСТЫХ ОКСИДНЫХ КЕРАМИК С ПОМОЩЬЮ ИМПУЛЬСНО- ПЛАЗМЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

К.ф.-м.н., ст. преп. Ильяшенко М.В., студ. Нора И. Н.

Керамика один из древнейших материалов, используемых человеком. Ещё несколько тысячелетий назад народы Ближнего Востока заметили, что напитки в сосудах из специально обработанной глины являются холодными в самый жаркий день (как свидетельствуют студенты из Иордании—такие кувшины применяются и поныне). Эффект охлаждения вызван интенсивным испарением жидкости с очень развитой поверхности сосуда.

Согласно [1] свойства покрытий из оксида алюминия в значительной степени определяются их фазовым составом. Существует 2^е стабильные и большое количество переходных фаз. α -фаза (корунд) имеет плотность порядка $3,98 \text{ г/см}^3$ и стабильна вплоть до температуры плавления. γ -фаза имеет микротвёрдость почти в два раза меньшую, плотность $3,2 \text{ г/см}^3$ и при температуре, превышающей $950\text{-}1200^\circ \text{C}$ претерпевает необратимый γ - α переход.

Поскольку энергия зародышеобразования меньше у γ -фазы, то из расплавленного состояния первоначально выделяется именно она. Если затем происходит быстрое охлаждение, то в покрытии фиксируется фазовый состав сочень большим содержанием γ -фазы.

Если в дальнейшем покрытие с таким фазовым составом подвергается импульсному нагреву и механическим нагрузкам, то в результате γ - α превращения (с объёмным эффектом $-14,3 \%$!) происходит интенсивное выделение пустот и формируется высокопористое покрытие с очень развитой внутренней поверхностью.

В результате таких превращений существенно снижается адгезия, увеличивается шероховатость, снижается

прочность и коррозионная стойкость[2]. Поскольку данные процессы почти всегда присутствуют при импульсно-плазменном нанесении керамических покрытий, то зачастую это приводит к невозможности использовать такие покрытия для модификации свойств деталей и инструментов.

Но если высокая пористость керамики приводит к деградации механических свойств, и при плазменном нанесении покрытий принимаются специальные меры по её уменьшению, то для термоизоляции она благоприятный фактор.

Поэтому данные покрытия, нанесённые в определённом диапазоне параметров (совершенно бесполезно при тех же параметрах наносить износостойкие покрытия!), могут использоваться как теплоизолирующие. Другое направление использования высокопористых керамик, связанное с их очень большой удельной поверхностью—радиационный катализ. Импульсно-плазменная технология для этих целей наиболее удобна ввиду своей простоты, дешевизны и очень низких удельных затрат электроэнергии.

Литература.

1. Погребняк А.Д., Тюрин Ю.Н., Иванов Ю.Ф., Кобзев А.П., Кульментьева О.П., Ильяшенко М.В. Получение и исследование структуры и свойств плазменно-детонационных покрытий из Al_2O_3 // Письма в ЖТФ.- 2000.- Т.26, вып. 21.- С. 53-60.
2. Pogrebnyak Alexander D., P`ashenko Maxim, Kulment`eva Olga P., Kshnjakin Vladimir S., Kobzev Alexander P., Tyurin Yurii N., Kolisnichenko Oleg. Structure and properties of Al_2O_3 and $Al_2O_3+Cr_2O_3$ coatings deposited to steel 3 (0.3 wt%C) substrate using pulsed detonation technology // Vacuum.-2001.- V. 62.- P. 21-26.

О РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Асс. В.С. Ноздренков, студ. Криловецкий О.А.,
студ. Чепурной А.А.

Нахождение оптимального размещения подстанций на территории промышленного предприятия (плане цеха) является одной из важнейших задач при построении рациональной системы электроснабжения.

Размещение всех подстанций должно удовлетворять минимуму приведённых затрат на систему электроснабжения:

$$Z = \sum Z_i \rightarrow \min \quad (1)$$

Выбор места расположения подстанций промышленных предприятий определяется множеством факторов: назначением подстанции (понижительная, распределительная), величиной, характером и размещением электрических нагрузок на плане проектируемого объекта, условием окружающей среды и требованиями розы ветров (для открыто расположенных подстанций), развитием промышленных предприятий, технологическими и транспортными ограничениями и др. Общим же при выборе места расположения трансформаторных и преобразовательных подстанций всех мощностей и напряжений является необходимость расположения подстанций как можно ближе к центру питаемых ими групп нагрузок. Отсутствие от этого правила приводит к увеличению расхода проводов и кабелей, к росту потерь электроэнергии.

В настоящее время в связи с увеличением производительности современных ЭВМ решение данной задачи можно выполнить на новом качественном уровне.

