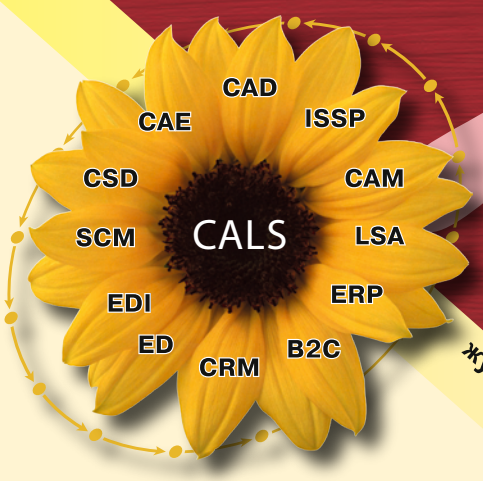
КАЧЕСТВО ИННОВАЦИИ ОБРАЗОВАНИЕ

ISSN 1999-513X

№ 12
2015



КАЧЕСТВО и ИПИ (CALS)-технологии

журнал в журнале

Качество • Инновации • Образование • №12-2015

www.quality-journal.ru

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

КАЧЕСТВО ИННОВАЦИИ ОБРАЗОВАНИЕ

№12 (127)
декабрь 2015

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР ОБЪЕДИНЕННОЙ РЕДАКЦИИ
Азаров В.Н.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
Алешин Н.П. (Москва), Батыров У.Д. (Нальчик), Бойцов Б.В. (Москва), Васильев В.А. (Москва), Васильев В.Н. (Санкт-Петербург), Гудков Ю.И. (Москва), Домрачев В.Г. (Москва), Карабасов Ю.С. (Москва), Кортов С.В. (Екатерингбург), Лонцих П.А. (Иркутск), Львов Б.Г. (Москва), Мищенко С.В. (Тамбов), Олейник А.В. (Москва), Сергеев А.Г. (Владимир), Смакотина Н.Л. (Москва), Старых В.А. (Москва), Стриханов М.Н. (Москва), Тихонов А.Н. (Москва), Фирстов В.Г. (Москва), Харин А.А. (Москва), Червяков Л.М. (Курск), Шленов Ю.В. (Москва)

ЗАРУБЕЖНЫЕ ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ
Андрес Каррион Гарсиа, Вагстафф П., Диккенсон П., Зайчек В., Иняц Н., Кемпбелл Д., Папис Л., Пупиус М., Роджерсон Д., Фарделф Д.

АДРЕС РЕДАКЦИИ И ИЗДАТЕЛЯ
105118, Москва, ул. Буракова, д. 8
Тел.: +7 (915) 001-31-49

E-mail: quality@eqc.org.ru
www.quality-journal.ru
www.quality21.ru

ИЗДАТЕЛЬ
Европейский центр по качеству

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР
Гудков Ю.И.
ygudkov@hse.ru

ХУДОЖЕСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР
Кудрявцева А.И.

ЛИТЕРАТУРНЫЙ РЕДАКТОР
Савин Е.С.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ
Мартюкова Е.С.

ЖУРНАЛ ЗАРЕГИСТРИРОВАН
в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации ПИ №77-9092

ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС
в каталоге агентства «Роспечать» 80620, 80621
в каталоге агентства «Урал-Пресс» 14490
на сайте НЭБ eLIBRARY.RU 80620

ОТПЕЧАТАНО
ФГУП Издательство «Известия» УД ПРФ
127254, г. Москва, ул. Добролюбова, д. 6

© «Европейский центр по качеству», 2014

Журнал входит в перечень ВАК РФ

Статьи рецензируются

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

В.Н. АЗАРОВ, Ю.И. ГУДКОВ
Информационные технологии и менеджмент качества 3

А.Н. ЖИЛЯЕВ, А.И. ОЛЕЙНИК
Актуальные проблемы подготовки и развития кадрового потенциала в ИТ-отрасли 9

А.В. ПАВОЛОЦКИЙ, Д.А. КОРОЛЕВ, Н.И. ЛЕВИЦКАЯ
Проблема выбора языка для начала обучения программированию в техническом ВУЗе 23

МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА И ИННОВАЦИОННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

В.К. ФЕДОРОВ, В.Л. КРЮЧКОВ, Е.Н. КРЮЧКОВА
Сущность и научный потенциал явления инерции в инновационном развитии предприятий 32

ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

Е.В. ИВАНОВА
Теоретический анализ концепции жизнестойкости личности в отечественных и зарубежных исследованиях 37

КАЧЕСТВО И ИПИ (CALS)-ТЕХНОЛОГИИ

ПРИБОРЫ, МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ

А.Н. СЕМЕНЕНКО, Ю.Н. КОФАНОВ, А.С. РОТКЕВИЧ, С.У. УВАЙСОВ
Тепловая модель радиаторов модулей электропитания электронных средств 44

У.В. АРИСТОВА, А.Д СТАРУСЕВА-ПЕРШЕЕВА
Многоканальный видеоарт: актуальная технология управления потоками визуальной информации 52

