

ISSN 1995-0519  
ISSN 2072-8263

# ВІСНИК



КРЕМЕНЧУЦЬКОГО  
ДЕРЖАВНОГО  
УНІВЕРСИТЕТУ  
ІМЕНІ МИХАЙЛА  
ФЕДОРОВСЬКОГО

50  
ЛІТ  
ДІЯЧІ  
УНІВЕРСИТЕТУ

Випуск 4/2010 (63) частина 3



УКРАЇНА  
МІНІСТЕРСТВО ЮСТИЦІЇ

# СВІДОЦТВО

## ПРО ДЕРЖАВНУ РЕЄСТРАЦІЮ ДРУКОВАНОГО ЗАСОБУ МАСОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Серія КВ № 16538-5010 ПР

“Вісник Кременчуцького державного університету імені Михайла  
Остроградського”

(Назва видання державної мовою)

(Назва видання іншою мовою (мовами))

Вид видання журналі

(Інша мова (мови): російська, українська, англійська, французька)

Статус видання періодичне

(Неперіодичне)

Мова (мови) видання змешаними мовами українська, російська, англійська

Вид видання

за призначенням наукове, науково-практичне, науково-методичне

(Інше призначення: навчальне, навчально-методичне)

Обсяг, періодичність до 20 ум. друк. арк., 6 разів на рік

Сфера розповсюдження та категорія читачів загальнодержавна

професійні, викладачі, працівники технічних та гуманітарних галузей, аспіранти, студенти

Засновник (співзасновники) Кременчуцький державний університет імені  
Михайла Остроградського

Прогнозовані цілі (основні принципи) інформування у наукових публікаціях про результати  
дані тематики спрямованість науки, освіти і виробництва, вираженеж в науковій  
розробці фундаментальних, прикладних досліджень у галузі технічних, природничих та  
гуманітарних наук

Міністр  
24.03.2010



Олександр Завринович

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Кременчуцький державний університет  
імені Михайла Остроградського**

# **В І С Н И К**

**Кременчуцького державного університету  
імені Михайла Остроградського**

**№ 4/2010 (63)  
частина 3**

- Електромеханічні системи та автоматизація
- Електричні машини і апарати
- Енергетика та енергоресурсозбереження
- Діагностика в електромеханічних і енергетичних системах
- Інформаційні системи і моделювання
- Електронні апарати, комп'ютерна техніка і інформаційно-вимірювальні технології
- Нові технології в машинобудуванні
- Нанотехнології та нові матеріали
- Транспорт. Дорожні та будівельні машини
- Геотехнічна і гірничча механіка
- Ресурсозберігаючі технології в проектуванні, землевпорядкуванні та будівництві
- Екологічна безпека
- Природничі науки
- Гуманітарні науки
- Економічні та маркетингові дослідження виробничо-підприємницької діяльності
- Проблеми вищої школи
- Ювілейні дати
- Короткі повідомлення (листи до редакції)

**Кременчук – 2010**

Вісник Кременчуцького державного університету  
імені Михайла Остроградського. –  
Кременчук: КДУ, 2010. – Вип. 4/2010 (63) частина 3. – 202 с.

ISSN 1995–0519

ISSN 2072–8263

Відповідно до постанови президії ВАК України від 08.07.2009 року № 1-05/3 журнал пройшов реєстрацію і внесений до Переліку № 1 фахових видань, в якому можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата технічних наук.

Друкується за рішенням Вченої ради Кременчуцького державного університету імені Михайла Остроградського (протокол ВР № 6 від 29.04.2010 р.).  
Свідоцтво про державну реєстрацію серії КВ № 16538–5010 ПР від 24.03.2010 р.

Журнал публікує статті, які містять нові теоретичні та практичні результати в галузях технічних, природничих та гуманітарних наук.

