

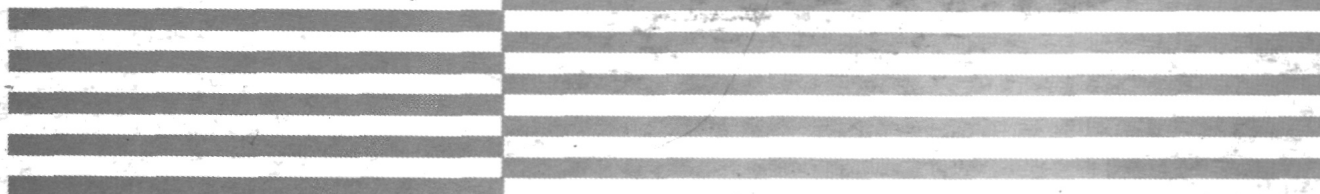
Вісник

ЧЕРКАСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

3/2009



Серія: технічні науки



ВІСНИК

ЧЕРКАСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Головний редактор д.т.н., професор Лега Ю.Г.

3/2009

Редакційна колегія:

Биков В.І., д.т.н., професор
 Бушуєв С.Д., д.т.н., професор
 Ващенко В.А., д.т.н., професор
 Гусак А.М., д.ф.-м.н., професор
 Діскант В.І., д.ф.-м.н., професор
 Дорош А.К., д.х.н., професор
 Златкін А.А., д.т.н., професор
 Качала Т.М., д.е.н., професор
 (заступник головного редактора)
 Кожухівський А.Д., д.т.н., професор
 Кочкар'єв Ю.О., д.т.н., професор
 Лукашенко В.М., д.т.н., професор
 Мінаєв Б.П., д.х.н., професор
 Мусієнко М.П., д.т.н., професор
 Осипенко В.І., д.т.н., професор
 Первунінський С.М., д.т.н., професор
 Пилипенко О.М., д.т.н., професор
 Підласий І.П., д.пед.н., професор
 Поляков С.П., д.т.н., професор
 Романенко Н.Г., д.т.н., професор
 Рудницький В.М., д.т.н., професор
 Рябцев В.Г., д.т.н., професор
 Столярєнко Г.С., д.т.н., професор
 Тєся Ю.М., д.т.н., професор
 Тимченко А.А., д.т.н., професор
 Хомяков В.І., д.т.н., професор
 Шарапов В.М., д.т.н., професор
 (заступник головного редактора)

У номері:

- ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ,
ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ТЕХНІКА
І АВТОМАТИКА
- МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ МЕТОДИ,
УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ
- МАШИНОБУДУВАННЯ
- КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ
І КОМПОНЕНТИ,
ПРИЛАДОБУДУВАННЯ
І РАДІОТЕХНІКА
- ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ І ЕКОЛОГІЧНА
БЕЗПЕКА

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:

ЧДТУ, ІІ корпус, к. 246,
 бульвар Шевченка, 460,
 м. Черкаси, 18006,
 тел. (0472) 73-02-29
chstu@chstu.cherkassy.ua

ЗАСНОВНИК –
Черкаський державний
технологічний університет

ВІСНИК
Черкаського державного
технологічного університету
3·2009

СЕРІЯ: ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Затверджено ВАК України
як фахове видання з технічних наук
(Бюлетень ВАК України. – 2002. – № 9),
перереєстровано 16.12.2009 р.
№ 1-05/6.

Свідоцтво про державну
реєстрацію друкованого
засобу масової інформації
КВ № 6061 від 16.04.2002 р.

Друкується за рішенням
Вченої ради Черкаського
державного технологічного
університету, протокол № 3
від 23.11.2009 р.

Точка зору редколегії не завжди
збігається з позицією авторів.

При повному або частковому
передрукуванні матеріалів
посилання на "Вісник ЧДТУ" є
обов'язковим.

© "Вісник ЧДТУ", № 3, 2009

ФУНКЦИИ И СТРУКТУРА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО
ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССОРА

Рудаков К. С.,
Деткин В. Г.,
Хрулёв Н. В.,
Титоренко И. С.