И.А. ИВАНОВ, М.И. КРАСИВСКАЯ, С.М. ЛЫШОВ, С.Н. САФОНОВ
Структура программно-аппаратного комплекса мониторинга температурных полей печатных узлов электронных средств 59

СЕТЕВЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Ю.Л. ЛЕОХИН, В.В. КУЗЬМЕНКОВ
Оценка производительности Openflow-контроллеров, реализованных на различных серверных платформах 68

И.А. ХРОМОВ, А.А. ПЕТУХОВ
Выбор системы моделирования для беспроводных нательных сетей 79

Сведения о членах редколлегии и об авторах статей можно найти на сайте www.quality-journal.ru

MONTHLY SCIENTIFIC JOURNAL

QUALITY INNOVATION EDUCATION

№12 (127)
December 2015

CONTENTS

PROBLEMS OF SPECIALISTS TRAINING

V.N. AZAROV, YU.I. GUDKOV
Information technology and quality management 3

A.N. ZHILYAEV, A.I. OLEYNIK
Actual problems of preparation and developments of personnel potential in it branch 9

A. PAVOLOTSKY, D. KOROLEV, N. LEVITSKAYA
Choosing a language to start learning programming in technical university 23

QUALITY MANAGEMENT AND INNOVATION MANAGEMENT

V.K. FEDOROV, V.L. KRYUCHKOV, E.N. KRYUCHKOVA
The essence of the scientific potential of the inertia in the innovative development of enterprises 32

COMMON PROBLEMS OF EDUCATION

E.V. IVANOVA
The theoretical analysis of resilience conception of personality in domestic and foreign researches 37

QUALITY AND CALS-TECHNOLOGY

DEVICES, METHODS AND TECHNOLOGY

A.N. SEMENENKO, Y.N. KOFANOV, A.S. ROTKEVICH, S.U. UVAYSOV
Thermal model of the power supply units radiators of electronic means 44

U.V. ARISTOVA, A.D. STARUSEVA-PERSHEEVA
Multi-channel video art: the actual flow control technology of visual information 52

I.A. IVANOV, M.I. KRASIVSKAYA, S.M. LISHOV, S.N. SAFONOV
Structure of the computer appliance of the monitoring
of temperature pattern of printed boards assembly of electronic means 59

NETWORKING AND INFORMATION TECHNOLOGIES

Y.L. LEOKHIN, V.V. KUZMENKOV
Performance Evaluation of the Openflow-controllers on Various Server Platforms 68

I. KHROMOV, A. PETUKHOV
Modeling system selection for body area networks 79

CHIEF EDITOR OF THE COMBINED EDITION
V.N. Azarov

EDITORIAL BOARD
N.P. Aleshin (Moscow), U.D. Batyrov (Nalchik) B.V. Boitsov (Moscow), V.A. Vasiliev (Moscow), V.N. Vasiliev (St. Petersburg), Yu.I. Gudkov (Moscow), V.G. Domrachev (Moscow), Y.S. Karabasov (Moscow), S.V. Kortov (Ekaterinburg), P.A. Lontcih (Irkutsk), B.G. Lvov (Moscow), S.V. Mishchenko (Tambov), A.V. Oleynik (Moscow), A.G. Sergeev (Moscow), N.L. Smakotina (Moscow), V.A. Starykh (Moscow), M.N. Strikhanov (Moscow), A.N. Tikhonov (Moscow), V.G. Firstov (Moscow), A.A. Kharin (Moscow), L.M. Chervyakov (Kursk), Y.V. Shlenov (Moscow)

FOREIGN BOARD MEMBERS
Andres Carrion Garcia, P. Wagstaff, P. Dikkenson, V. Zaichek, N. Inyats, D. Campbell, P. Lemair, A. Oldfield, L. Papis, M. Pupius, D. Rogerson, D. Fardelf

EDITORIAL AND PUBLISHERS ADDRESS
105118, Moscow, 8 Burakova str.
Tel.: +7 (915) 001-31-49

E-mail: quality@eqc.org.ru
www.quality-journal.ru
www.quality21.ru

PUBLISHER
The European Centre for the Quality

SCIENTIFIC EDITOR
Yu.I. Gudkov
ygudkov@hse.ru

ART DIRECTOR
A.I. Kudryavtseva

LITERARY EDITOR
E.S. Savin

EXECUTIVE SECRETARY
E.S. Martyukova

THE JOURNAL IS REGISTERED
with the Ministry of the Russian Federation for Press, Broadcasting and Mass Communications. Registration certificate PI № 77-9092

SUBSCRIPTION INDEX
In «Rospechat» catalog 80620, 80621
In «Ural-Press» catalog 14490
On the site eLIBRARY.RU 80620

PRINTED
Federal State Unitary Enterprise Publisher «Izvestia» UD GRP
127254, Moscow, Dobrolyubova str., 6

© «European Centre for Quality», 2014

The journal is included in the list of HAC of the Russian Federation

Articles are reviewed

Information about the members of the editorial board and the authors of articles can be found at www.quality-journal.ru

И.А. Иванов, М.И. Красивская, С.М. Лышов, С.Н. Сафонов

СТРУКТУРА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА МОНИТОРИНГА ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ ПЕЧАТНЫХ УЗЛОВ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

В статье описана структурная схема прототипа информационно-измерительной системы на базе технологии NI RIO, в состав которой входит координатный стол с приводами для управления контактными датчиками температуры и дозатором термопасты, модуль управления и специализированное программное обеспечение, реализованное в среде графического программирования NI LabVIEW.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 14-07-00422).