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

К.т.н., доц. Лебединский И.Л.,
Студ. Лазаренко А.Л., студ Закорко Е.В.

Первичным средством учетом электроэнергии являются индукционные счетчики электрической энергии, измеряющие суммарный расход электрической энергии. Однако эти счетчики не позволяют оперативно контролировать другие параметры электропотребления, в частности — максимальную скользящую среднюю 30-минутную мощность в часы максимума нагрузки энергосистемы, расход электроэнергии по зонам суток и т.п.

Такие функции может предоставить электронный счетчик электроэнергии, например счетчик ALFA фирмы АВВ или счетчик 7E.62/63 фирмы SIEMENS. Кроме всего прочего, эти счетчики могут хранить информацию в течение заданного промежутка времени, например, за текущий и предыдущий расчетный периоды.

Однако даже применение наиболее современных электронных счетчиков не позволяет решить проблему контроля электропотребления в комплексе. Так, с помощью одних электросчетчиков невозможно контролировать совмещенный максимум нагрузки предприятия, питающегося по нескольким вводам. Эту и многие другие сервисные функции пользователю предоставляют автоматизированные системы контроля энергоиспользования.

Акционерная компания «ИНЭТ» предлагает потенциальным пользователям одно из базовых средств построения таких систем СИНЭТ-1. Системы СИНЭТ-1 открывает семейство Систем Информационных Энергосберегающих Технологий, и предназначенных для информационного сопровождения задач управления энергоиспользованием.

Акционерная компания «ИНЭТ» поставила себе задачу создать систему, удовлетворяющую пользователей всех звеньев выработки (электрические станции), распределения (электрические сети), и использование (потребители) электрической энергии. Новая система должна была обладать высокой надежностью и развитым современным интерфейсом, а также обеспечивать возможность перспективного развития с сохранением механизма наследования.

Высокая надежность, широкий климатический диапазон применения базовых модулей, совместно с передовыми программными технологиями позволяют использовать системы СИНЭТ для решения широкого спектра задач, направленных на экономию энергетических ресурсов. Развитый интерфейс и РС-совместимость предоставляют СИНЭТ возможность легко интегрироваться в действующие информационные сети и системы.

Система СИНЭТ-1 предназначена для создания комплексов локального учета и построения распределенных автоматизированных систем контроля энергоиспользования. В функции комплекса локального учета входит сбор и обработка информации о потоках энергии с ограниченного числа точек учета, расчет и хранение параметров потоков энергии за расчетные периоды и отображение информации о параметрах потоков энергии на информационное табло и (или) терминалом пункте оператора (ТНО).

Один комплекс локального учета на базе СИНЭТ-1 охватывает до 128 точек учета, удаленных от системы на расстояние до 3 км. Под точкой учета понимается опорный счетчик электроэнергии с встроенным устройством преобразования импульсов, установленный на объекте и подключенный к СИНЭТ-1. В качестве расчетных периодов в СИНЭТ-1 выбраны календарный месяц и календарный квартал. Кроме этого система формирует и хранит параметры потоков энергии за календарные сутки.

РОЗВИТОК ЕНЕРГЕТИКИ В СУМСЬКІЙ ОБЛАСТІ

К.т.н., доц. Лебединський І.Л.,
студ. Рябченко І.В.

Історичний шлях розвитку Сумщини нерозривно пов'язаний з подіями далекого минулого. На початку XVIII ст. місто почало швидко забудовуватись, розвивалась промисловість і виникла проблема пошуку нових, економічних джерел енергії.

Перша міська електростанція (2 парові машини фірми "Вольф" потужністю 120кВт) в м.Суми була введена в роботу у 1902р. Було встановлено 200 ліхтарів і освітлено 40 будинків. У 1903р. електро-станцію було побудовано в Охтирці. У Глухові, Шостці, Ромнах та інших містах області електростанції з'явилися у 1912–1914рр.

У 1930р. була створена організація "Суменерго", що займалася розвитком електромереж і електрифікацією міста.

У роки Великої Вітчизняної енергетика області знаходилася у скрутному становищі, а за час окупації була повністю зруйнована.

Але вже у 1946 р. на Сумській міській електростанції замість газогенераторної локомотивної установки, що працювала на дровах, був уведений в роботу німецький дизель-генератор потужністю 220 кВт. А в 1948р. показники перевищили довоєнний рівень.

З 1959р. у Сум. обл. почалося проектування ВЛ та ПС. Першим був виконаний проект ЛЕП 330 кВ Зміїв ГРЭС – Суми і ПС 330/110/35/6 кВ №40. У 60-70рр. енергетика області розвивалася досить швидкими темпами: будувались підстанції в різних районах, ЛЕП, вводились у

роботу автотрансформатори, вдосконалювався технічний склад підприємства, розгалужувалась структура розподільчих мереж.

