

ВІСНИК

ВІННИЦЬКОГО
ПОЛІТЕХНІЧНОГО
ІНСТИТУТУ

6

2003

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВІСНИК ВІННИЦЬКОГО ПОЛІТЕХНІЧНОГО
ІНСТИТУТУ

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Заснований у грудні 1993 року

Виходить 6 раз на рік

6 (51) — 2003

ЗМІСТ

Зміст цього номера журналу складають статті, написані за результатами наукових досліджень, апробованих на VII Міжнародній конференції «КОНТРОЛЬ І УПРАВЛІННЯ В СКЛАДНИХ СИСТЕМАХ» (КУСС-2003), присвяченій 75-річному ювілею професора В. І. Іваненка, яка проходила у ВНТУ з 8 по 11 жовтня 2003 р.

Всі статті у повній мірі відповідають вимогам журналу.

75 років професору Віктору Івановичу Іваненку 11

АВТОМАТИКА ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА ТЕХНІКА

Глонь О. В. Адаптація систем керування до умов невизначеності.....	12
Тунік А. А., Кліпа А. М. Ідентифікація динаміки літального апарату методом максимальної правдоподібності	18
Дубовой В. М., Ковалюк Д. О., Ковалюк О. О. Прийняття рішень в умовах змішаної невизначеності	23
Мартинюк В. В. Математичне моделювання та контроль якості електрохімічних суперконденсаторів	30
Осадчук В. С., Осадчук О. В. Рекомендації з проектування радіовимірювальних оптичних перетворювачів.....	34
Рогальський Б. С, Свірідов М. П., Войтюк Ю. Л. Системи контролю електроспоживання бурових станків і буримості гірських порід.....	38
Азаров О. Д., Захарченко С. М., Архипчук О. А. АЦП порозрядного врівноваження з самокалібруванням за стратегією згори-донизу	41
Глазок О. М. Застосування методу синтезу нелінійних якісних регуляторів в процесі підготовки операторів динамічний об'єктів.....	46
Паранчук Я. С. Теоретичні засади оптимального керування режимом електроспоживання дугової сталеплавильної печі за декількома критеріями	52
Блохін Л. М., Білак Н. В. Порівняльна ефективність неоптимальних, оптимізованих та оптимальних систем управління	59
Шабатура Ю. В. Інтервально-частотна система адаптивної оптимальної корекції стану серцево-судинної системи людини	65
Мокін Б. І., Розводюк М. П. Математична модель функціонування прискорювача трамвая	72
Паночішин Ю. М. Оптимізація контролю в системах управління інженерними мережами теплопостачання	77
Кветний Р. Н., Бойко О. Р. Інтервальне моделювання нелінійних динамічних систем	84
Юхимчук С. В., Москвіна С. М., Поремський Ю. В. Розроблення пакета програм для моделювання систем контролю та управління нелінійними нестационарними об'єктами.....	89

Модулі синтезу аудіо і відео-впливів (МСАВ МСВВ) — це програми, які синтезують на пристрої відображення графічної інформації спеціальний вид динамічного зображення; еволюція якого супроводжується відповідною звуковою картиною. Всі параметри і характеристики синтезованих в даних модулях сигналів визначаються в модулі МПП і ВС. Більш конкретний опис всіх деталей і особливостей програмного забезпечення функціонування системи потребує додаткового дослідження, яке виходить за рамки даної статті.

Висновки

В даній статті розглянуті принципи функціонування і розроблена структурна схема інтервально-частотної системи адаптивної оптимальної корекції стану серцево-судинної системи організму людини. Дана система забезпечує можливість здійснення безмедикаментозного лікувального впливу на стан організму людини, шляхом синтезу спеціальних аудіо та відео-сигналів створених відповідними комп'ютерними програмами. Система є замкненою, синтез сигналів впливу відбувається на основі інформації про поточний стан організму людини і на основі внутрішньої інформації системи та критеріїв її функціонування. Запропоновано два варіанти для практичної реалізації системи. Для синтезу системи на класичних принципах теорії автоматичного управління з використанням цифрового регулятора стану представлено все необхідне математичне забезпечення. Детально розглянута структура і функціонування складових частин системи побудованої на основі використання інтелектуального зворотного зв'язку.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Амосов М. М. Здоров'я. — Київ: Нива, 1997. — 144с.
2. Патент №4015406 (Німеччина). МКИ А61Н 5/06. Спосіб та пристрій для світлотерапії. — Оpubл. 1993.
3. Патент №5101810 (США). МКИ А61Н 1/00. Пристрій і спосіб для терапевтичного застосування віброакустичної енергії до людини. — Оpubл. 1993.
4. Шабатура Ю. В. Использование принципа сравнения в задачах синтеза систем управления с наблюдателем. / Протестирование автоматизированных систем контроля и управления. 4-я Всесоюзная шк. — Харьков, 1990. — 51 с.