Ключевые слова: информационно-измерительная система, мониторинг температурных полей, контроль, моделирование

Актуальность автоматизации контроля температурных режимов

Рабочие температуры электрорадиоэлементов (ЭРЭ), установленных на печатных узлах, являются одним из значимых параметров, влияющих на надежность изделий. Температуры ЭРЭ зависят от многих факторов: электрического режима, плотности компоновки печатного узла, наличия защитных покрытий на поверхности узла, ориентации узла в пространстве, способа охлаждения и конструкции блока с аппаратурой. Несмотря на то, что современные информационно-измерительные и контрольно-диагностические системы характеризуются высокой точностью, развитыми функциональными возможностями, совершенными алгоритмами обработки информации, значительное влияние на их метрологическую надежность оказывают субъективные факторы. К ним относятся ошибки оператора, отклонения от методик измерений и контроля, недостаточная квалификация сотрудников и др. Поэтому актуальна разработка автоматизированных систем контроля, при эксплуатации которых операторам отводятся творческие функции контроля технического состояния оборудования, тестирования оборудования, загрузки программных средств, оценки достоверности полученных результатов. Повторяющиеся операции позиционирования преобразователя температуры, выдержки его в фиксированном положении в течение заданного времени, подачи команды на сохранение результата измерения температуры каждого ЭРЭ целесообразно выполнять автоматическим устройством.

Задачи автоматизированного контроля

Контроль температуры корпусов ЭРЭ выполняется в процессе разработки, а также приемки печатных узлов.

Задача обеспечения заданного теплового режима решается на этапе разработки путем математического моделирования тепловых режимов для условий теплообмена, имеющих место при последующих измерениях. Одним из эффективных программных средств моделирования является система АСОНИКА [1]. Результатом моделирования является температурное поле поверхности печатного узла. Эта информация позволяет принять конструктивные меры для уменьшения рабочих температур ЭРЭ до допустимых значений ещё в процессе проектирования.

Измерение температуры ЭРЭ в процессе приемки печатных узлов выполняется для определения реального температурного поля. Оно может отличаться от расчетного вследствие погрешностей моделирования температурного режима, погрешностей измерений, а также нарушений технологического процесса монтажа ЭРЭ на поверхность печатного узла.

Погрешности моделирования объясняются необходимостью введения в модель большого количества параметров конструкции, оказывающих влияние на тепловой режим. Геометрические параметры могут быть определены достаточно точно на основе конструкторской документации на печатный узел и габаритов ЭРЭ. Однако теплотехнические параметры конструкции печатного узла определяются значительно сложнее и их значения могут иметь большие погрешности. К таким параметрам относятся: степень черноты поверхностей ЭРЭ, коэффициенты теплопроводности печатных плат, а

также параметры конвективного теплообмена ЭРЭ, которые определяются через эмпирические критерии. Тем не менее, ограничение допустимого перегрева для каждого типа ЭРЭ, с учетом запаса по температуре перегрева, позволяет свести влияние указанных погрешностей до приемлемых значений. В результате моделирования определяются номинальные рабочие температуры ЭРЭ.

Систематические погрешности измерений могут быть частично компенсированы путем калибровки канала измерения температуры на эталонных нагретых поверхностях.

Превышения рабочими температурами ЭРЭ расчетных значений объясняются нарушениями технологического процесса монтажа ЭРЭ на поверхность печатного узла – наличием загрязнений поверхности печатной платы в зоне монтажа, недостаточным объемом фиксирующей мастики или теплопроводящей пасты под корпусом элемента, перекосом корпусов элементов.

Требования к элементам системы контроля

В качестве первичного преобразователя температуры в устройстве используется термопара. Достоинствами термопар в сравнении с терморезисторами и полупроводниковыми преобразователями являются нормированные метрологические параметры используемых термосплавов [2] и большая номенклатура измерительных усилителей, выпускаемых в виде микросхем с управляемым коэффициентом усиления. Недостатком термопар при измерениях температуры поверхностей является сферическая форма измерительного спая, к тому же с неконтролируемой геометрией.

Сферическая форма измерительного спая приводит к малой площади контакта термопары с поверхностью ЭРЭ, увеличению теплового сопротивления контакта и большому разбросу величины теплового сопротивления [3].

Для уменьшения теплового сопротивления контакта сила прижима термопары к поверхности ЭРЭ стабилизирована, и в зоне контакта используется теплопроводящая паста [4]. Дозированное количество теплопроводящей пасты наносится на поверхность ЭРЭ перед прижимом термопары.

Структура устройства контроля температуры

Структурная схема устройства контроля температуры состоит из канала измерения температуры и каналов управления координатным столом.

