

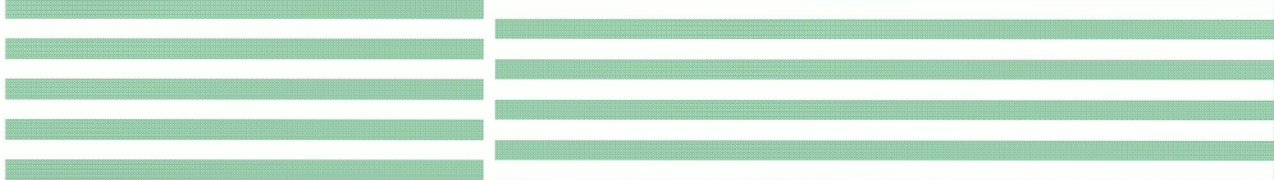
# Вісник

ЧЕРКАСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

1/2011



Серія: технічні науки



# ВІСНИК

## ЧЕРКАСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

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

1/2011

### Редакційна колегія:

Биков В.І., д.т.н., професор  
 Бушуев С.Д., д.т.н., професор  
 Ващенко В.А., д.т.н., професор  
 Голуб С.В., 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'юв 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  
 Поляков С.П., д.т.н., професор  
 Романенко Н.Г., д.т.н., професор  
 Рудницький В.М., д.т.н., професор  
 Снитюк В.Є., д.т.н., професор  
 Столяренко Г.С., д.т.н., професор  
 Тесля 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  
І АВТОМАТИКА

---

- ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ТЕХНІКА  
І ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ МЕТОДИ

---

- МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ  
ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ

---

- КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ  
І КОМПОНЕНТИ,  
ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

---

- МАШИНОБУДУВАННЯ

---

- ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
І ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

---

- НАУКА І ТЕХНІКА:  
ІДЕЇ ТА ГІПОТЕЗИ

---

### АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:

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

ЗАСНОВНИК –  
Черкаський державний  
технологічний університет

**ВІСНИК**  
**Черкаського державного**  
**технологічного університету**  
1 · 2011

**СЕРІЯ: ТЕХНІЧНІ НАУКИ**

Затверджено ВАК України  
як фахове видання з технічних наук;  
перереєстровано 16.12.2009 р., № 1-05/6;  
Бюлетень ВАК України. – 2010. – №12

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 № 6  
від 21.02.2011 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”, № 1, 2011

## СИСТЕМА КОМАНД ДІАГНОСТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССОРА

Рудаков К.С.,  
Деткин В.Г., к.т.н., доцент,  
Титоренко И.С.

Черкасский государственный технологический университет

*Розглянуто основні принципи побудови системи команд спеціалізованого програмованого діагностичного процесора, здатного не тільки оперативно реалізувати ефективні діагностичні програми виявлення і локалізації широкого класу несправностей, збоїв і помилок в обчислювальних системах з шинною структурою, а й виконувати їх у реальному масштабі часу. Визначено склад, розрядність і функції діагностичних команд, прийнятний обсяг діагностичних програм, що складаються на їх основі.*

**Ключові слова:** спеціалізований діагностичний процесор, реальний масштаб часу, мікропроцесорний контролер, мікроконтролер, діагностичні команди.

Эффективное обнаружение и локализация программно-аппаратных ошибок и сбоев ЭВМ со временем становится все более актуальной задачей [1]. Особенно это касается вычислительных систем, функционирующих в реальном масштабе времени (РМВ) [2; 3]. Как правило, подобные задачи решаются с помощью специализированных диагностических процессоров (СДП), эффективность которых существенно зависит от выбора и реализации команд для программирования их целевых функций.

Наиболее популярной линейкой микроконтроллеров в наши дни являются устройства, основанные на архитектуре ARM и AVR32 фирмы ATMEL. Большую долю рынка 32-разрядных контроллеров в настоящее время занимают микросхемы именно на базе ядер ARM7, ARM9 и ARM11. Диагностирование программно-аппаратных ошибок данного класса устройств является задачей сложной и перспективной.

Рассмотрим систему команд СДП, содержащего блок анализа информации, часы реального времени, запоминающее устройство трассы параметров и блок отображения адресов и ориентированного на 8-и и 16-и разрядные микропроцессорные контроллеры (МПК) с шинной структурой [4]. Такие контроллеры широко используются в управлении системами РМВ.