Черкасский государственный технологический университет

Розглянуті основні проблеми і задачі діагностики сучасних обчислювальних систем. Вирішена задача локалізації програмних помилок, апаратних неполадок і збоїв засобами спеціалізованого діагностичного процесора. Визначена модель функцій і режимів роботи спеціалізованого діагностичного процесора в реальному масштабі часу. Розроблена структурна схема пристрою, яка враховує реалізацію окремих вимог, режимів і умов.

Обнаружение и локализация программных ошибок, аппаратных неисправностей и сбоев в устройствах вычислительной техники являются сложными и традиционно актуальными задачами. Особенно это касается микропроцессорных устройств (МПУ), функционирующих в реальном масштабе времени (РМВ) [1; 2].

Сложность диагностирования современных вычислительных систем определяется многими факторами, в том числе следующими [3–6]:

- высоким уровнем интеграции и сложностью аппаратных средств;
- большим объёмом и сложностью программного обеспечения;
- сравнительно небольшими ресурсами встроенных контрольно-диагностических средств;
- высокими скоростями функционирования МПУ;
- сравнительно редкими отказами и сбоями, их случайным характером;
- отсутствием, как правило, явных признаков принадлежности отказов и сбоев к аппаратной или программной части ЭВМ;
- достаточно большим временем между моментами возникновения ошибок, неисправностей и сбоев и их проявлениями в процессе эксплуатации МПУ;
- высокой неопределённостью относительно времени, причин, характера и форм проявления ошибок и сбоев;
- отсутствием в ряде случаев возможности приостановки работы МПУ для их контроля;
- существенным ростом цены ошибок, неисправностей и сбоев в работе ЭВМ.

Одними из эффективных устройств контроля, обнаружения и локализации ошибок, неисправностей и сбоев в МПУ РМВ являются спе-

Basic problems and tasks of the modern computer systems diagnosing are examined. By the means of specialized diagnostic processor, the problem of software failures localization, hardware disrepairs and failures is solved. The real time model of functions and operation modes of the specialized diagnostic processor is defined. The structural device scheme, that takes into account certain requirements realization, modes and terms, is developed.

циализированные диагностические процессоры (СДП), качество которых существенно зависит от множества реализуемых ими функций и структуры. Учитывая, что причин нарушения работы МПУ и форм их проявления в общем случае бесконечно много, также много может быть и способов реализации СДП. Кроме того, в условиях высокой неопределённости поведения МПУ РМВ при наличии программных ошибок и аппаратных сбоев эффективность СДП обеспечивается не только способностью контролировать вычислительный процесс в целом, но и возможностью получения диагностической информации на уровне фактически выполняемых МПУ команд и операций, а также времени и последовательности их выполнения.

Вычислительный процесс, реализуемый МПУ, отражается состоянием его системной шины, поэтому его можно представить в виде следующего математического описания:

$$P = \langle A, D, C, T \rangle, \quad (1)$$

где A – множество состояний шины адресов;
 D – множество состояний шины данных;
 C – множество состояний шины управления;
 T – множество значений времени реализации операций вычислительного процесса.

Совокупности значений A , D , C и T представляют собой некоторые события, а вычислительный процесс, реализуемый МПУ, – последовательность этих событий или трассу вычислительного процесса.

Трасса вычислительного процесса отражает характерные этапы выполнения алгоритма: линейные участки, операции проверки условий и циклы. Очевидно, что корректный вычислительный процесс характеризуется вполне определенным набором параметров A , D , C и T , а его на-

рушение – искажением одного или нескольких параметров.

Такой подход позволяет контролировать вычислительный процесс с помощью небольшого количества общих для всех МПУ параметров, а также унифицировать СДП для разных типов МПУ.