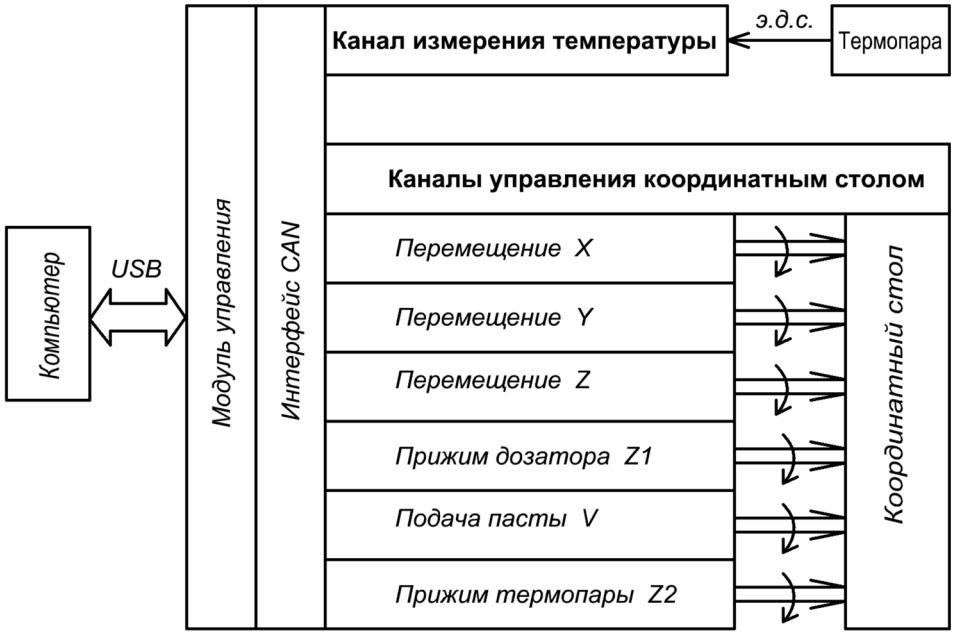


Рис. 1. Структурная схема устройства контроля температуры

Исследуемый печатный узел устанавливается на координатный стол в горизонтальной плоскости и позиционируется в настраиваемом крепежном устройстве для совмещения координат печатного узла и координатного стола. К печатному узлу подводятся напряжения питания и сигналы, преду-

смотренные его схемой, для обеспечения рабочего режима. Эти сигналы формируются вне рассматриваемого устройства контроля температуры.

Канал измерения температуры преобразует э.д.с. термопары в цифровой код и передает его через интерфейс в модуль управления.

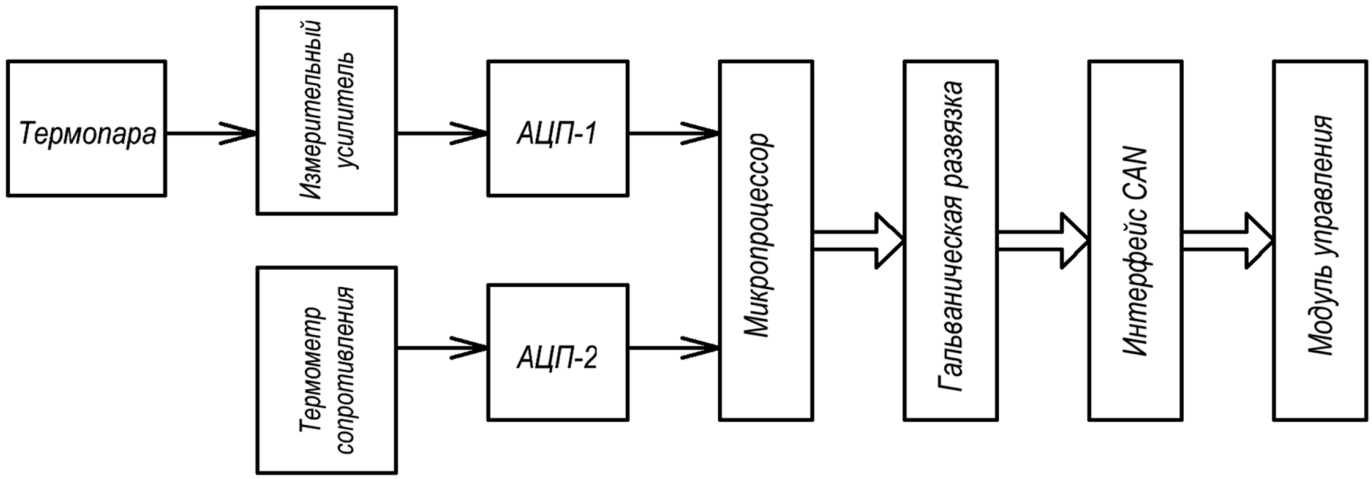


Рис. 2. Структурная схема канала измерения температуры

Канал включает в себя термопару, измерительный усилитель, АЦП-1 и контроллер интерфейса CAN. Для контроля температуры холодного спая термопары используется термометр сопротивления и АЦП-2. Микропроцессор вносит поправку на отклонения температуры холодного спая. Для уменьшения тепловой постоянной времени используется неизолированная термопара, поэтому в канал введена гальваническая развязка на стыке микропроцессора и контроллера интерфейса CAN.