Шабатура Юрій Васильович — доцент кафедри метрології та промислової автоматики.
Вінницький національний технічний університет

УДК 656(1-21):681.5+658.58

Б. І. Мокін, д. т. н., проф.; М. П. Розводюк, асп.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРИСКОРЮВАЧА ТРАМВАЯ

Вихідні передумови та постановка задачі дослідження

Однією з функціональних систем трамвая є його прискорювач. В роботі [1] автори показали, що він є однією з слабких ланок в структурі трамвая: співвідношення несправностей прискорювача по відношенню до інших функціональних систем трамваїв Вінницького трамвайного управління від загальної кількості несправностей в 1998 році становить 25,13 %, «поступаючись» лише релейно-контакторній системі — 27,33 %. Тому проблема діагностування прискорювача є актуальною.

Прискорювач трамвая КТ-4СУ типу ОА22 являє собою регульований пуско-гальмівний опір, розрахований на максимальну силу струму тягових електродвигунів [2].

Коротко розглянемо загальну будову прискорювача (рис. 1а). Контактні пальці 1 ($K_1 - K_{101}$) з'єднані з секціями опорів 2. На валу розміщений барабан 3 з кулачками у

вигляді сегментів й поводок 4 з ізолюваним роликком 5, який поступово притискує контактні пальці 1 до мідного струмознімального кільця 6. Поворот ролика 5 здійснюється за допомогою електродвигуна управління. В залежності від положення ролика 5, який визначає стан (розімкнений чи замкнений) контактних пальців 1, матимемо й відповідні стани блок-контактів $Z_1 - Z_{12}$ (12 пар), які замикаються або розмикаються кулачковим барабаном 3. Блок-контакти призначені для комутації низьковольтних кіл, які використовуються в автоматичній системі пуску і гальмування трамвая. Фіксоване положення барабана 3 з поводком 4 й роликком 5 називається позицією [3].

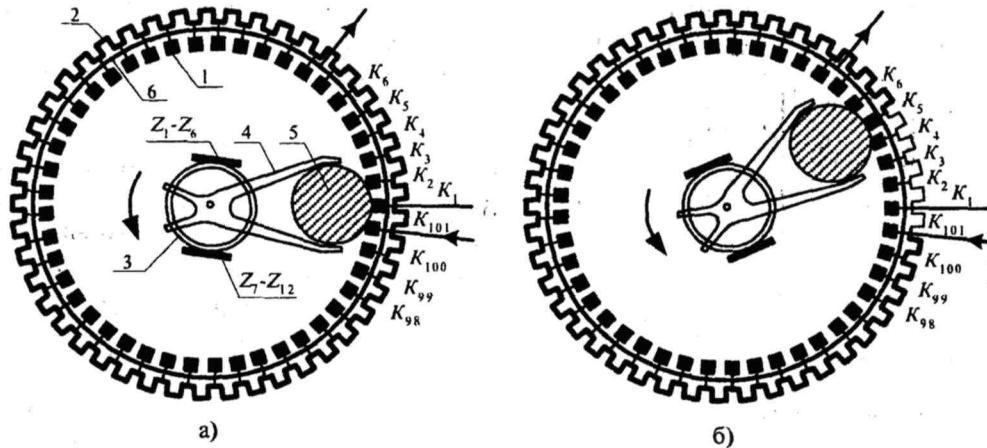


Рис. 1. Положення ролика й пальців прискорювача на першій (а) й п'ятій (б) позиціях

В основному положенні опори прискорювача повністю ввімкнені в електросхему двигунів. Виведення пуско-гальмівних реостатів з кола тягових електродвигунів прискорювачем забезпечує плавний розгін й гальмування вагону [3].