В идеальном случае СДП должен обеспечить наблюдаемость вычислительного процесса МПУ в любых точках алгоритма и в любое время его реализации. Выполнить это условие для всех событий вычислительного процесса МПУ практически невозможно вследствие большого объёма текущей информации. Но обеспечить приемлемую наблюдаемость в отдельных точках вычислительного процесса и оперативно изменять точки наблюдения путём предварительной установки значений их параметров и условий идентификации событий вполне возможно.

Таким образом, задавая значения параметров A, D, C, T , то есть определяя интересующие события на системной шине, можно в моменты их обнаружения фиксировать и анализировать другие параметры этого вычислительного процесса, содержащие диагностическую информацию об источниках и причинах возможных нарушений.

Если считать, что СДП содержит часы реального времени (ЧРВ), формирующие текущие значения параметра T , а также учесть, что все события проявляются, как правило, в моменты ввода (y_1) и вывода (y_2) информации, то искомое событие можно представить в виде функции

$$e = F(A, D, y_1, y_2). \quad (2)$$

Придавая одному или нескольким параметрам этой функции известные значения (задавая маску поиска), можно определить некоторое множество событий $E = \{e_i\}$ для формирования системы команд СДП.

Для расширения функциональных возможностей СДП целесообразно увеличить набор обнаруживаемых событий диапазонами значений или произвольными наборами значений параметров A, D, C, T . Произвольные наборы значений этих параметров легко реализовать, задавая массивы состояний шины адресов $M[a_i]$ и шины данных $M[d_j]$. Диапазоны значений состояний шин адреса и данных определяются минимальными и максимальными значениями $V[a_{min}, a_{max}]$ для шины адреса и $V[d_{min}, d_{max}]$ для шины данных.

Определим следующие члены множества E :

$e_1 = F(V[a_{min}, a_{max}] \text{ or } M[a_i], y_1 \text{ or } y_2)$ – событие имеет место, если во время цикла чтения или записи на шине адреса присутствует адрес из диапазона $V[a_{min}, a_{max}]$ или один из элементов массива $M[a_i]$;

$e_2 = F(V[d_{min}, d_{max}] \text{ or } M[d_j], y_1 \text{ or } y_2)$ – событие имеет место, если во время цикла чтения или записи на шине данных присутствует

данные из диапазона $V[d_{min}, d_{max}]$ или присутствует один из элементов массива $M[d_j]$;

$e_3 = F(V[a_{min}, a_{max}] \text{ or } M[a_i], V[d_{min}, d_{max}] \text{ or } M[d_j], y_1 \text{ or } y_2)$ – событие имеет место, если во время цикла чтения или записи на шине адреса присутствует адрес из диапазона $V[a_{min}, a_{max}]$ или один из элементов массива $M[a_i]$, а на шине данных присутствуют дан-

ные из диапазона $V[d_{min}, d_{max}]$ или присутствует один из элементов массива $M[d_j]$;

$e_4 = F(V[a_{min}, a_{max}] \text{ or } M[a_i], y_1)$ – событие имеет место, если во время цикла чтения на шине адреса присутствует адрес из диапазона $V[a_{min}, a_{max}]$ или один из элементов массива $M[a_i]$;

$e_5 = F(V[d_{min}, d_{max}] \text{ or } M[d_j], y_1)$ – событие имеет место, если во время цикла чтения на шине данных присутствуют данные из диапазона $V[d_{min}, d_{max}]$ или присутствует один из элементов массива $M[d_j]$;

$e_6 = F(V[a_{min}, a_{max}] \text{ or } M[a_i], V[d_{min}, d_{max}] \text{ or } M[d_j], y_1)$ – событие имеет место, если во время цикла чтения на шине адреса присутствует адрес из диапазона $V[a_{min}, a_{max}]$ или один из элементов массива $M[a_i]$, а на шине данных присутствуют данные из диапазона $V[d_{min}, d_{max}]$ или присутствует один из элементов массива $M[d_j]$;

$e_7 = F(V[a_{min}, a_{max}] \text{ or } M[a_i], y_2)$ – событие имеет место, если во время цикла записи на шине адреса присутствует адрес из диапазона $V[a_{min}, a_{max}]$ или один из элементов массива $M[a_i]$;