Каналы управления координатным столом принимают коды из модуля управления и передают их в приводы координатного стола. Схема содержит шесть каналов. Каналы управления перемещениями по координатам X, Y, Z идентичны и выполнены на сервоприводах. Сервопривод каждого канала управления перемещением состоит из контроллера, двигателя и энкодера.

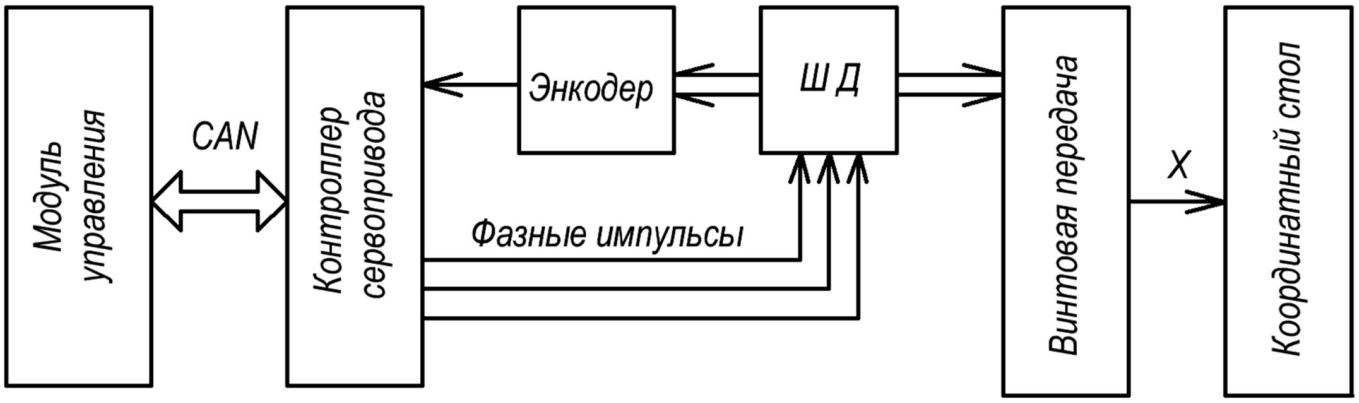


Рис. 3. Структурная схема канала управления перемещением по X

В отличие от шагового двигателя, сервопривод за счет обратной связи по перемещению исключает пропуск шагов. Кроме того, контроллер сервопривода обеспечивает защиту двигателя от перегрева, перегрузок по моменту, а также обеспечивает высокие динамические характеристики. Управление сервоприводами осуществляется через интерфейс CAN.

В канале прижима дозатора, канале подачи пасты и канале прижима термопары используются линейные шаговые двигатели. Требуемые усилия прижима и их стабильность обеспечиваются калиброванной упругостью пружин в наконечниках дозатора и термопары.

Координатный стол

Предназначен для перемещения дозатора теплопроводящей пасты и термопары по трем координатам. За базовую плоскость принята верхняя поверхность печатной платы. Перемещения по координатам X и Y осуществляются в плоскости печатной платы, перемещение по координате Z осуществляется по нормали к плоскости печатной платы. Печатный узел крепится на основании координатного стола с помощью крепежного устройства. Крепежное устройство изготавливается для конкретного типоразмера печатного узла, обеспечивает совмещение координат стола и печатного узла; кроме того, оно обеспечивает опорные точки снизу печатного узла для уменьшения его прогиба при прижиме термопары. В крепежном устройстве использована электрическая изоляция для предотвращения замыканий ЭРЭ и проводников печатной платы на нижней стороне печатного узла с проводящими деталями стола.

Координатный стол управляется контроллером, который, в свою очередь, принимает команды из компьютера.

Управление координатным столом

Координатный стол обеспечивает последовательные перемещения наконечника дозатора термопасты и измерительного спая термопары в точки, заданные на поверхностях электрорадиоэлементов. Координаты точек позиционирования задаются таблицей, составленной на основании сборочного чертежа печатного узла. Каждая запись в таблице состоит из трех координат: X, Y, Z. Таблица может составляться вручную, либо через программу (AutoCAD). Для партии печатных узлов составляется одна таблица.

Координаты X и Y, в общем случае, назначаются в центрах проекций ЭРЭ на плоскость печатного узла. Однако для некоторых типов ЭРЭ, например, мощных диодов, тиристоров, имеющих вертикально ориентированные выводы, необходимо смещать точки прижима на заранее назначенную величину, зависящую от диаметров наконечника термопары и вертикально ориентированных выводов ЭРЭ. Для радиаторов необходимо учитывать размеры ребер.

Поскольку перемещения наконечников дозатора и термопары осуществляются над ЭРЭ разной высоты, перед каждым перемещением предусмотрен их подъем по координате Z на высоту, превышающую максимальные габариты ЭРЭ по оси Z.

Для уменьшения суммарного времени перемещений при позиционировании на всех контролируемых ЭРЭ возможна модификация управляющей программы, для изменения высоты подъема с учетом обхода кареткой элементов с большой высотой.