**Редакційна рада:**

Алферов В.П., д.м.н., проф. (Росія); Андрусенко О.М., д.т.н., проф.; Аргамонов В.В., д.т.н., проф.; Бахарев В.С., к.т.н., доц.; Воробйов В.В., д.т.н., проф.; Гаврилюк Ю.М., к.т.н., доц.; Гученко М.І., д.т.н., проф.; Джеммі Кейсі, д.н., проф. (США); Драгобецький В.В., д.т.н., проф.; Єлізаров О.І., д.ф.-м.н., проф.; Єфремов Е.І., д.т.н., проф.; Жорняк М.С., к.т.н., доц.; Загірняк М.В., д.т.н., проф. (голова ради); Йоханнес Центнер, д.т.н., проф. (Німеччина); Капустян Г.Т., д.і.н., проф.; Касич А.О., д.е.н., проф.; Никифоров В.В., к.б.н., доц. (відповідальний секретар); Кжиштоф Ключинський, д.т.н., проф. (Польща); Кириленко О.В., д.т.н.; Козловська Т.Ф., к.х.н., доц. (науково-технічний редактор); Комір В.М., д.т.н., проф.; Коренькова Т.В., к.т.н., доц.; Луговой А.В., к.т.н., проф. (заступник голови); Ляшенко В.П., к.ф.-м.н., доц.; Мартинов В.Л., к.т.н., доц.; Маслак В.І., к.і.н., доц.; Маслак О.І., к.е.н., доц.; Маслов О.Г., д.т.н., проф.; Мелявєць Даміан, д.н., проф. (Словенія); Мороз М.М., к.т.н., доц.; Мосьпан В.О., к.т.н., доц.; Некрасов А.В., к.т.н., доц.; Павленко О.В., д.т.н., проф. (Росія); Романенко С.С. (заст. відповідального секретаря); Родькін Д.Й., д.т.н., проф.; Саленко О.Ф., д.т.н., проф.; Сінчук О.М., д.т.н., проф.; Сокур М.І., д.т.н., проф.; Солтус А.П., д.т.н., проф.; Фарина С.Я., к.е.н., доц.; Хоменко М.М., д.е.н., проф.; Чебенко В.М., д.т.н., проф.; Черний О.П., д.т.н., проф.; Шмандій В.М., д.т.н., проф.

© Науково-дослідна частина, 2010 р.

ISSN 1995–0519

ISSN 2072–8263

---

Адреса редакції: 39600, м. Кременчук, вул. Першотравнева, 20. Кременчуцький державний університет імені Михайла Остроградського. МОВ, к. 3210.  
Телефон: (05366) 3-62-17. E-mail: [nich@kdu.edu.ua](mailto:nich@kdu.edu.ua)

---

УДК 656(1-21):681.5+658.58

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТА СТРУКТУРА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ПРИСКОРЮВАЧА ТРАМВАЯ

Розводюк М.П., к.т.н., доц., Шевчук Ю.В., асп., Солонінко М.А., студ.

Вінницький національний технічний університет  
вул. Хмельницьке шосе, 95, 21021, м. Вінниця, Україна  
E-mail: sheva\_era03@mail.ru

Обговорюється математична модель пристрою для діагностування прискорювача трамвая та спосіб покращення надійності структури цього пристрою шляхом заміни великої кількості сенсорів наявності потенціалів на контактних пальцях одним сенсором струму та відповідна адаптація структури для правильної роботи пристрою.

Ключові слова: трамвай, прискорювач, контактні пальці, діагностика.

**Вступ.** Відомо [1], що прискорювач трамвая ОА22 є однією із ланок, у якій виявляється найбільше відмов в структурі системи керування. Тому питання розробки системи для автоматичного діагностування даного функціонального вузла є актуальним.

Прискорювач трамвая працює наступним чином [2]. При повороті ізолюючого ролика на деякий кут відбувається замикання відповідного контактного пальця  $i$  ( $i=1...101$ ), що в свою чергу приводить до зменшення опору прискорювача на значення, що пропорційне куту повороту  $\alpha$ . Отже, у вихідному стані ( $\alpha = 0^\circ$ ) прискорювач має максимальний опір, а при замкнутому останньому контактному пальці ( $\alpha \approx 356,44^\circ$ ) опір прискорювача дорівнює нулю. Крім того, на валу ізолюючого ролика знаходяться кулачковий механізм, який комутує так звані блок-контакти  $Z_j$  ( $j=1...12$ ).