В идеальном случае СДП должен уметь обнаруживать и фиксировать любые события

*The basic principles of the construction of command system of specialized diagnostic programmed processor, which is capable not only to implement effective diagnostic programs of detection and location of wide class of faults, failures and errors in computer systems with tire structure, but also to perform them in real time. The composition, capacity and features of diagnostic commands, acceptable amount of diagnostic programs, compiled on their basis, have been pointed out.*

**Key words:** specialized diagnostic processor, real time, microprocessor-based controller, microcontroller, diagnostic commands.

вычислительного процесса, а событием может быть любое состояние контролируемого МПК. Например, запись определенной информации по заданному адресу, вывод информации в канал связи, безусловный переход управляющей программы, прерывание и так далее. При этом в условиях внешних и внутренних помех, сбоев и неисправностей количество подобных событий стремится к бесконечности, хотя большинство из них можно достаточно четко определить с помощью сравнительно небольшого множества диагностических параметров [2].

Для определения формата диагностических команд примем следующие исходные условия и режимы СДП:

- максимальный объем диагностических программ – 16 команд;
- возможность оперативного составления пользователями любых диагностических программ в рамках принятой системы команд;
- пропуск событий исследуемой МПК от 0 до 256 раз для одной команды анализа;
- возможность измерения и использования временных интервалов в диапазоне от 1 до  $16 \cdot 10^6$  мкс;
- формы отображения диагностической информации:
  - двоичная;
  - 16-ричная;
  - мнемоническая (дизассемблированная);
  - координатная (для адресов);
  - гистограммы;

- наличие активного режима имитации событий;
  - отображение адресного пространства исследуемого МПК и эталонной памяти СДП;
  - наличие режима трассировки – отображение обращения МПК по определенным адресам;
  - наличие режима сравнения – повторение диагностической программы и сравнение текущей информации с полученной ранее.
  - задержка момента анализа в диапазоне от 0 до 655 мс;
  - установка и поиск одного из двух событий;
  - фиксация предистории (ДО) и послеистории (ПОСЛЕ) событий. Объем ДО + ПОСЛЕ  $\leq 4096$ ;
  - максимальный цикл анализа – 16 с.
- Формат команд, учитывающий перечисленные условия, приведен на рис. 1.

Команда		АДР1	АДР2, (ВЫХ РГ, Т)	ДААННЫЕ	ПЕРЕХОД	ПРОПУСК	ЗП	ЧТ	ЗТ	ЗЭ
Адрес ко-манды	Код команды									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Рис. 1. Формат команды диагностического процессора

Команды СДП состоят из 11 полей, определяющих следующее назначение и функции:

- **поле 1** "Адрес команды" (4 бита) – адрес команды программы анализа СДП. Максимальное количество адресов – 16;
- **поле 2** "Код команды" (от 1 до 4 знаков) – определяет функцию текущей операции СДП при выполнении программы анализа вычислительного процесса МПК;
- **поле 3** "АДР1" (20 разрядов) – значение искомого адреса исследуемого МПК. Задается в 16-ричной системе счисления;
- **поле 4**. В зависимости от кода команды поле может иметь три значения:
  - 1) "АДР2" (20 разрядов) – второй искомый адрес МПК;
  - 2) "ВЫХ РГ" (8 разрядов) – значения разрядов регистра управления вычислительным процессом МПК (выходного регистра СДП);
  - 3) "Т" – значение временной задержки момента анализа (тайм-аут СДП);
- **поле 5** "ДААННЫЕ" – значение искомого данного МПК, которое может маскироваться СДП;
- **поле 6** "ПЕРЕХОД" (4 бита, 16-ричная форма счисления) – значения адресов условного или безусловного переходов в программе анализа СДП. Если поле не заполняется, то СДП выполняет следующую по порядку команду анализа;
- **поле 7** "ПРОПУСК" (8 бит, 10-ричная форма счисления) – количество пропусков событий МПК, заданных текущей командой

анализа СДП. Количество пропусков задается в диапазоне от 0 до 256;

- **поля 8 "ЗП" и 9 "ЧТ"** (по одному биту) – признаки цикла работы исследуемой МПК (ввода или вывода), в которых ожидают проявление искомым событий. Для вывода ЗП = 1, ЧТ = 0; для ввода ЗП = 0, ЧТ = 1; для ввода-вывода ЗП = 1, ЧТ = 1;
- **поле 10 "ЗТ"** (один бит) – признак записи информации МПК в память трассы параметров СДП. Если ЗТ = 1, то текущие параметры вычислительного процесса МПК будут запоминаться, если ЗТ = 0, – не будут;
- **поле 11 "ЗЭ"** (один бит) – признак записи текущей адресной информации МПК в эталонную память СДП после обнаружения искомого события. Если необходимо зафиксировать текущие адреса МПК, то устанавливают ЗЭ = 1, если такой необходимости нет, ЗЭ = 0.