Модуль управления системой реализуется на основе архитектуры National Instruments RIO [5]. Основными компонентами модуля управления являются процессор, ПЛИС, измерительное оборудование ввода/вывода и программное обеспечение (ПО), реализованное с использованием среды разработки NI LabVIEW. Платформа NI RIO является эффективным решением для построения гибких и расширяемых систем мониторинга, тестирования и диагностики.

Среда графического программирования NI LabVIEW [6] является в настоящее время стандартом де-факто для создания ПО измерительных систем. Данное средство разработки непосредственно ориентировано на работу с различным контрольно-измерительным оборудованием, в том числе, с использованием стандартизованных интерфейсов, включает большой набор инструментов для обработки измерительной информации.

Платформа NI LabVIEW и архитектура NI RIO позволяют реализовать управление оборудованием, сбор, обработку, анализ, визуализацию, хранение и передачу измерительной информации в рамках единой среды. Это даёт возможность комплексного решения измерительных задач с минимизацией потери измерительной информации.

Программное обеспечение для данной автоматизированной контрольно-управляющей системы должно обеспечивать решение следующих основных задач:

- загрузку и хранение модели печатного узла;
- загрузку и хранение базы неисправностей печатного узла;
- управление позиционированием координатного стола;
- управление прижимом дозатора и подачей термопасты;
- управление прижимом термопары;

- получение измеренных значений температуры в контрольных точках;
- сравнение измеренных значений со значениями, содержащимися в базе неисправностей;
- вывод заключения о наличии или отсутствии дефекта;
- возможность протоколирования результатов.

Концептуальная структура ПО. Для решения перечисленных задач требуется комплекс программного обеспечения, реализованного по модульному принципу. Доступ пользователя ко всем функциям системы, её настройка, а также взаимодействие программных модулей обеспечивается через приложение верхнего уровня «Блок управления системой контроля температуры элементов».

Графический интерфейс ПО должен быть читаемым и обеспечивать удобное управление системой. Для работы с системой предусматривается передняя панель с закладками, числовыми, текстовыми и кнопочными элементами управления (рис. 4). Закладки соответствуют отдельным этапам работы с системой. Визуализация результатов осуществляется преимущественно в табличной форме, с использованием текстовых элементов индикации.

Рис. 4. Передняя панель приложения верхнего уровня для работы с системой

Приложение верхнего уровня реализуется на основе структуры конечного автомата, управляемого событиями. Конечный автомат представляет собой гибкую структуру, включающую несколько состояний, в которых может находиться программа. Каждому состоянию соответствует определённый алгоритм, реализованный в виде подпрограммы.

Структура конечного автомата значительно упрощает дальнейшее расширение функционала ПО или, при необходимости, модификацию алгоритма его функционирования, за счёт добавления дополнительных состояний.

Основными состояниями конечного автомата в данном приложении являются: инициализация системы, конфигурация оборудования, загрузка модели, загрузка базы неисправностей, определение координат, выполнение измерений, анализ результатов, сохранение протокола, завершение работы. Каждое из состояний подразумевает выполнение собственного алгоритма, реализованного в отдельных подпрограммах.

В приложении управление работой конечного автомата осуществляется на основе обработки событий пользовательского интерфейса. При осуществлении действия с одним из управляющих эле-

ментов передней панели, например, нажатия на кнопку, с помощью структуры обработки событий выполняется переход программы к соответствующему состоянию или последовательности состояний. Таким образом осуществляется реализация необходимого алгоритма действий, с вызовом соответствующих подпрограмм-модулей.

Структура ПО (рис. 5) включает в себя несколько модулей. Каждый модуль представляет собой набор подпрограмм, предназначенных для выполнения отдельных подзадач алгоритма. Большинство подпрограмм модулей выполнено на основе различных модификаций конечного автомата.