У 70рр. почалася реорганізація підприємства: до підприємства високовольтних мереж приєдналося підприємство міських електромереж, у 1978р. були створені Сумське центральне, Південне та Шост-кінське підприємства електромереж, 01.07.1995р. – ДАЕК “Сумиобленерго”, а 01.10.1998р. – ВАТ “Сумиобленерго”.

У процесі розвитку, структура організації неодноразово вдосконалювалась і ускладнювалась (змінювались вимоги до технічної документації, переобладнувались диспетчерські пункти та виробничі приміщення, розширювалась технічна база обладнання і т.п.).

Важкими видалися перші роки роботи у незалежній Україні, проте енергетика області продовжувала розвиватись.

В останні кілька років було виконано значні обсяги робіт по реконструкції об'єктів із завищеними технологічними втратами, у 2000 р. службою інформаційних технологій створена програма “Пофідерний аналіз” для відслідковування втрат на фідерах 6-10 кВ, програма автоматизованої системи обліку, створено відділи енергозбуту, службу інформаційних технологій, у 2001р. була збудована перша черга електростанції з газотурбінною установкою потужністю 16 мВт, а в 2003р. – парогазовою уст. потужністю 22 мВт.

Сьогодні енергетика області займає гідне місце на державному рівні, продовжує активно розвиватись, урізноманітнюватись і вдосконалюватись.

ОПИСАНИЕ БИЛЛИНГОВОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РАСЧЁТОВ С ЮРИДИЧЕСКИМИ ЛИЦАМИ ЗА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ

Асс. Никифоров Н.А., студ. Коваленко А.Д.

Проблема расчёта потребителей электрической энергии с её поставщиками является одной из определяющих для дальнейшего развития отрасли. Одним из самых эффективных способов её решения является создание соответствующего программного обеспечения (а для потребителей—проблема грамотного его использования).

Программный комплекс «Биллинговая система для расчетов с юридическими лицами» обладает полным набором функций для решения задачи расчетов с потребителями электрической энергии.

Расчеты с юридическими лицами производятся в соответствии с требованиями следующих правил и методик:

1. Правила пользования электрической энергией. Методика вычисления количества электрической энергии, недоучтенной вследствие нарушений потребителями «Правил пользования электрической энергией».
2. Методика вычисления количества электрической энергии, недоучтенной вследствие нарушений потребителями «Правил пользования электрической энергией».
3. Методика расчета потерь электроэнергии в электрических сетях.
4. Методика вычисления оплаты за перетоки реактивной энергии.
5. Способность адаптации к требованиям иных нормативных документов по работе с юридическими лицами. Имеется гибкая система работы с финансовыми документами, позволяющая определять задолженность за любой период и проводить списание долгов. Производится работа с налоговыми накладными.

ОПИСАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «СПРУТ» ПО РАСЧЁТУ С ПРОМЫШЛЕННЫМИ И БЫТОВЫМИ ПОТРЕБИТЕЛЯМИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Асс. Никифоров Н.А., студ. Григорьев А.Н.

Измерительно-вычислительный комплекс "Спрут" предназначен для автоматизированного учета и контроля за потреблением (выработкой) основных энергоносителей (электрическая энергия, вода, пар, газы, тепло) на промышленных предприятиях, электрических и тепловых станциях, объектах энергоснабжения.

ИВК "Спрут" выполняет преобразование сигналов датчиков в информацию о потреблении энергоресурсов с привязкой ко времени, структурным и функциональным подразделениям предприятия, производит долговременное хранение информации и обеспечивает удобный и оперативный доступ к ней, в том числе и в диспетчерском режиме.

Учёт электроэнергии в ИВК "Спрут" производится с помощью первичных измерительных преобразователей (счётчиков, датчиков). При этом технические средства ИВК "Спрут" и каналы связи объединяются согласно общей технологии комплексирования ИВК "Спрут".

Комплекс технических средств состоит из следующих устройств:

- Многофункциональный автоматический регистратор МАВР102.М;
- Многоканальное устройство связи Е100;
- Адаптер унифицированных токовых сигналов Е403;
- Адаптер телеметрических сигналов Е402;
- Адаптер термопреобразователя сопротивления Е401;
- Модуль образцового времени Е303;
- Модуль телеуправления Е600.

ПУТИ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

Асс. Никифоров Н.А., студ. Чалый В.Н.

Вопросы энергопотребления являются для Украины сложнейшим клубком трудноразрешимых проблем. Поэтому энергосбережение следует считать важнейшим направлением экономической и экологической политики государства.