**Аналіз попередніх досліджень.** Структура пристрою для діагностування прискорювача трамвая, що запропонована в роботі [3], передбачає встановлення на кожен секцію прискорювача сенсорів наявності потенціалу. Тобто безпосередньо на сто одному контактному пальці прискорювача мають бути встановлені відповідні сенсори, які підключаються до пристрою діагностування і забезпечують отримання інформації про стани контактних пальців прискорювача (замкнутий або розімкнутий). Сенсори такого ж типу встановлюються на блок-контактних парах  $Z_j$ , які також підключені до пристрою діагностування і забезпечують отримання інформації про стани блок-контактів (замкнутий або розімкнутий) [4]. В результаті проходження повного циклу (ізолюючий ролик робить повний оберт) в реєстр пристрою діагностування записуються стани всіх контактних пальців при відповідних положеннях блок-контактних пар, комутація яких задається діаграмою з поетапним порівнянням згідно рис. 1. Також отримані дані про комутацію контактних пальців порівнюються із відповідним сигналом сенсора кутового положення ізолюючого ролика. У випадку невідповідності сигналів діаграмі комутації (рис. 1) індикатори будуть сигналізувати про несправність.

Але представлена структура для діагностування прискорювача трамвая характеризується низькою надійністю через свою громіздку та розподілену структуру та складністю її практичної реалізації. Крім того діагностична інформація про роботу прискорювача трамвая отримується після проходження повного циклу.

**Мета роботи.** Підвищення надійності пристрою для діагностування прискорювача трамвая шляхом зменшення кількості сенсорів, на основі розробленої нової математичної моделі.

**Матеріал і результати дослідження.** Пропонується математична модель пристрою для діагностування пуско-гальмівного реостата трамвая, яка може бути представлена узагальненим цифровим сигналом, що характеризує комбінацію замкнених та розімкнених контактних пальців в залежності від кута повороту ізолюючого ролика у вигляді вектора:

$$A(\alpha) = [a_1 \dots a_i \dots a_{101}], \quad (1)$$

де  $a_i$  – сигнал, який характеризує замкнений або розімкнений стан  $i$ -го контактного пальця (по куту повороту ізолюючого ролика, який набуває значень «1» або «0», коли контактний палець замкнений або розімкнений відповідно),  $\alpha$  – кут повороту ізолюючого ролика прискорювача.

Узагальнений цифровий сигнал, який характеризує комбінацію замкнених та розімкнених контактних пальців в залежності від струму через прискорювач представлений вектором:

$$B(I) = [b_1 \dots b_m \dots b_{101}], \quad (2)$$

де  $b_m$  – сигнал, який характеризує замкнений або розімкнений стан  $m$ -го контактного пальця (по струму прискорювача, який набуває значень «1» або «0», замкнений або розімкнений відповідно),  $I$  – струм, який проходить через прискорювач.

Аналогічно узагальнений цифровий сигнал, який характеризує комбінацію замкнених або розімкнених контактних пальців в залежності від комбінації замкнених або розімкнених блок-контактних пар  $Z_j$ , який характеризується вектором визначеним з комутаційної діаграми рис. 1:

$$C(Z) = [c_1 \dots c_n \dots c_{101}], \quad (3)$$

де  $c_n$  – сигнал який характеризує замкнений або розімкнений стан  $n$ -го контактного пальця (відповідно до діаграми комутації рис. 1, який набуває значень «1» або «0», замкнений або розімкнений відповідно),  $Z$  – комбінація замкнених та розімкнених блок-контактних пар.