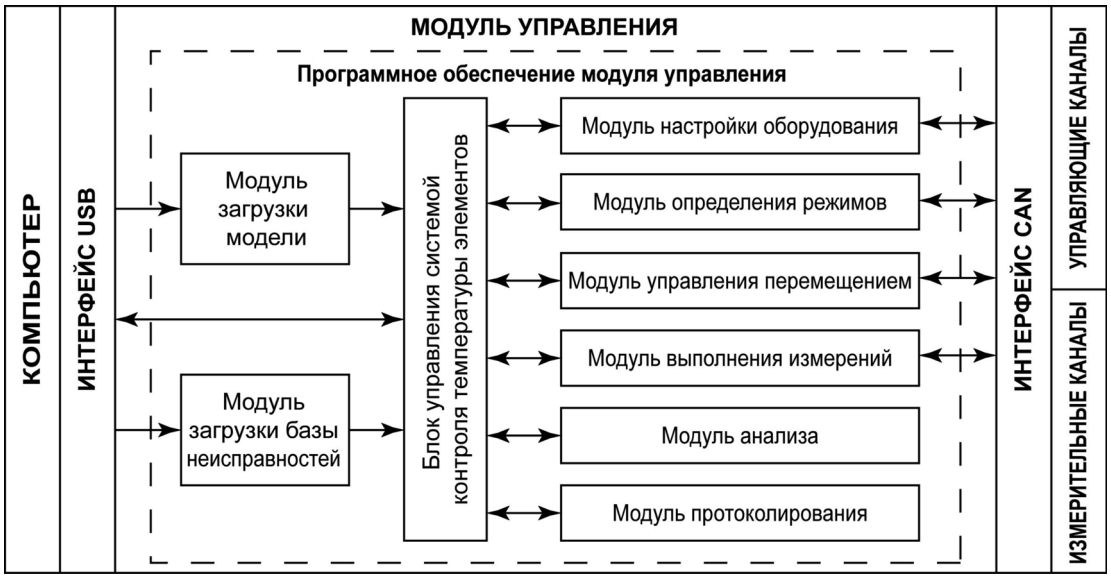


Рис. 5. Структура программного обеспечения системы

Модуль загрузки модели предназначен для считывания информации о геометрических параметрах печатного узла из файлов, сформированных САПР. Считанная информация преобразуется во внутренний формат системы для дальнейшего использования.

Через *модуль загрузки базы неисправностей* осуществляется импорт данных о потенциальных неисправностях печатного узла из файлов, сформированных системой диагностического моделирования. В модуле выполняется проверка наличия в базе данных по диагностируемому печатному узлу и выбирается соответствующая её часть.

В *модуле настройки оборудования* осуществляется проверка наличия связи с оборудованием координатного стола и измерительного канала, формирование и конфигурирование виртуальных каналов для управления координатным столом, позиционирования дозатора и термопары, получения измеренных значений температуры.

В *модуле определения режимов перемещения*, на основе загруженной модели и перечня контрольных точек, формируются массивы, соответствующие необходимым перемещениям координатного стола, дозатора и термопары.

Модуль управления перемещением состоит из нескольких подмодулей; на основе определённых массивов режимов перемещения он формирует необходимые управляющие коды и передаёт их контроллерам сервопривода координатного стола через интерфейс CAN; формирует команды управления двигателями дозатора, системы подачи пасты и прижима термопары через выделенные управляющие каналы.

Модуль выполнения измерений осуществляет работу с каналом измерения температуры, получение оцифрованных АЦП значения э.д.с. термопары, с учётом поправки на отклонение температуры холодного спая, выполняет обработку полученных результатов измерений температуры.

Модуль анализа выполняет сопоставление полученного массива измеренных значений температур в контрольных точках, с температурными режимами, зафиксированными в базе неисправностей. В модуле реализованы алгоритмы нескольких методов идентификации неисправностей [7, 8]. Кон-

кретный метод может быть выбран пользователем, а также, при необходимости, может проводиться анализ на основе использования нескольких методов с выводом комплексного заключения.

С помощью *модуля протоколирования* полученные результаты измерений и проведённой диагностики записываются в протокол выбранного пользователем формата. Для обеспечения совместимости с другими программными средствами и возможности дальнейшего анализа полученных результатов, сформированный протокол может быть сохранён в одном из стандартных форматов: txt, html, doc.

Для обеспечения стабильной работы во всех программных модулях предусмотрена обработка возможных ошибок, в том числе, проверка работоспособности оборудования, корректности настроек и вводимых пользователем данных, соответствия структур импортируемых моделей и базы неисправностей. Отображение информации о возникающих ошибках и возможных причинах осуществляется с помощью диалоговых окон.

Общий порядок работы ПО включает в себя следующие основные стадии:

1. Загрузка ПО; инициализация органов управления передней панели.
2. Загрузка заданной пользователем модели печатного узла.
3. Загрузка выбранной базы неисправностей; верификация соответствия загруженной базы неисправностей модели печатного узла; визуализация базы.
4. По запросу пользователя – переход к конфигурации оборудования: настройка каналов управления координатным столом и канала измерения температуры.
5. Определение массива контрольных точек.
6. Определение режимов перемещения координатного стола, дозатора и термопары.
7. Проверка готовности оборудования; выдача сообщения о готовности.
8. По команде пользователя – запуск процедуры измерения температуры в заданных контрольных точках; визуализация получаемой измерительной информации.
9. Выполнение анализа полученного массива измеренных значений по выбранному пользователем методу.
10. Выдача заключения об отсутствии или наличии дефекта; в случае обнаружения дефекта, выдача его описания.
11. По запросу пользователя – сохранение протокола с результатами в заданном формате.
12. По команде пользователя – завершение работы с измерительными каналами; завершение работы ПО.

Структура ПО системы является достаточно гибкой, что позволит, при необходимости, расширить возможности системы за счёт добавления или модификации отдельных модулей, а также обеспечить её сопряжение с другим оборудованием и программным обеспечением.

Литература:

1. Асоника | Главная страница [Электронный ресурс]. URL: http://asonika.ru/ (дата обращения: 29.11.2015).

2. ГОСТ Р 8.585-2001. ГСИ. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования.