Як відомо, є три основних режими роботи трамвая: розгін, вибіг і гальмування.

Під час розгону водій натисканням на ходову педаль може настроїти пусковий струм на першій — п'ятій ступені в залежності від величини необхідного прискорення. Перша ступінь відповідає мінімальному прискоренню, а п'ятій — максимальному. Виведення реостата залежить від заданого пускового струму. Під час пуску в хід і подальшого розгону прискорювач виводить опори до нульового значення. Потім прискорювач закорочується, після чого ролик автоматично повертається в початкове положення. Наприклад, на першій позиції прискорювача (рис. 1а) струм ввійде через клему контактного пальця K_{101} , пройде всі секції опорів від K_{101} до K_1 , через контактний палець K_1 , який притиснутий до струмознімального кільця, далі по струмознімальному кільцю на вихідний провід. При подальшому русі поводка з роликком притискаються інші контактні пальці, що призводить до зменшення кількості підключених елементів реостата. Так, на п'ятій позиції прискорювача (рис. 1б) струм ввійде через клему контактного пальця K_{101} , пройде всі секції опорів від K_{101} до K_5 , через притиснутий до струмознімального кільця контактний палець K_5 , а потім по струмознімальному кільцю на вихідний провід.

При вибігу (або при гальмуванні) реостати прискорювача виводяться, при цьому ролик рухається з позиції 1 в позицію 101 і в зворотному напрямку. В початковий момент гальмування в коло двигунів введено всі опори прискорювача та гальмівний опір. Коли прискорювач перейде в позицію 101, то опір прискорювача виведений. На цій позиції внаслідок перемикавання контакторів гальмівний опір замінюється опором прискорювача. Оскільки ці опори мають однакове омичне значення, то струм двигунів не зміниться. У подальшій роботі прискорювача, із переміщенням ролика з позиції 101 в позицію 1, поступово виводиться опір прискорювача до стану закорочення. При цьому вхідним проводом буде провід, який підключений до контактного пальця K_1 , далі струм пройде через секції опорів до притиснутого роликком відповідного контактного пальця, притиснутий контактний палець, струмознімальне кільце і на вихідний провід.

При вибігу прискорювач підтримує певне значення струму в колі двигунів — «струм підготовки» (30...60 А). Він необхідний для забезпечення необхідного збудження двигуна

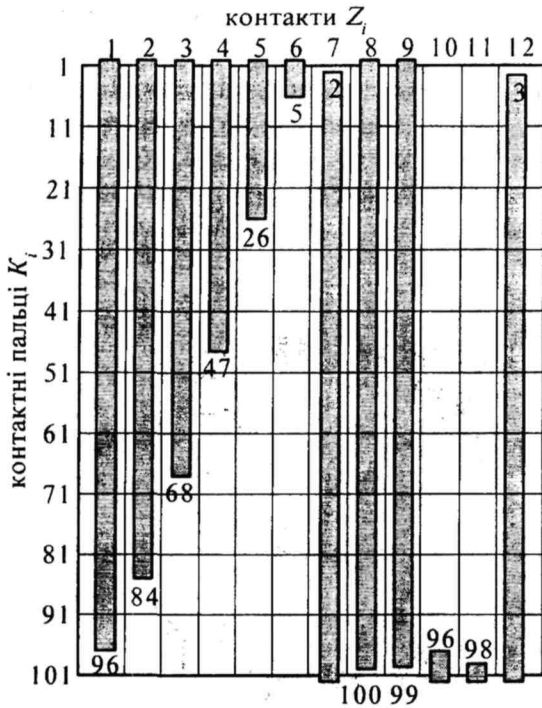


Рис. 2. Діаграма роботи прискорювача

нів і забезпечує підготовлення апаратури для подальшої роботи в тяговому чи гальмівному режимі. При вибігу під уклоном, якщо швидкість трамвая при цьому збільшується, то поводок з роликком прискорювача змінюють напрямок обертання і в коло двигунів вводяться реостати [3].