Рівняння, яке характеризує справний стан прискорювача трамвая має такий вигляд:

$$A(\alpha) \cdot B(I) \wedge A(\alpha) \cdot C(Z) = i, \quad (4)$$

Відповідно до розробленої математичної моделі, використовуючи промислову елементну базу, розроблено структуру для діагностування

прискорювача трамвая, яка представлена на рис. 2. На рис. 2: 1 – сенсор кутового положення ізолюючого ролика, 2 – сенсор струму прискорювача, 3-14 – сенсори наявності потенціалів на блок-контактних парах, 15 – генератор імпульсів, 16-29 – нормовані перетворювачі, 31, 32 – аналого-цифрові перетворювачі, 33, 35 – цифрові функціональні перетворювачі, 34 – дешифратор, 36 – мультиплексор, 37 – цифровий компаратор, 38, 39 – елементи І, 40, 41 – блоки індикації

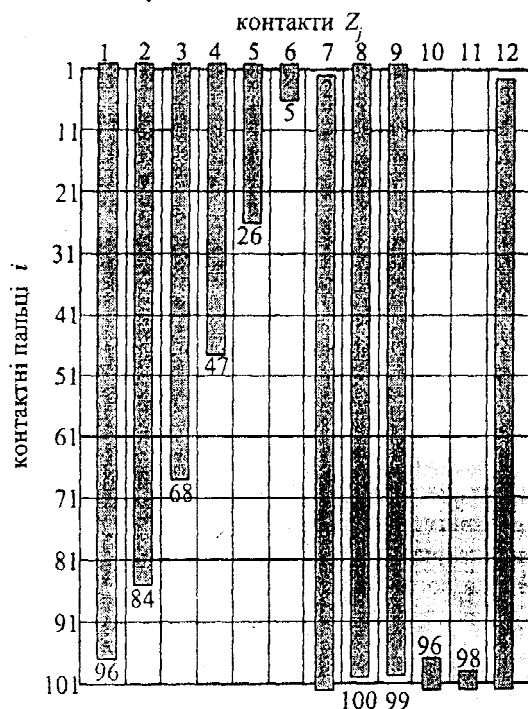


Рисунок 1 – Діаграма комутації блок-контактних пар прискорювача

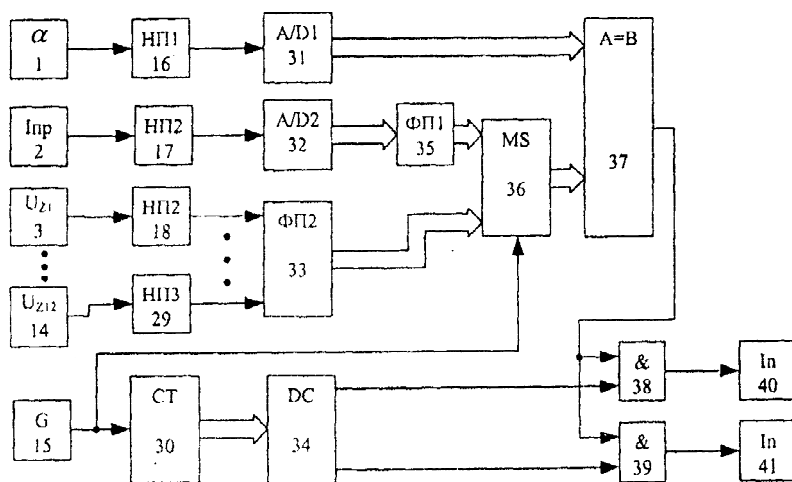


Рисунок 2 - Структура пристрою для автоматичного діагностування прискорювача трамвая

Запропонований пристрій працює наступним чином. При подачі напруги живлення генератор 15 починає генерувати імпульси, які підраховує двохрозрядний лічильник 30, двійковий код з виходу лічильника імпульсів поступає на вхід дешифратора 34, на виходах якого почергово

встановлюється сигнал логічної одиниці, сигнали з першого та другого виходів дешифратора поступають на другі входи 38 та 39 елементів "І" відповідно. Також імпульси з вихода генератора 15 поступають на комутуючий вхід мультиплексора 36, який підключає до вихідної цифрової шини