$e_8 = F(V[d_{min}, d_{max}] \text{ or } M[d_j], y_2)$ – событие имеет место, если во время цикла записи на шине данных присутствуют данные из диапазона $V[d_{min}, d_{max}]$ или присутствует один из элементов массива $M[d_j]$;

$e_9 = F(V[a_{min}, a_{max}] \text{ or } M[a_i], V[d_{min}, d_{max}] \text{ or } M[d_j], y_2)$ – событие имеет место, если во время цикла записи на шине адреса присутствует адрес из диапазона $V[a_{min}, a_{max}]$ или один из элементов массива $M[a_i]$, а на шине данных присутствуют данные из диапазона $V[d_{min}, d_{max}]$ или присутствует один из элементов массива $M[d_j]$.

Кроме того, при реализации СДП необходимо учесть следующее:

- 1) при реализации циклов события множества E могут появляться многократно, поэтому для устранения неопределённости необходимо обеспечить возможность управляемого пропуска этих событий;
- 2) в ряде случаев важным является сам факт возникновения или отсутствия события, а необходимость фиксации трассы отсутствует;
- 3) фиксация и анализ искажённых параметров часто не позволяют определить место, причину и последствия ошибок, неисправностей и сбоя

ев, так как эта информация содержится в пред- и послеистории этих событий. То есть СДП должен обеспечивать фиксацию и отображение пред- и послеисторий обнаруженных событий.

Если к системе команд СДП, реализованной на основе событий множества E , добавить условные и безусловные переходы, то получится набор команд, с помощью которого можно составлять разнообразные программы контроля и диагностирования МПУ. СДП, реализующий такую систему команд, будет представлять собой цифровой программируемый автомат, специализированный для обнаружения и локализации широкого класса программных ошибок, неисправностей и сбоях МПУ. Если же при этом СДП сможет фиксировать диагностические параметры МПУ в темпе его работы, то его можно будет эффективно использовать и для диагностирования МПУ РМВ. Структура СДП, учитывающая реализацию перечисленных требований, режимов и условий, приведена на рис. 1.

СДП работает в четырёх основных режимах:

- 1) самоконтроль;
- 2) программирование;
- 3) сбор контрольно-диагностической информации МПУ;
- 4) отображение контрольно-диагностической информации.

Режим самоконтроля предназначен для оперативной проверки работоспособности основных узлов СДП. Он выполняется автоматически с помощью БПО при включении питания СДП или по соответствующей команде оператора, при этом контроль осуществляется в основном программными методами.

В режиме программирования оператор с помощью БПО, специализированных команд и языка программирования составляет и вводит в БАИ и БОА контрольно-диагностическую программу поиска искомых событий МПУ и параметры сбора необходимой диагностической информации.