Під час гальмування робота прискорювача аналогічна режиму вибігу: поводок з роликком переміщуються з позиції 1 в позицію 101 і повертаються в початкове положення.

Діаграма роботи прискорювача показана на рис. 2.

Основною проблемою роботи прискорювача є вихід з ладу контактних пальців 1 та блок-контактів $Z_1 - Z_{12}$, внаслідок чого вони можуть перебувати не у відповідності з діаграмою рис. 2. Тому задачею дослідження є створення інформаційно-вимірювальної системи для діагностування прискорювача. Метою даної роботи, як першого кроку в процесі вирішення поставленої задачі, є розробка моделі функціонування прискорювача трамвая.

Розробка математичної моделі функціонування прискорювача

Для зручності представимо діаграму роботи прискорювача (рис. 2) у вигляді табл. 1, в якій «1» відповідає замкненому стану контактів $Z_{i,j}$ ($i = \overline{1, 101}, j = \overline{1, 12}$), а «0» – розімкненому.

Таблиця 1

Таблична форма діаграми роботи прискорювача

		Контакти $Z_{i,j}$											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Контактні пальці K_i	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
	3÷5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
	6÷26	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1
	27÷47	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1
	48÷68	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1
	69÷84	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1
	85÷95	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1
	96	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1
	97	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1
	98÷99	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	100	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1
101	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	

Введемо деякі позначення: K_i – замкнений i -й контактний палець; $\overline{K_i}$ – розімкнений i -й контактний палець; $Z_{i,j}$ – стан блок-контакту з номером i, j . Під станом $Z_{i,j}$ будемо розуміти такий стан блок-контакту, в якому він відповідає табл. 1 (наприклад, $Z_{96,1} = 1, Z_{96,2} = 0$ і т.д.), а відповідно позначення $\overline{Z_{i,j}}$ означає, що даний контакт знаходиться в несправному стані.

Визначити контактний палець K_i , який замикається ізольованим роликом 5, можна, визначивши положення самого ролика за кутом α :

$$\alpha_i = (i - 1) \cdot \Delta\alpha;$$

$$\Delta\alpha = \frac{360}{102} = 3,529412^\circ. \tag{1}$$

Враховуючи вище вказане, можна побудувати співвідношення для опису системи функціонування прискорювача, подані в табл. 2, за умови, що прискорювач знаходиться в справному стані.

Таблиця 2

Математичний опис функціонування прискорювача трамвая

Кут α	Стани контактних пальців K_i й блок-контактів $Z_{i,j}$
α_1	$K_1 \wedge Z_{1,1} \wedge Z_{1,2} \wedge \dots \wedge Z_{1,12} \wedge \overline{K_2} \wedge \dots \wedge \overline{K_{101}}$
α_2	$K_2 \wedge Z_{2,1} \wedge Z_{2,2} \wedge \dots \wedge Z_{2,12} \wedge \overline{K_1} \wedge \overline{K_3} \wedge \dots \wedge \overline{K_{101}}$
α_3	$K_3 \wedge Z_{3,1} \wedge Z_{3,2} \wedge \dots \wedge Z_{3,12} \wedge \overline{K_1} \wedge \overline{K_2} \wedge \overline{K_4} \wedge \dots \wedge \overline{K_{101}}$
...
α_i	$K_i \wedge Z_{i,1} \wedge Z_{i,2} \wedge \dots \wedge Z_{i,12} \wedge \overline{K_1} \wedge \overline{K_2} \wedge \dots \wedge \overline{K_{i-1}} \wedge \overline{K_{i+1}} \wedge \dots \wedge \overline{K_{101}}$
...
α_{100}	$K_{100} \wedge Z_{100,1} \wedge Z_{100,2} \wedge \dots \wedge Z_{100,12} \wedge \overline{K_1} \wedge \overline{K_2} \wedge \dots \wedge \overline{K_{99}} \wedge \overline{K_{101}}$
α_{101}	$K_{101} \wedge Z_{101,1} \wedge Z_{101,2} \wedge \dots \wedge Z_{101,12} \wedge \overline{K_1} \wedge \overline{K_2} \wedge \dots \wedge \overline{K_{100}}$