Очень важным для конкурентоспособности как конкретной продукции, так и страны в целом, является энергоёмкость.

По количеству потребляемой энергии Украина занимает «почетное» 5-6-е место в мире однако по объемам производимого ВВП на душу населения находится лишь в хвосте первой сотни стран.

Существует 6-ть основных принципиальных путей энергосбережения:

- а) уменьшение энергоёмкости за счет модернизации технологий;
- б) утилизация «энергоёмких» отходов;
- в) внедрение экологически чистых источников энергии;
- г) перевод автотранспорта на газовые и электрические двигатели;
- д) внедрение компьютерных, телекоммуникационных, биогенных технологий в украинскую экономику.

Рассмотрим их вкратце.

В ближайшем будущем для уменьшения энергоёмкости коренной модернизации и замене необходимо подвергнуть:

- а) котлы и сети коммунальных котельных;
- б) угольные котлы ТЭС и котельных;

Также необходимо внедрять новые электротехнологии.

Утилизация отходов:

- а) угольные шахты;
- б) угольная и коксовая мелочь, штыб;
- г) угольная пыль;
- д) бурые угли, торфы;
- е) нефтешламы;
- э) древесные отходы;
- ж) утилизация газов.

Утилизация вышеперечисленных отходов хотя и связана с трудностями улавливания, сбора и сжигания низкокалорийного топлива, но обещает экономию до 25 % от современного уровня потребления топлива.

Альтернативная энергия.

Очень перспективно использовать в ближайшем будущем:

- а) ветроэнергетику;
- б) солнцезнергетику;
- в) геотерознергетику;
- г) другие источники энергии.

Автомобильный транспорт.

Огромный отрицательный «вклад» в состояние атмосферы вносит автотранспорт. На его долю в промышленных регионах приходится 50% всех вредных выбросов в атмосферу, а в непромышленных до 75-90%; при этом половина этих выбросов составляет оксид углерода. Поэтому его необходимо перевести автотранспорт на газ и электрическую тягу.

«Интеллектуальные» технологии.»

Применение интернетовских, телекоммуникационных и др. технологий способствует существенной экономии энергоресурсов и созданию качественно новой, «информационной» экономики.

НЕТРАДИЦИОННЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

К.т.н., доц. Лебединский И.Л.,
студ. Сай Д.А., студ. Кухарков А.С.

На территории бывшего СССР единственным производителем ветроустановок было НПО "Ветроэн" (г. Истра, Московской области), где производился малосерийный выпуск ветроустановок (ВЭУ) малой мощности (2-4 кВт). Целенаправленное развитие ветроэнергетики началось в 80-х годах. В 1981 г. Госкомитетом СССР по науке и технике АН СССР была принята общесоюзная научно-техническая программа по развитию возобновляемых нетрадиционных источников энергии (ВНИЭ), а в 1987 году принято постановление Совета Министров СССР, посвященное ветроэнергетике.

Минэнерго СССР было принято решение о строительстве в Украине Восточно-Крымской ВЭС мощностью 12,5 МВт. В Украине в 80-е годы развитию ветроэнергетики уделялось мало внимания. Это объяснялось, прежде всего, тем, что в условиях СССР вся инициатива в этом вопросе исходила от Минэнерго СССР, имеющего в своем распоряжении политические и экономические рычаги воздействия. Тем не менее, в конце 70-х годов было создано несколько опытных образцов ВЭУ мощностью от 0,2 до 20 кВт в Киевском политехническом институте и Институте электродинамики НАН Украины.

С 1992 года началось строительство Акташской, Черноморской, Аджигольской ветроэлектростанций (ВЭС). Разработкой, производством и внедрением целенаправленно занималось КБ "Южное", где была разработана ВЭУ мощностью 200 кВт, АВЭ-250С. На научно -

производственном объединении (НПО) "Южное" было изготовлено 24 ВЭУ АВЭ-250С. Кроме того, в 1993 году начата реализация проекта строительства Донузлавской ВЭС на базе лицензионной ВЭУ USW-56/100 мощностью 107 кВт.

В это же время разработкой и производством ВЭУ занялись частные компании. Так, в 1994-1995 г.г. усилиями финансово-промышленной группы "Атика" г. Киев были разработаны и подготовлены к производству ВЭУ мощностью 5, 30, 45 кВт. В настоящее время правопреемником является компания "Ветромаш" г.Днепропетровск. Так же в г. Днепропетровске компания "ЭСО" разработала ВЭУ мощностью 20 и 420 кВт с вертикальной осью вращения. В настоящее время эти установки находятся в г. Евпатории, работают в экспериментальном режиме.