Коды команд программы анализа определяют характеристики событий исследуемого МПК и действия, выполняемые СДП при проявлении или отсутствии этих событий в потоке входной диагностической информации. При этом коды команд СДП могут содержать от одного до четырех диагностических и/или управляющих признаков, приведенных в табл. 1.

В командах СДП могут учитываться от одного до четырех диагностических и управляющих признаков. Перечень наиболее эффективных для диагностирования вычислительных процессов МПК кодов команд приведен в табл. 2.

## Признаки кодов команд СДП

Признаки кодов команд	Значения признаков
А	Ожидание актуализации МПК адреса, указанного в поле 3 "АДР1" команды анализа СДП.
Б	Переход к команде программы анализа СДП, адрес которой указан в поле 6 "ПЕРЕХОД".
Д	Ожидание актуализации МПК данных, указанных в поле 5 "ДАнные" команды анализа СДП.
З	Ожидание актуализации МПК адреса $A_N$ , где $АДР1 < A_N < АДР2$ .
О	Ожидание актуализации МПК одного из двух состояний: 1) актуализации адреса, указанного в поле 3 "АДР1". В этом случае выполняется действие текущей команды, после чего происходит переход к следующей по порядку команде анализа СДП; 2) актуализации адреса, указанного в поле 4 "АДР2". В этом случае выполняется действие текущей команды, после чего происходит переход к команде анализа СДП, адрес которой указан в поле 6 "ПЕРЕХОД".
П	Ожидание актуализации МПК адреса, указанного в поле 3 "АДР1" команды анализа СДП и установка на линиях данных МПК кода, указанного в поле 5 "ДАнные".
Р	Установка разрядов выходного регистра СДП в состояние, указанное в поле 4 "ВЫХ РГ" команды анализа.
С	Ожидание актуализации МПК адресов $A_N$ , не занесенных в эталонную память СДП, где $АДР1 < A_N < АДР2$ .
Т	Ожидание окончания времени, указанного в поле 4 "Т".
У	Анализ текущего события МПК без ожидания каких-либо других условий (сразу после выборки диагностической команды с признаком У). Если текущее событие МПК отличается от заданного диагностической командой с признаком У, то происходит переход СДП к команде по адресу, указанному в поле 6 "ПЕРЕХОД". Если событие МПК соответствует заданному диагностической командой с признаком У, то происходит переход к следующей по порядку команде программы анализа СДП
К	Окончание программы анализа СДП.

Таблиця 2

## Команды СДП

Коды команд СДП	Выполняемые действия
1	2
А	Запись в СДП информации в объеме ПОСЛЕ в случае актуализации МПК адреса, заданного в поле 3 "АДР1", и установки "1" в поле 10 "ЗТ". После выполнения команды А – переход к следующей по порядку команде программы анализа СДП.
Д	То же, что для кода команды А, но в случае актуализации МПК данных, заданных полем 5 "ДАнные" текущей команды анализа СДП.
АД	То же, что для кода команды А, но в случае одновременной актуализации МПК адреса и данных, заданных полями 3 "АДР1" и 5 "ДАнные" текущей команды анализа СДП.
З	То же, что для кода команды А, но в случае актуализации МПК адреса $A_N$ , где $АДР1 < A_N < АДР2$ .
ДЗ	То же, что для кода команды А, но в случае одновременной актуализации МПК адреса $A_N$ , где $АДР1 < A_N < АДР2$ , и данных, заданных полем 5 "ДАнные" текущей команды анализа СДП.
Б	Безусловный переход СДП к команде программы анализа, адрес которой указан в поле 6 "ПЕРЕХОД".
АБ, ДБ, АДБ, ЗБ, ДЗБ	Группа команд с признаком Б после актуализации МПК соответственно событий А, АД, Д, З, ДЗ осуществляет безусловный переход программы анализа СДП к команде, адрес которой указан в поле 6 "ПЕРЕХОД", и запись информации в объеме ПОСЛЕ в случае установки "1" в поле 10 "ЗТ".