Для побудови математичної моделі діагностування прискорювача трамвая введемо додаткові позначення: $y_{i,0}$ – вихідний сигнал, який відповідає несправному контактному пальцю K_i ; $y_{i,j}$ – вихідний сигнал, який відповідає несправному блок-контакту $Z_{i,j}$; $y_{i(m)}$ – вихідний сигнал, який відповідає несправному контактному пальцю K_m з замиканням контакту K_i , $m = 1, 101, m \neq i$; \overline{y} – вихідний сигнал, який характеризує відповідність контактних пальців K_i та блок-контактів $Z_{i,j}$ робочій діаграмі.

За таких умов математична модель діагностування прискорювача буде мати вигляд:

$$\overline{y} = \begin{cases} K_1 \wedge Z_{1,1} \wedge Z_{1,2} \wedge \dots \wedge Z_{1,12} \wedge \overline{K_2} \wedge \dots \wedge \overline{K_{101}} & \text{при } \alpha_1 = 0^0; \\ K_2 \wedge Z_{2,1} \wedge Z_{2,2} \wedge \dots \wedge Z_{2,12} \wedge \overline{K_1} \wedge \overline{K_3} \wedge \dots \wedge \overline{K_{101}} & \text{при } \alpha_2 = \Delta\alpha; \\ K_3 \wedge Z_{3,1} \wedge Z_{3,2} \wedge \dots \wedge Z_{3,12} \wedge \overline{K_1} \wedge \overline{K_2} \wedge \overline{K_4} \wedge \dots \wedge \overline{K_{101}} & \text{при } \alpha_3 = 2\Delta\alpha; \\ \dots & \dots \\ K_i \wedge Z_{i,1} \wedge Z_{i,2} \wedge \dots \wedge Z_{i,12} \wedge \overline{K_1} \wedge \overline{K_2} \wedge \dots \wedge \overline{K_{i-1}} \wedge \overline{K_{i+1}} \wedge \dots \wedge \overline{K_{101}} & \text{при } \alpha_i = (i - 1)\Delta\alpha; \\ \dots & \dots \\ K_{100} \wedge Z_{100,1} \wedge Z_{100,2} \wedge \dots \wedge Z_{100,12} \wedge \overline{K_1} \wedge \overline{K_2} \wedge \dots \wedge \overline{K_{99}} \wedge \overline{K_{101}} & \text{при } \alpha_{100} = 99\Delta\alpha; \\ K_{101} \wedge Z_{101,1} \wedge Z_{101,2} \wedge \dots \wedge Z_{101,12} \wedge \overline{K_1} \wedge \overline{K_2} \wedge \dots \wedge \overline{K_{100}} & \text{при } \alpha_{101} = 100\Delta\alpha; \end{cases} \tag{2}$$

$$\left. \begin{aligned} y_{i,0} &= \overline{K_i}; \\ y_{i,j} &= \overline{Z_{i,j}}; \\ y_{i(m)} &= K_{i(m)}, \end{aligned} \right\} \text{при } \alpha_i = (i - 1)\Delta\alpha.$$

Згідно моделі (2) можна побудувати структурну схему системи діагностування прискорювача трамвая (рис. 3), яка визначає послідовність перевірки контактних пальців K_i та блок-контактів $Z_{i,j}$. На рис. 3 F – вхідний сигнал, який характеризує початок діагностування.