В соответствии с "Комплексной программой строительства ВЭС в Украине до 2010 года" предполагается несколько сценариев роста ветроэнергетических мощностей в зависимости от полноты финансирования:

Полный ввод запланированных мощностей 1950 МВт возможен при 100 % финансировании, предусмотренном Комплексной Программой строительства ВЭС в Украине до 2010 года (сценарий 1).

Частичный ввод запланированных мощностей 32,2 %. Возможен при условии использования средств, одержанных лишь в виде отчислений в размере 0,75% от стоимости товарной продукции производства электроэнергии в Украине (сценарий 2).

На рис.1,2 изображена динамика роста мощностей ВЭС по второму сценарию, а также динамика роста мощностей автономных и механических ветроэнергетических установок. Данные графики представлены институтом электродинамики национальной академии наук Украины.

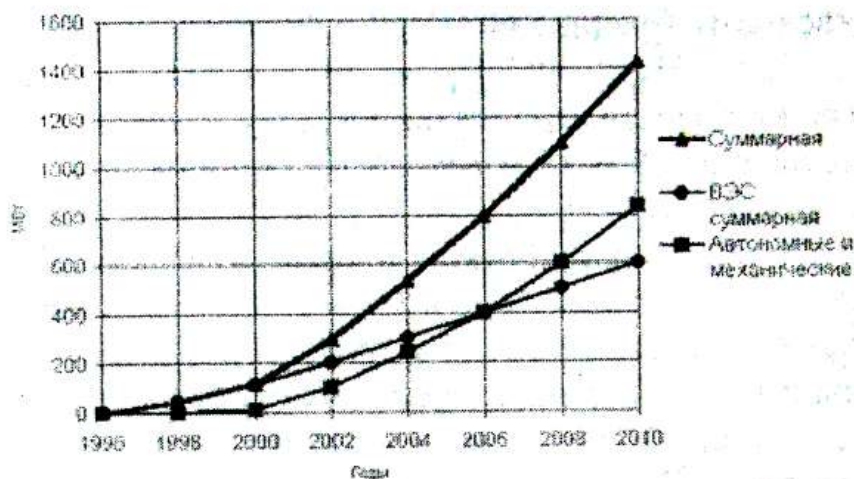


Рис.1. Установленная мощность ветроэнергетических установок в Украине.

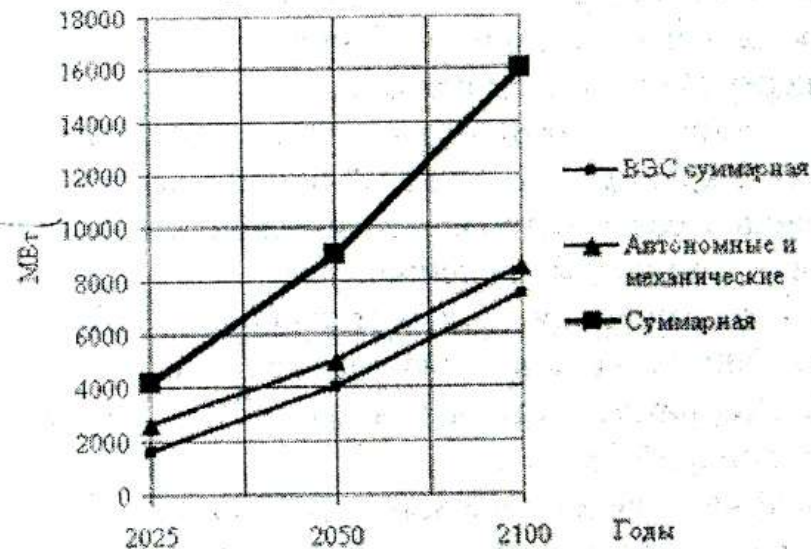


Рис.2. Мощность ветроэнергетических установок в Украине (прогноз)

В целом можно сказать, что сегодня Украина имеет опыт строительства и эксплуатации современных ВЭС. Всего по Украине установлено USW-56\100 112 шт., АВЭ-250С-12 шт, ЭСО-0420-1 шт., общей мощностью 13402 квт, за весь срок эксплуатации выработано 15373 МВт.час электрической энергии, что соответствует 5550 т. у. т..