1	2
АУ, ДУ, АДУ, ЗУ, ДЗУ	Группа команд с признаком У осуществляет условный переход программы анализа СДП. Если МПК в момент появления этих команд не актуализировал ожидаемое событие, то происходит переход программы анализа СДП к команде с адресом, указанном в поле 6 "ПЕРЕХОД". Если актуализировал, – выполняется следующая по порядку команда анализа. При этом в поле 7 "ПРОПУСК" задается количество импульсов синхронизации входной информации, пропускаемых СДП.
АР, ДР, АДР, БР, АБР, АДБР, ДБР	Группа команд с признаком Р в случае актуализации МПК ожидаемого события осуществляет установку выходного регистра СДП в соответствие с кодом, заданным в поле 4 "ВЫХ РГ".
О	Если МПК первым актуализировал адрес, указанный в поле 3 "АДР1", то СДП осуществляет переход к следующей по порядку команде программы анализа. Если первым актуализировался адрес, указанный в поле 4 "АДР2", то происходит переход программы анализа по адресу, указанному в поле 6 "ПЕРЕХОД".
П	После актуализации МПК адреса, заданного в поле 3 "АДР1", СДП устанавливает данные, заданные в поле 5 "ДААННЫЕ команды анализа".
Р	Установка выходного регистра СДП в соответствие с кодом, заданным в поле 4 "ВЫХ РГ" (синхронно с циклом ввода и/или вывода МПК и с учетом пропусков событий, указанных в поле 7 "ПРОПУСК").
С	После установки "1" в поле 10 "ЗТ" команды анализа и актуализации МПК адреса, не совпадающего с адресами, занесенными в эталонную память СДП и удовлетворяющих условиям команды З, переход к команде анализа, адрес которой задан в поле 6 "ПЕРЕХОД". При этом также учитываются признаки, установленные в полях 8 "ЗП" и 9 "ЧТ".
Т	После истечения времени, заданного в поле 4 "Т", переход к команде, адрес которой задан в поле 6 "ПЕРЕХОД".
К	Выход СДП из программы анализа МПК и накопления диагностической информации.

Результатом выполнения программы анализа СДП может быть:

- накопленная диагностическая информация в объеме ДО + ПОСЛЕ в окрестностях одного или нескольких событий вычислительного процесса МПК;
- записанная в эталонную память СДП информация о состояниях МПК в определенных точках вычислительного процесса;
- заранее определенное изменение вычислительного процесса МПК;
- формирование сигналов синхронизации при актуализации МПК событий, заданных программой анализа СДП.

Рассмотренный формат диагностических команд СДП позволяет не только оперативно составлять достаточно эффективные диагностические программы в процессе поиска и локализации неисправностей, сбоев и ошибок любой сложности, но и сделать все команды однократными, что является важным условием диагностирования МПК в реальном масштабе времени.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Средства комплексной отладки микропроцессорных устройств / С.Б. Домнин и др.; Под

ред. В.Г. Домрачева. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 145 с.

2. Деткин В.Г., Хрулев Н.В. Методы комплексного контроля вычислительных процессов // Вісник ЧДТУ. – 2006. – № 1. – С. 76–80.
3. Деткин В.Г., Хрулев Н.В. Синтез структуры устройства формирования адреса для контроля циклов ЭВМ в реальном масштабе времени // Вісник ЧДТУ. – 2006. – № 4. – С. 130–133.
4. Рудаков К.С., Деткин В.Г., Хрулев Н.В., Титоренко И.С. Функции и структура специализированного диагностического процессора // Вісник ЧДТУ. – 2009. – № 3. – С. 8–11.

**Рудаков К.С.**, старший викладач кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем, Черкаський державний технологічний університет.

**Деткін В.Г.**, к.т.н., доцент кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем, Черкаський державний технологічний університет.

**Тіторенко І.С.**, студент магістратури кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем, Черкаський державний технологічний університет.

# ЗМІСТ

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І АВТОМАТИКА

<i>Тимченко А.А., Ночевнов Д.П.</i> Структурні перетворення системних з'єднань (послідовних, паралельних, зворотно-паралельних) .....	3
<i>Мирошник О.М., Стась С.В.</i> Метод визначення області компромісу між вартістю житла та його пожежною безпекою .....	9
<i>Паленный Ю.Н., Редкокаша А.А., Журавель П.Д.</i> Технология создания открытых тестов для проверки знаний по базам данных .....	14
<i>Рудаков К.С., Деткин В.Г., Титоренко И.С.</i> Система команд диагностического процессора .....	20
<i>Рзаев Р.Р., Ибрагимов А.И.</i> Применение нечетких методов анализа для оценки кредитоспособности предприятий .....	24
<i>Самойленко Д.М., Мірошниченко О.В., Попов Д.Д.</i> Використання семантичного підходу при організації вимірювання знань .....	31
<i>Титарчук А.О.</i> Основні положення методології автоматизації процесів конструювання технологічної машини-автомата .....	37
<i>Булгакова О.С., Степашко В.С.</i> Порівняльний аналіз ефективності ітераційних алгоритмів МГУА за допомогою обчислювальних експериментів .....	41

## ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ТЕХНІКА І ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ МЕТОДИ

<i>Кочкарев Ю.А., Панаско Е.Н., Синько И.В.</i> Возможности реализации логических функций в ортогональной форме представления .....	45
---	----

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ

<i>Берзлев О.Ю., Маляр М.М., Ніколенко В.В.</i> Адаптивні комбіновані моделі прогнозування біржових показників .....	50
<i>Верлань А.Ф., Ключка К.Н.</i> Метод интегральных уравнений в задаче идентификации параметров электрических цепей .....	55
<i>Оберемок І.І., Оберемок Н.В.</i> Формування цілей та результатів реалізації проектів розвитку організації .....	59
<i>Протасов С.Ю.</i> Взаимопреобразование моделей прямых и обратных задач при исследовании нестационарных систем управления .....	63

## КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ І КОМПОНЕНТИ, ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

<i>Лукашенко А.Г., Лукашенко Д.А., Лукашенко В.А., Лукашенко В.М.</i> Високонадійний багатofункціональний обчислювач для спеціалізованих лазерних технологічних комплексів .....	67
<i>Савин В.Г., Моргун И.О., Шаранов В.М.</i> Вынужденные колебания цилиндрического пьезопреобразователя при неоднородном электрическом возбуждении .....	71



<i>Шарапов В.М., Сотула Ж.В., Молчанов П.А., Савин В.Г.</i> К вопросу о создании низкочастотных акустических колебаний с помощью пьезоэлектрических преобразователей .....	78
<i>Шарапов В.М., Сотула Ж.В., Молчанов П.А., Савин В.Г.</i> Методы синтеза пьезоэлектрических преобразователей: метод добавочных элементов. Индуктивность .....	82
<i>Шарапов В.М., Сотула Ж.В., Куницкая Л.Г.</i> Модель пьезотрансформаторного дискового преобразователя.....	86
<i>Палагін В.В., Палагіна О.А., Сорочинський О.В.</i> Нелінійні алгоритми розпізнавання сигналів на тлі експесних негауссівських завад.....	91

#### МАШИНОБУДУВАННЯ

<i>Боркун А.І., Занора В.О., Крейда Р.М.</i> Підвищення надійності складання різьбових з'єднань в ремонтно-цехових умовах.....	97
<i>Пилипенко О.М., Семенов В.Г., Шльончак І.А., Васильченко В.Ю.</i> Оцінка паливної економічності дизеля в умовах експлуатації .....	100
<i>Бойко В.В.</i> Структурний синтез нелінійних систем автоматичного управління безпечним рухом автомобіля.....	105

#### ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ І ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

<i>Вязовик В.М.</i> Математична модель процесу горіння газоподібного палива з використанням електрокаталітичного методу інтенсифікації .....	110
<i>Гусятинська Н.А., Касян І.М., Богданов Є.С., Чорна Т.М.</i> Застосування солей алюмінію та ПГМГ для очищення цукровмісних розчинів .....	115
<i>Кириченко О.В.</i> Залежність вмісту високотемпературного конденсату в продуктах згорання піротехнічних сумішей алюмінію з нітратовмісними окислювачами від співвідношення компонентів та зовнішнього тиску .....	119
<i>Кучерук В.Ю., Дудатьєв І.А.</i> Система вимірювання температури димових газів котельних установок .....	125

#### НАУКА І ТЕХНІКА: ІДЕЇ ТА ГІПОТЕЗИ

<i>Поляков С.П., Калейников Г.Е., Беспалько С.А.</i> Вода – основа енергетики .....	129
---	-----

ВІСНИК  
Черкаського державного технологічного університету  
1 • 2011

*Статті друкуються в авторській редакції*

*Технічний редактор Давиденко К.В.*

*Комп'ютерна обробка: Салипа Л.М., Костенко О.А., Лященко Л.А.*

*Коректори: Костенко Т.В., Бойченко О.П.*

*Художньо-технічний редактор Трохименко Н.К.*

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

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 896 від 16.04.2002 р.

Формат 60x84 1/8. Папір офісн. Друк оперативний. Гарнітура Times New Roman.  
Умовн. друк. арк. 16,04. Обл.-вид. арк. 14,1. Зам. 11-0057. Ціна договірна.

---

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