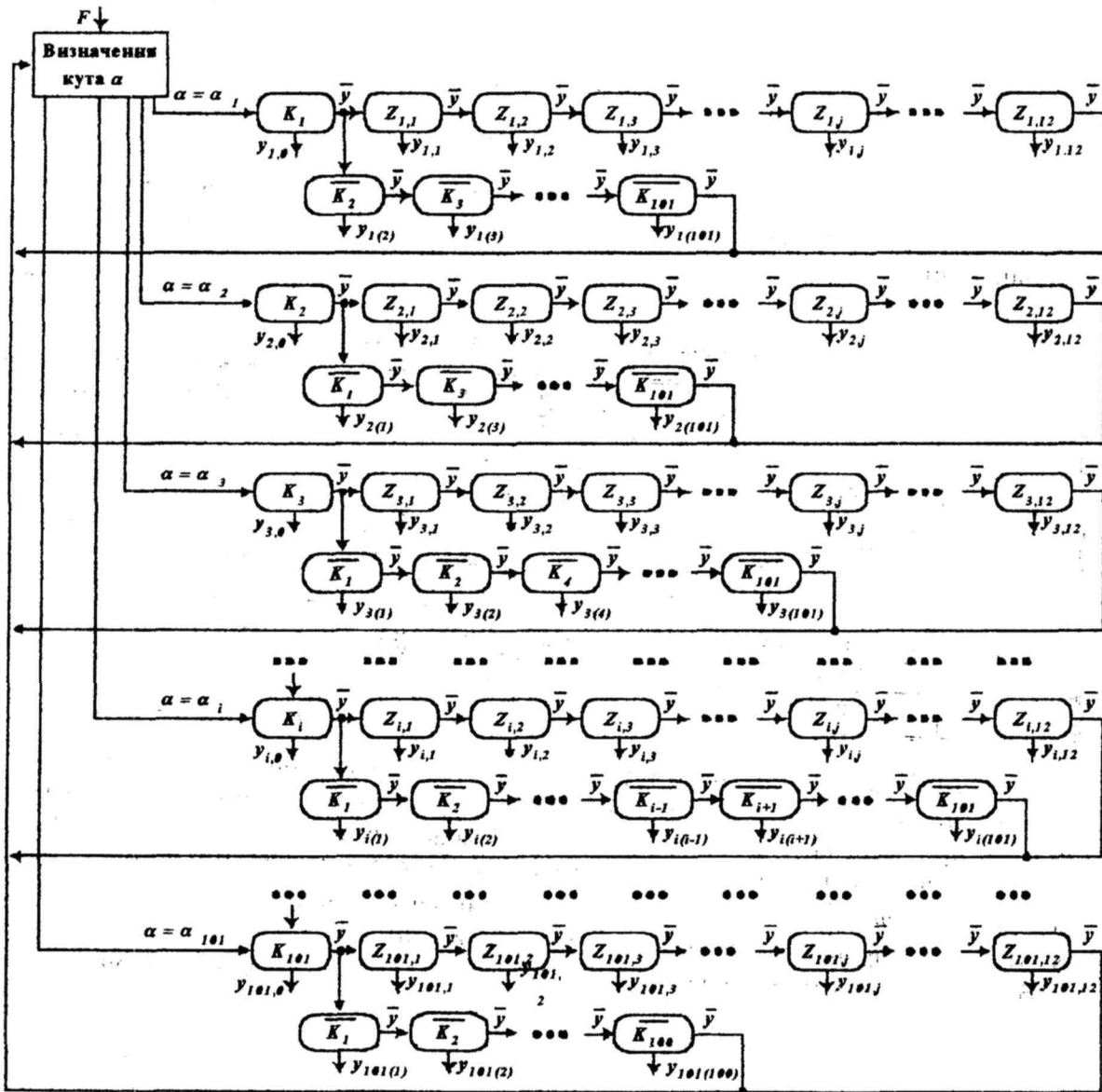


Рис. 3. Структурна схема системи діагностування прискорювача трамвая

Висновки

Розроблена математична модель функціонування, математична модель та структурна схема системи діагностування прискорювача, на основі яких в подальших дослідженнях буде створена інформаційно-вимірювальна система діагностування прискорювача трамвая.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мокін Б. І., Бурденюк С. І., Гурильова Н. В. Проблеми та перспективи експлуатації засобів міського електротранспорту в функції їх стану // Вісник ВПІ. — 2000. — № 6. — С. 22—25.
2. Техническое описание трамвайного вагона типа КТ4SU. — СКД PRAHA, 1988.
3. Иванов М.Д., Алпаткин А.П., Иеропольский Б.К. Устройство и эксплуатация трамвая — М.: «Высшая школа», 1975. — 291 с.

Мокін Борис Іванович — завідувач кафедри, **Розводюк Михайло Петрович** — аспірант

Кафедра електромеханічних систем автоматизації, Вінницький національний технічний університет