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ «ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ»

- Протасова Т.А., Озеров А.В.* Системы передачи данных с использованием биномиальных кодов с многозначным алфавитом. 3
- Онанченко Е.Л., Пунтус Н.Л.* Способ кодирования и передачи дискретной информации с адаптацией к условиям передачи. 5
- Кулик И.А., Харченко С.Н.* Устройство быстрого сжатия двоичных последовательностей. 7
- Протасова Т.А., Сурженко А.И., Харченко С.Н.* Сжатие информации на основе неравномерных биномиальных кодов. 8
- Онанченко Е.Л., Якимец Т.А., Заярный Е.В.* Система преобразования постоянного тока на базе одноканальных конвертеров. Лабораторный стенд. 10
- Новгородцев А.И., Сучков С.В.* Беспроводные оптические системы связи. 12
- Новгородцев А.И., Мироненко А.И.* Регулирующие микропроцессорные контроллеры «Ремиконт». 14
- Протасова Т.А., Михайлов Р.С.* Формы цифровых сигналов для передачи по линии связи. 16

<i>Новгородцев А.И., Пивоварова М.А.</i>	Блок контроля и управления хроматографа.	18
<i>Борисенко А.А., Зайченко О.П.</i>	Управляющая система лифта повышенной надежности.	20
<i>Онанченко Е.Л., Гевко С.Ф.</i>	Современные приборы силовой электроники на базе технологий IGBT.	22
<i>Новгородцев А.И., Пивоварова М.А.</i>	Система электропривода станков с ЧПУ.	23
<i>Кулик И.А., Шелехов А.В.</i>	Автоматизированные системы контроля и учета метана.	25
<i>Онанченко Е.Л., Волохин В.В.</i>	Измерение качественных показателей в электрической сети.	26
<i>Зубань Ю.А., Петров В.В.</i>	Цифровой автомат построения кода Хаффмана.	28
<i>Кулик И.А., Василенко Д.Л.</i>	Система сопряжения с локальной сетью топологии типа шина .	30
<i>Онанченко Е.Л., Белан М.Ю.</i>	Система импульсно-фазового управления в электроприводах станков с ЧПУ.	31
<i>Борисенко А.А., Чорнотицкий Н.Н.</i>	Биномиальное управляющее устройство.	32
<i>Борисенко А.А., Гаврилко С.И.</i>	Биномиальное управляющее устройство на неравномерных кодах.	33

- Борисенко А.А., Бородийчук А.В.* 35
Интеллектуальная система охлаждения
электронной аппаратуры.
- Новгородцев А.И., Гриценко Д.В., Кобзарь О.В.* 38
Система технической диагностики состояния
объекта.
- Бережная О.В., Сучков А.В.* 40
Адаптивная система
передачи данных на основе биномиальных
равновесных кодов.
- Лопатченко Б.К., Ольховик Ф.С.* 42
Синтез системы
отображения при экстремальных условиях
наблюдения.
- Борисенко А.А., Лысенко М.А., Журавель А.В.* 43
Система сжатия биномиальных кодов.
- Мазуренко В.О., Григоренко Р.М.* 44
Визначення
раціональної кількості засобів ураження об'єктів.
- Лысенко В.Н., Ляпа Н.Н., Свиначенко В.Ю.* 46
Алгоритм помехоустойчивого систематического
кодирования по кривым Эрмита.

СЕКЦІЯ «КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ»

- Самедов Ю.Ф., Литвиненко Н.Н.* 48
Система
диагностики ГПА.
- Баравой В.Т., Горбань А.В.* 49
Модернизация
системы ЧПУ горизонтального фрезерно-
расточного станка 2Г660Ф2.

<i>Самедов Ю.Ф., Глушенко О.А.</i> Модернизация системы управления котельной установки.	50
<i>Павлов А.В., Фесенко В.Н.</i> Модернизация системы ЧПУ станка MDV 33.	51
<i>Самедов Ю.Ф., Грек Е.А.</i> Распределенная система управления производством пентафталевого лака.	52
<i>Паныч А.А., Материй А.И.</i> Система сбора и обработки информации стенда испытания атомных насосов.	53
<i>Паныч А.А., Леженин С.В.</i> Система управления отливочной станции линии производства шоколада.	54
<i>Паныч А.А., Шутка С.В.</i> Применение контроллеров SIMATIC S7-300 в автоматизации производства.	55
<i>Паныч А.А., Стеценко М.В.</i> Программирование контроллеров SIEMENS в среде STEP 7.	57
<i>Темченко С.А., Крупник А.А.</i> Интегрированная система управления SIMATIC C7-635.	59
<i>Баравой В.Т., Крупник А.А.</i> Прибор для проверки работоспособности интегральных микросхем.	60
<i>Темченко С.А., Котельников М.Е.</i> Зависимость ошибки определения среднего от числа измерений.	61

- Темченко С.А., Алтынников С.Е.* Алгоритм итерационного вычисления среднего. 62
- Павлов А.В., Темченко С.А.* Компьютерное моделирование импульсных систем в среде Matlab. 63
- Щекотова О.М.* Системологический анализ оценки качества системы передачи данных. 64
- Паныч А.А., Темченко С.А.* Учебно-демонстрационный стенд фирмы SIEMENS. 68
- Толбатов А.В.* Аналіз графіків енергонавантажень електростанцій по даним спостережень. 69
- Паныч А.А., Темченко С.А.* Лабораторна установка для дослідження алгоритмів керування несучим органом летучих механізмів. 72