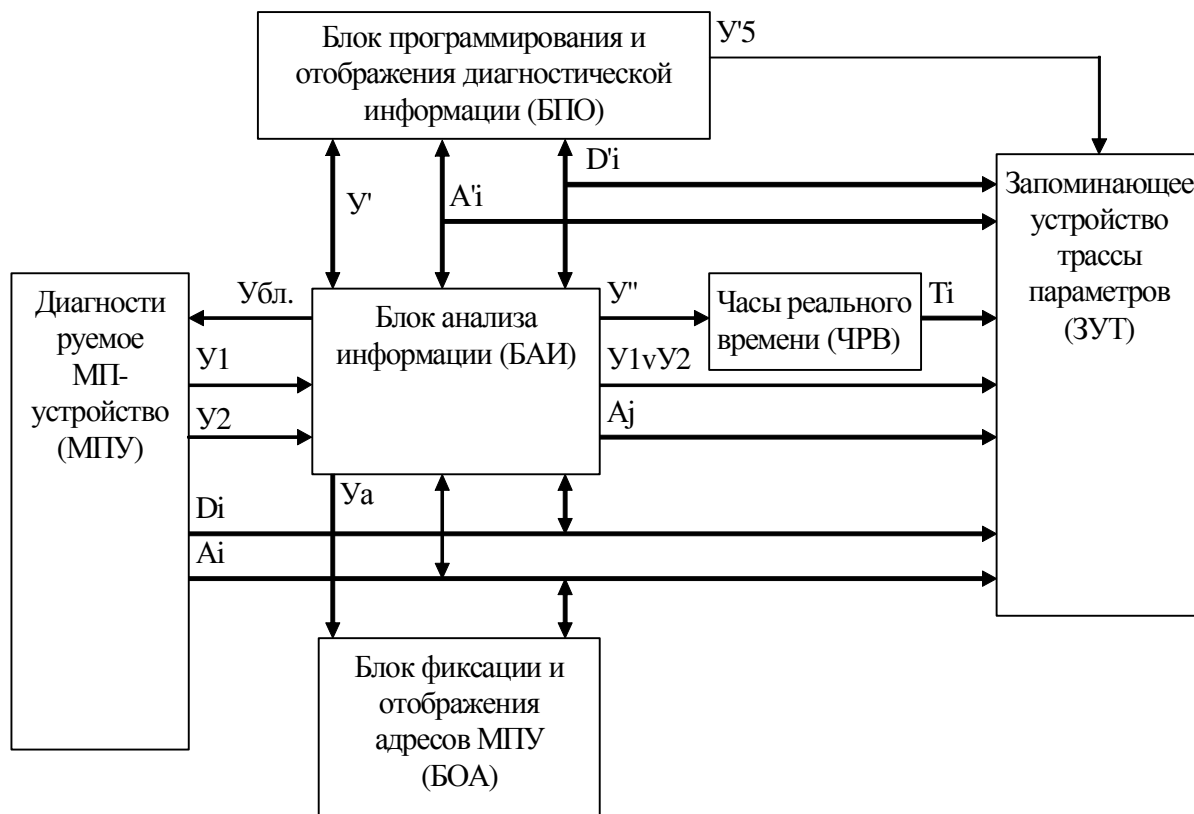


Рис. 1. Структура специализированного диагностического процессора:

$U1$ – сигналы чтения (ввода) МПУ; $U2$ – сигналы записи (вывода) МПУ; $U1vU2$ – сигналы чтения и записи МПУ; $U_{бл.}$ – сигнал блокировки внутренних данных и команд МПУ; D_i – шина данных/команд МПУ; A_i – шина адреса МПУ; A_j – адреса записи диагностической информации в ЗУТ; U'' – сигнал управления ЧРВ; T_i – текущие значения времени; U' – сигналы управления для программирования и отображения состояния БАИ; $A'I$ – внутренняя шина адреса для программирования БАИ и отображения информации ЗУТ; $U5$ – сигналы чтения ЗУТ; $D'I$ – внутренняя шина данных для программирования БАИ и отображения информации ЗУТ; U_a – сигналы управления записью в БОА

Составные части СДП выполняют следующие основные функции:

БПО – подготовка и ввод целевой контрольно-диагностической программы по обнару-

жению искомых событий МПУ и сбору диагностической информации до и после наступления этих событий. Отображение полученной информации.

БАИ – непосредственное наблюдение за вычислительным процессом МПУ, селекция искоемых событий и управление процессом фиксации контрольно-диагностической информации в БОА и ЗУТ.

БОА – фиксация, отображение и сравнение текущей и эталонной адресной информации МПУ.

ЧРВ – формирование меток времени для временной привязки искоемых событий и параметров трассы вычислительного процесса МПУ.

ЗУТ – фиксация отселектированной в соответствии с программой БАИ трассы параметров МПУ.

Сбор контрольно-диагностической информации о работе МПУ БАИ, ЗУТ и БОА осуществляют фактически в автономном режиме, – в соответствии с предварительно введённой программой контроля и в темпе работы МПУ, то есть в реальном масштабе времени. В этом режиме осуществляется поиск событий, заданных оператором СДП, фиксация в ЗУТ искоемых событий и трассы диагностических параметров МПУ с их пред- и послеисториями, а также множество фактически формируемых МПУ адресов.