почергово першу і другу вхідні цифрові шини. Сенсор кута повороту ізольованого ролика 1 через нормований перетворювач 16, подає сигнал на вхід аналого-цифрового перетворювача 31, вихідний цифровий сигнал якого подається на перший вхід цифрового компаратора. Сенсор струму прискорювача 2 через нормований перетворювач 17 подає сигнал на вхід аналого-цифрового перетворювача 32, вихідний цифровий сигнал якого подається на вхід цифрового функціонального перетворювача 36, де сигнал перетворюється на однорідний з вихідним цифровим сигналом аналого-цифрового перетворювача 31. З виходів сенсорів наявності потенціалів на блокконтактних парах 3-14 через нормовані перетворювачі сигнали поступають на цифровий функціональний перетворювач, який також перетворює, ці вхідні сигнали на вихідний цифровий сигнал однорідний з вихідним цифровим сигналом аналого-цифрового перетворювача 31 відповідно до комутаційної діаграми (рис. 1). Вихідний цифровий сигнал аналого-цифрового перетворювача 31 почергово порівнюється із вихідним цифровим сигналом аналого-цифрового перетворювача 32 та вихідним цифровим сигналом функціональним перетворювачем 33 на компараторі 38. У випадку збігання коду, що характеризує справну роботу, на виході компаратора 38 буде встановлюватися логічна одиниця в обох випадках, яка буде подаватися на перші входи елементів І 39,40 і буде встановлювати їх вихід в стан логічної одиниці. Сигнали логічної одиниці з виходів елементів "І" будуть поступати

на індикатори 41 та 42, які будуть сигналізувати про справність роботи системи діагностування

**Висновок.** Запропоновано нову математичну модель для діагностування прискорювача трамвая та розроблено структурну схему такого пристрою, який на відміну від існуючих має більшу надійність та простоту реалізації.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Мокін Борис Іванович. Проблеми та перспективи експлуатації засобів електротранспорту в функції їх стану / Б.І.Мокін, С.І. Бурденюк, Н.В. Гурильова // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2000 – №6. – С.22-25.

2. Мокін Борис Іванович. Математична модель функціонування прискорювача трамвая / Б.І.Мокін, М.П. Розводюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2003 – №6. – С.72-76.

3. Мокін Борис Іванович. Синтез структури системи для діагностування прискорювача трамвая / Б.І.Мокін, М.П. Розводюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2004 – №1. – С.41-45.

4. Пат №71264А Україна МПК 7В60L3/12 Пристрій для автоматичного діагностування прискорювача трамвая/ Мокін Б.І., Розводюк М.П. Заявлено 15.12.2003; Опубл. 15.11.2004, Бюл. №11. – 4 с.

Стаття надійшла 1.04.10 р.

Рекомендовано до друку к.т.н., доц.

Сергієнко С.А.

### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И СТРУКТУРА ПРИБОРА ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ УСКОРИТЕЛЯ ТРАМВАЯ

*Розводюк М.П., к.т.н., доц., Шевчук Ю.В., асп., Солонинко М.А., студ.*

*Винницкий национальный технический университет*

*ул. Хмельницкое шоссе, 95, 21021, м. Винница, Украина*

*E-mail: sheva\_epa03@mail.ru*

Обсуждается математическая модель устройства для диагностирования ускорителя трамвая и способ улучшения надежности структуры этого устройства путём замены большого количества сенсоров наличия потенциалов на контактных пальцах одним сенсором тока и соответственная адаптация структуры для правильной работы устройства.

Ключевые слова: трамвай, ускоритель, контактные пальцы, диагностика.

### MATHEMATICAL MODEL AND STRUCTURE OF DEVICE FOR DIAGNOSTICATING OF ACCELERATOR OF TRAM

*Rozvodyuk M.P., k.t.n., Shevchuk Y.V., p.g.s., Soloninko M.A., st.*

*Vinnitsia national technical university*

*Khmelnytske shose, 95, 21021, Vinnitsya, Ukraine*

*E-mail: sheva\_epa03@mail.ru*

The mathematical model of device for diagnosticating of accelerator of tram and method of increase reliability of structure of this device comes into question substitutionally plenty of touch-controls of presence of potentials on contacts by one touch-control of current and adaptation of structure for correct work of device.

Key words: a tram, the accelerator, contacts, diagnostics.