СЕКЦІЯ «ФІЗИЧНА ЕЛЕКТРОНІКА»

- Хоменко А.В., Ляшенко Я.А.* Стохастическая модель переходов между стационарными режимами плавления ультратонкой пленки смазки. 74
- Олемской А.И., Коваль В.В.* Проявление самоорганизованной критичности для модели решеточного газа. 76
- Олемской А.И., Олемской И.А.* Основы теории сложных систем. 77

- Воробьев Г.С., Дрозденко А.А., Крутько Ю.А.* 78
Влияние ускоряющего напряжения на статические характеристики электронного пучка в аксиально-симметричной пушке.
- Хоменко А.В., Захаров И.В.* 81
Синергетическое представление аморфизации пленки смазки.
- Кривец А.С., Петровский М.В., Семерня Л.М.* 82
Экспериментальное моделирование волновых процессов в открытом волноводе с плоскоцилиндрической геометрией зеркал.
- Петровский М.В., Журба В.О., Крутько Ю.А.* 84
Спектральные характеристики открытых резонаторов с металлодиэлектрическим включением.
- Петровский М.В., Журба В.О., Крутько Ю.А.* 86
Спектральные характеристики открытых резонаторов с дифракционной связью через распределенные источники излучения.
- Соколов С.В., Малышко Е.М., Вишталенко Д.Н.* 88
Влияние концентрации циркония на структурно-фазовый состав и микротвердость титанового сплава.
- Перекрестов В.И., Корнющенко А.С.* 89
Образование пористых структур при осаждении меди в крайне неравновесных условиях.
- Перекрестов В.И., Латин С.А.* 90
Программно-аппаратне забезпечення відсадочної машини ГКНС 007.

Кривець А.С., Садовой С.А. Влияние магнитного поля на электронно-волновые процессы усилителя на эффекте Смита-Парселла. 91

СЕКЦІЯ «ТЕОРИТИЧНА ФІЗИКА»

Куліш В.В., Лисенко О.В., Майорніков І.Г. Поляризаційні ефекти при взаємодії електромагнітних хвильових пакетів з плазмою двопотокового релятивістського електронного пучка. 93

Куліш В.В., Лисенко О.В., Савченко В.І. Застосування методу усереднених характеристик в нелінійній теорії двопотокової нестійкості в релятивістських електронних системах. 95

Куліш В.В., Лисенко О.В., Ромбовський М.Ю. Ефект генерації додаткових магнітних полів в електронно-хвильових лазерах на вільних електронах. 97

Куліш В.В., Лисенко О.В., Ромбовський М.Ю. Параметрично-резонансні взаємодії повздовжніх хвиль у електронно-хвильовому лазері на вільних електронах. 98

Куліш В.В., Лисенко О.В., Пушнін Д.Ю. Мультигармонічна теорія двопотокового супергетеродинного лазера на вільних електронах з доплертронною накачкою. 100

Куліш В.В., Губанів І.В., Крижанівський В.Н. 102
Система неруйнівного контролю параметрів
електронного пучка у прискорювальному каналі
ЕН-прискорювача.

Куліш В.В., Губанов І.В., Брусник А.Ю. 104
Лазер на вільних електронах клістронного типу з
проміжною секцією підсилення хвилі
просторового заряду.

Куліш В.В., Лисенко О.В., Покутній А.А., 106
Странадко О.В. Система діагностики
параметрів фізичних процесів в робочій області
лазеру на вільних електронах.

СЕКЦІЯ «ЕЛЕКТРОННІ ПРИЛАДИ І ПРИСТРОЇ»

Говорун Т.П., Осинський О.Г. 107
Електрофізичні властивості плівок кобальту з діелектричними та
металевими покриттями.

Маршалек М., Проценко І.Ю., Дехтярук Л.В., 108
Чешко І.В. Ефект гігантського магнітоопору в
мультишарах з полікристалічними спейсерами.

Чешко І.В., Синашенко О.В., Бражник Д.В. 109
Магнітотранспортні властивості плівкових
матеріалів із спин-залежним розсіюванням
електронів.

Пазуха І.М., Григоренко А.В. 111
Методика визначення внеску інтерфейсного розсіювання
електронів у ТКО двошарової плівкової системи.