После выполнения контрольно-диагностической программы или по команде оператора СДП переходит в режим отображения собранной информации о фактической работе МПУ в заданных точках исследуемого алгоритма. Эта информация может отображаться в разных формах. Например: в мнемонической (для отображения трассы реализуемых МПУ команд и данных); в виде гистограммы (для получения информации о последовательности и частоте формирования заданных адресов МПУ); в виде точечного массива адресного пространства МПУ и других. При отображении точечного массива адресов каждый адрес, формируемый МПУ, представляется одной точкой, координаты которой соответствуют старшей и младшей частям отображаемого на экране БОА адреса.

Кроме перечисленных режимов работы, СДП может (на уровне команд контрольно-диагностической программы) активно вмешиваться в вычислительный процесс МПУ, эмулируя в заданных точках реализуемого им алгоритма команды и данные, задаваемые оператором СДП. Такая возможность обеспечивает не только наблюдаемость вычислительного процесса МПУ, но и целевое управление им.

Составляя и реализуя с помощью СДП различные по задачам контрольно-диагностические программы, можно достаточно оперативно управлять вычислительным процессом МПУ, осуществляя сбор и анализ информации практически в любых точках реализуемого им алгоритма. Такая возможность позволяет обнаруживать и локализовать широкий класс программных ошибок, аппаратных неисправностей и сбоев МПУ РМВ.

В результате рассмотрены основные проблемы и задачи диагностирования современных вычислительных систем. Решена задача локализации программных ошибок, аппаратных поломок и сбоев средствами СДП. Определена модель функций и режимов работы СПД в РМВ. Разработана структурная схема устройства, которая учитывает реализацию отдельных требований, режимов и условий. В дальнейшем планируется провести эксперименты для подтверждения теоретической базы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуляев В.А., Кудряшов В.И. Автоматизация наладки и диагностирования микроУВК. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 256 с.
2. Тестирование программного обеспечения / С. Канер и др. / Пер. с англ. – К.: Изд-во "Диа Софт", 2000. – 544 с.
3. Деткин В.Г., Хрулёв Н.В. Методы комплексного контроля вычислительных процессов // Вісник ЧДТУ. – 2006. – №1.
4. Деткин В.Г., Хрулёв Н.В. Синтез структуры устройства формирования адреса для контроля циклов ЭВМ в реальном масштабе времени // Вісник ЧДТУ. – 2006. – №4.
5. Васильев Н.П., Горовой В.Р. Микропроцессоры. Аппаратурно-программные средства отладки: Учеб. пособие для вузов / Под ред. Л.Н. Преснухина. – М.: Высш. шк., 1984. – 95 с.
6. Средства комплексной отладки микропроцессорных устройств / С.Б. Домнин и др.; Под ред. В.Г. Домрачёва. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 145 с.

Рудаков К.С., ст. викладач кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем, ЧДТУ

Деткін В.Г., к.т.н., доцент кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем, ЧДТУ

Хрульов М.В., ст. викладач кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем, ЧДТУ

Тіторенко І.С., студент ЧДТУ

ЗМІСТ

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ТЕХНІКА І АВТОМАТИКА

<i>Зайченко Ю.П., Лавринчук А.Н.</i> Выбор метрики для оптимизации распределения потоков трафика в сетях MPLS	3
<i>Рудаков К.С., Деткин В.Г., Хрулев Н.В., Титоренко И.С.</i> Функции и структура специализированного диагностического процессора	8
<i>Супруненко О.О., Братко О.В.</i> CASE-засоби автоматизованого аналізу програм на основі мережі ПЕТРІ	12

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ МЕТОДИ, УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ

<i>Дахно Т.В.</i> Оцінка придатності логічних функцій для криптографії на основі методу Жигалкіна	16
<i>Демченко В.В., Білощицька С.В.</i> Системно-методологічні засади побудови інформаційних технологій планування і моніторингу обсягів навчальної роботи викладачів і студентів у ВНЗ 3–4 рівня акредитації	19
<i>Ключка К.М.</i> Метод аналізу електричних систем із змінними параметрами	25
<i>Кожухівський А.Д., Занора В.О., Боркун А.І., Пальонний Ю.М., Пальонна Т.А.</i> Експертний метод моделювання профілю ризиків	31
<i>Корнєєв О.М., Протасов С.Ю.</i> Формування та дискретизація інтегральних моделей у задачах спадкової в'язкопружності	36
<i>Кузьмук В.В., Калейников О.О.</i> Распаралеливание программы получения и обработки данных	40
<i>Животова Т.П., Семко І.Б.</i> Управління ризиками в проектах вищих навчальних закладах	44

МАШИНОБУДУВАННЯ

<i>Бойко Л.М.</i> Вплив температурних коливань робочого середовища на тривалу міцність (працездатність) личкованого ДСП	47
<i>Зайвий В.В.</i> Определение теплофизических характеристик внутреннего заполнения многослойных перегородок с минераловатными плитами	51
<i>Некоз О.І., Шевченко В.В., Вербицький С.Б., Батраченко О.В.</i> Зменшення гідравлічного опору решіток вовчка	59
<i>Охрименко К.Я., Рубанов Л.Д.</i> Гипоциклоидная передача в двигателе внутреннего сгорания	65

КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ І КОМПОНЕНТИ, ПРИЛАДОБУДУВАННЯ І РАДІОТЕХНІКА

<i>Аль-Аммори Али, Дяченко П. В.</i> Построение полипараметрической бортовой пожарной Системы сигнализации с параллельно-последовательным информационным резервированием	70
<i>Лега Ю.Г., Палагин В.В., Лелеко С.А.</i> Обнаружители радиосигналов на фоне асимметричных негауссовских помех, оптимальные по моментному критерию типа Неймана-Пирсона	76
<i>Філіпов В.В.</i> Комп'ютерне моделювання оцінювання параметра постійного сигналу при усіченому оцінюванні дисперсії негаусівської завади	82
<i>Яценко І.В.</i> Дослідження впливу керованих параметрів СЕП на термопружні напруження в поверхневих шарах оптичних прямокутних елементів	88

ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ І ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

<i>Кириченко О.В.</i> Дослідження впливу надзвукового обдуву потоком повітря та вісесеметричного обертання на залежності швидкості горіння ПНС від співвідношення компонентів та концентраційні межі горіння	95
<i>Мислюк Є.В., Мислюк О.О., Столяренко Г.С.</i> Вплив технологічних факторів на екологічну безпеку теплоенергетичних установок	101
<i>Свояк Н.І.</i> Проведення екологічної оцінки об'єктів теплоенергетики малих та середніх потужностей	107

ВІТАЄМО ЮВІЛЯРА

До 75-річчя професора <i>В.І. Дісканта</i>	112
--	-----

ВІСНИК

Черкаського державного технологічного університету

3•2009

Статті друкуються в авторській редакції

Керівник видавничого проекту К. В. Давиденко

Технічний редактор Л. М. Салипа

Коректори: С. В. Чмільова, Н. В. Усенко, А. І. Безкровна

Художньо-технічний редактор Н. К. Трохименко

Фото на обкладинці В. М. Шарапова

Видавець – Черкаський державний технологічний університет
бульвар Шевченка, 460, м. Черкаси, 18006.

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 896 від 16.04.2002 р.

Підп. до друку 15.01.2010. Формат 60x84 1/8. Папір офісн.

Друк оперативний. Гарнітура Таймс. Умовн. друк. арк. 14,18. Обл.-вид. арк. 15,18.

Тир. 100. Вид. № 09-0240. Зам. № 10-0017. Ціна договірна.

Надруковано в редакційно-видавничому центрі ЧДТУ
бульвар Шевченка, 460, м. Черкаси, 18006.