3. Панасик Д.С., Иванов И.А., Семененко А.Н., Увайсов С.У. Зависимость контактного теплового сопротивления от силы прижима термопары к электрорадиоэлементу // Труды Международного симпозиума «Надежность и Качество»: в 2 т. - Пенза: ПГУ, 2015. Т.2. – С.305-306.

4. ОСТ 4 Г0.012.014 Аппаратура радиоэлектронная. Расчет контактного теплового сопротивления элементов и узлов.

5. NI LabVIEW RIO Architecture - National Instruments [Электронный ресурс]. URL: http://www.ni.com/labview-rio/ (дата обращения: 29.11.2015).

6. LabVIEW System Design Software - National Instruments [Электронный ресурс]. URL: http://www.ni.com/labview/ (дата обращения: 29.11.2015).

7. Увайсов С.У., Сулейманов С.П., Юрков Н.К. Метод теплового диагностирования латентных технологических дефектов радиоэлектронной аппаратуры и ее тепловая диагностическая модель // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2013. № 4 (28). С. 109–118.

8. Долматов А.В. и др. Программно-методический инструментарий мониторинга производственных дефектов радиотехнических устройств // Труды Международного симпозиума «Надежность и Качество». 2005. Т. 1. С. 335–336.

Иванов Илья Александрович,
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,
101000, Москва, ул. Мясницкая, д. 20.
Ст. преподаватель, канд. техн. наук.
e-mail: i.ivanov@hse.ru

Красивская Мария Игоревна,
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,
101000, Москва, ул. Мясницкая, д. 20.
Ст. преподаватель
e-mail: mkrasivskaya@hse.ru

Лышов Сергей Максимович,
Сургутский гос. университет,
г. Сургут, проспект Ленина, 1.
Аспирант
e-mail: dmx_101@mail.ru

Сафонов Сергей Николаевич,
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,
101000, Москва, ул. Мясницкая, д. 20.
Ст. преподаватель.
e-mail: ssafonov@hse.ru

I.A. Ivanov, M.I. Krasivskaya, S.M. Lishov, S.N. Safonov

STRUCTURE OF THE COMPUTER APPLIANCE OF THE MONITORING OF TEMPERATURE PATTERN OF PRINTED BOARDS ASSEMBLY OF ELECTRONIC MEANS

The paper describes block diagram of the prototype of information and measuring system on the base of technology NI RIO, which consists positioning table with the drives for operation of touch temperature sensor, dose for conductive paste, control module and specialized software, which is realized in the sphere of graphic programming NILabVIEW.

This work was supported by RFBR (grant № 14-07-00422).

Keyword: information and measuring system, monitoring of temperature pattern, control, modeling

References:

1. Asonika / Glavnaya stranitsa [Elektronnyy resurs]. URL: http://asonika.ru/ (data obrashcheniya: 29.11.2015).

2. GOST R 8.585-2001. GSI. Termopary. Nominal'nye staticheskie kharakteristiki preobrazovaniya.

3. Panasik D.S., Ivanov I.A., Semenenko A.N., Uvaysov S.U. Zavisimost' kontaktnogo teplovogo soprotivleniya ot sily prizhima termopary k elektroradioelementu. Trudy Mezhdunarodnogo simpoziuma «NADEZhNOST' I KAChESTVO»: v 2 t. - Penza : PGU, 2015. – 2 tom – s.305-306

4. OST 4 G0.012.014 Apparatura radioelektronnaya. Raschet kontaktnogo teplovogo soprotivleniya elementov i uzlov.

5. NI LabVIEW RIO Architecture - National Instruments [Elektronnyy resurs]. URL: http://www.ni.com/labview-rio/ (data obrashcheniya: 29.11.2015).

6. LabVIEW System Design Software - National Instruments [Elektronnyy resurs]. URL: http://www.ni.com/labview/ (data obrashcheniya: 29.11.2015).

7. Uvaysov S.U., Suleymanov S.P., Yurkov N.K. Metod teplovogo diagnostirovaniya latentnykh tekhnologicheskikh defektov radioelektronnoy apparatury i ee teplovaya diagnosticheskaya model' // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Tekhnicheskie nauki. 2013. № 4 (28). S. 109–118.

8. Dolmatov A.V. i dr. Programmno-metodicheskiy instrumentariy monitoringa proizvodstvennykh defektov radiotekhnicheskikh ustroystv // Trudy Mezhdunarodnogo simpoziuma «Nadezhnost' i kachestvo». 2005. T. 1. S. 335–336.

Ivanov Ilya A.,
National research university 'Higher school of economics',
101000, Moscow, ul. Miasnitskaya, 20
Senior teacher, Candidate of Technical Sciences
e-mail: i.ivanov@hse.ru

Krasivskaya Mariya I.,
National research university 'Higher school of economics',
101000, Moscow, ul. Miasnitskaya, 20
Senior teacher
e-mail: mkrasivskaya@hse.ru

Lishov Sergey M.,
Surgut State University,
Surgut, prospekt Lenin, 1.
Postgraduate
e-mail: dmx_101@mail.ru

Safonov Sergey N.,
National research university 'Higher school of economics',
101000, Moscow, ul. Miasnitskaya, 20.
Senior teacher.
e-mail: ssafonov@hse.ru