- Пазуха І.М., Устименко В.М.* Оцінка внеску інтерфейсного розсіювання в ТКО двошарової плівкової системи. 112
- Соломаха В.А., Осовалюк Т.С.* Вплив температури відпалювання на процеси фазоутворення в плівках Ti та Ti/Cu. 114
- Степаненко А.О., Безрученко В.О.* Дослідження температурної залежності опору плівок алюмінію. 116
- Чорноус А.М., Жданов А.О.* Температурна залежність електрофізичних властивостей плівкових матеріалів. 117
- Проценко І.Ю., Забіла Є.О.* Тензорезистивні властивості двошарових плівок на основі Cr та Cu. 119
- Ододворець Л.В., Марченко Я.Ю., Бурик І.П.* Дослідження тензочутливості двошарових металевих плівкових матеріалів. 121
- Опанасюк Н.М., Гришков В.М.* Прогнозування тензорезистивних властивостей плівкових систем на основі Cr та Cu. 123
- Шумакова Н.І., Слинченко О.В.* Тензодатчики на основі плівкових матеріалів. 124
- Ододворець Л.В., Демешко А.В.* Електрофізичні властивості металевих плівок як конструктивного матеріалу ІМС. 125

- Однодворець Л.В., Мокренко О.А.* 126
Характеристика плівкових елементів
оптоелектронних інтегральних мікросхем.
- Однодворець Л.В., Кучма О.І.* 129
Фізико-технічні основи дії та застосування волоконно-оптичних систем зв'язку.
- Однодворець Л.В., Москаленко О.А.* 131
Фізичні та конструктивно-технологічні особливості магнітних плівкових елементів мікроелектроніки.
- Проценко С.І., Великодній Д.* 133
Застосування програмно-апаратних засобів у фізичному експерименті.
- Кульментьєв А.І., Кульментьєва О.П.* 134
Взаємодія важких іонів з металами.
- Кульментьєва О.П., Горишняк Ю.М.* 136
Підготовка поверхні підкладок перед нанесенням металевих покриттів.
- Кульментьєва О.П., Горишняк Ю.М.* 138
Абляція та її застосування.
- Шумакова Н.І., Швець О.В.* 140
Конструкція та фізичні основи роботи газових датчиків.
- Опанасюк Н.Н., Редько О.Н.* 141
Особенности базовых технологических процессов тонкопленочной технологии.

Однодворець Л.В., Дудецький Д.П., Терещенко С.М. Фізичні основи, принципи дії та характеристики оптопар. 142

Шумакова Н.І., Кузнєцов В.М. Застосування просвічуючої електронної мікроскопії у різних сферах науки і техніки. 145

СЕКЦІЯ «ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА»

Василєга П.А., Муриков Д.В. Классификатор нагрузки. 147

Ильяшенко М.В., Нора И.Н. Зачернение поверхностей металлических теплообменников с помощью импульсного плазменного воздействия. 148

Пузько И.Д., Дзюба А.А. Специальные методы идентификации резонансных пиков колебательных систем. 151

Ильяшенко М.В., Червякова Л.П., Крамар Т.В., Горяева Ю.А. Гибридная технология преобразования солнечной энергии. 153

Ильяшенко М.В., Нора И.Н. Получение высокопористых оксидных керамик с помощью импульсно-плазменного воздействия. 155

Ноздренков В.С., Чепурной А.А., Криловецкий О.А. О решении задачи оптимального размещения промышленных потребителей. 157

- Лебединский И.Л., Закорко Е.В., Лазаренко А.Л.* Система автоматизированного учета электроэнергии. 158
- Лебединский И.Л., Рябченко И.В.* Развитие электроэнергетики в Сумской области. 160
- Никифоров Н.А., Коваленко А.Д.* Описание биллинговой системы для расчетов с юридическими лицами за электроэнергию. 162
- Никифоров Н.А., Григорьев А.* Описание программного комплекса «СПРУТ» по расчету с промышленными и бытовыми потребителями электроэнергии. 163
- Никифоров Н.А., Чалый В.Н.* Пути развития энергосбережения в промышленности. 164
- Лебединский И.Л., Кухарков А.С., Сай Д.А.* Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. 166

Наукове видання

ТЕЗИ

науково-технічної конференції
викладачів, співробітників, аспірантів і
студентів фізико-технічного факультету

Редакційна колегія:

Г.С. Воробйов (відп. редактор),
А.І. Новгородцев,
О.В. Кобзарь.

Стиль та орфографія авторів збережені.

Підп. до друку 11.04.2005р.
Наклад 50 прим.

Обл.-вид.арк. 7,24.
Формат 60x84/16.
Замовл.№ 166 .
Ум.друк.арк.10,52.

Вид-во СумДУ. Р.с. №34 від 11.04.2000 р.
40007, м. Суми, вул. Р.-Корсакова, 2.
Друкарня СумДУ. 40007, м. Суми,
вул. Римського-Корсакова, 2.