

# ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ТРОЛЕЙБУСА НА ОСНОВІ ШИРОТНО-ІМПУЛЬСНОЇ МОДУЛЯЦІЇ ВИХІДНОЇ НАПРУГИ

Вінницький національний технічний університет;

## Анотація

Виконано порівняльну характеристику систем керування електроприводом троллейбуса на основі широтно-імпульсної модуляції вихідної напруги. Рекомендовано для розрахунку системи широтно-імпульсний перетворювач – двигун постійного струму вибирати метод розрахунку систем підпорядкованого регулювання виходячи з умов налаштування їх на модульний чи симетричний критерій оптимальності.

**Ключові слова:** троллейбус, двигун постійного струму змішаного збудження, модальне керування, підпорядковане регулювання, метод розділення рухів.

## Abstract

The comparative characteristic of control systems of the trolley electric drive on the basis of pulse-width modulation of the output voltage is fulfilled. It is recommended to calculate the system of pulse-width transformer - DC motor to choose the method of calculating the systems of subordinate regulation based on the conditions of their adjustment on the modular or symmetric criterion of optimality.

**Keywords:** trolley bus, DC motor of mixed excitation, modal control, subordinated regulation, method of division of motions.

## Вступ

В електроприводі постійного струму з широтно-імпульсним способом керування напруги живлення двигуна складнощі викликає розрахунок системи керування. Ці складнощі пов'язані з імпульсним характером роботи силового перетворювача, а також з тим, що у якості двигуна використовується двигун послідовного або змішаного збудження.

Питання розрахунку системи керування з широтно-імпульсним способом регулювання напруги живлення двигуна достатньо не вивчено. Існує кілька способів такого розрахунку, але не дано рекомендацій стосовно їх порівняльного аналізу. Що, власне, і пропонується зробити в цій роботі. [2].

Метою роботи є підвищення ефективності роботи електропривода троллейбуса за рахунок вибору оптимального методу розрахунку його системи керування, що дозволить покращити динамічні показники та показники якості роботи електропривода.

## Результати дослідження

Для двигуна постійного струму змішаного збудження ДК 210 АЗ розраховано двохконтурну систему підпорядкованого керування. Розрахунок виконано з трьома методами:

- метод розрахунку систем підпорядкованого керування виходячи з умов налаштування системи на модульний чи симетричний критерій оптимальності;
- метод розділення рухів;
- метод модального керування.

Регулятори струму та швидкості за першим методом розрахунку мають вигляд:

$$R_s(p) = 1,83 + \frac{82,2}{p} + 0,00856 \cdot p, \quad (1)$$

$$R_h(p) = 740 + 6,43 \cdot p, \quad (1)$$

де  $p$  – оператор Лапласа.

Регулятор швидкості за другим методом розрахунку має вигляд (у якості регулятора струму встановлюється нелінійний елемент «петля гістерезису»):

$$R_h(p) = 0,163 + \frac{0,0735}{p}. \quad (3)$$

Регулятори струму та швидкості за третім методом розрахунку мають вигляд:

$$R_h(p) = 3,04 - \frac{0,0633}{p}, \quad (4)$$

$$R_s(p) = -0,313. \quad (5)$$

Порівнюємо графіки перехідних процесів, отримані для трьох способів розрахунку регуляторів. Порівняння графіків швидкості, струму якоря та моменту двигуна для системи підпорядкованого керування, системи за методом розділення рухів та системи модального керування зображено на рис. 1.

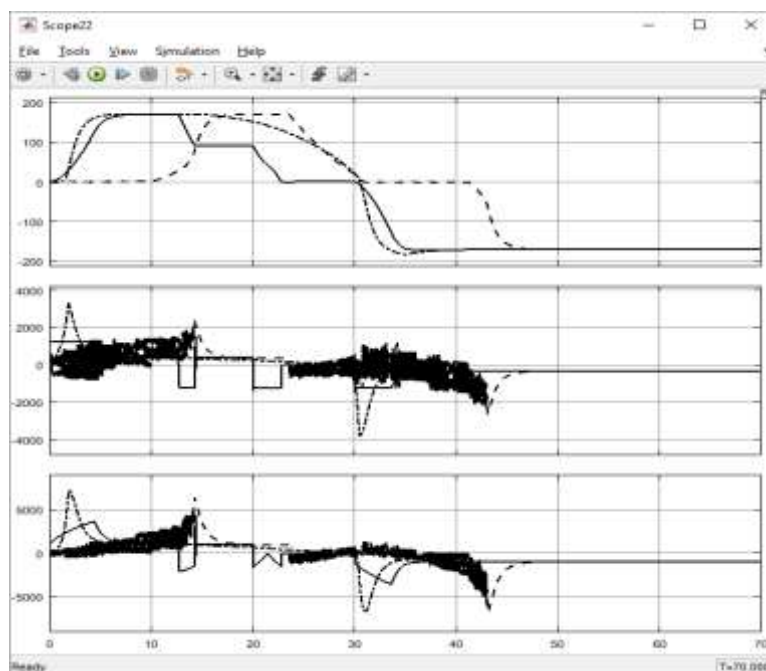


Рис. 1. Порівняння графіків перехідних процесів швидкості (зверху), струму (посередині) та моменту двигуна (знизу)

На рис. 1 суцільною лінією зображено графіки для першого методу розрахунку, штриховою – для другого методу і штрихпунктирною – для третього методу розрахунку.

З рис. 1 випливає, що система керування, розрахована за першим методом, має кращі показники якості (перерегулювання, час регулювання, тривалість перехідних процесів). Виходячи з цього рекомендується для розрахунку системи ШП-ДПС вибрати метод розрахунку систем підпорядкованого регулювання виходячи з умов налаштування їх на модульний чи симетричний критерій оптимальності.

### Висновки

В результаті порівняння різних методів розрахунку системи керування зроблено такі висновки:

1. Найшвидше працює система модального керування.
2. Система розділення рухів має найбільшу затримку у відпрацюванні задаючої дії.
3. Система підпорядкованого керування за швидкодією близька до системи модального керування.
4. Зміну напруги задання відпрацьовує лише система підпорядкованого керування.
5. На відміну від системи модального керування інші системи працюють без перерегулювання за

швидкістю обертання.

6. Система модального керування працює з двократним перевищенням максимального допустимого струму двигуна.

7. Система, побудована за методом розділення рухів працює з частими коливаннями під час розгону та сповільнення.

Таким чином рекомендується для розрахунку системи ШП-ДПС вибирати метод розрахунку систем підпорядкованого регулювання виходячи з умов налаштування їх на модульний чи симетричний критерій оптимальності.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. С. М. Пересада Порівняльне дослідження алгоритмів керування моментом асинхронного електропривода тролейбуса / С. М. Пересада, С. С. Димко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. Енергетика та електротехніка. – № 6. – 2011. – С. 134 – 137.

2. Далека В. Х. Енергозберігаючий тяговий електропривод міського електротранспорту / В. Х. Далека, О. В. Донець, М. І. Шпіка // КОмунальное хозяйство городов. Научно-технический сборник № 88. – 2009. – С. 236 – 242.

**Бабій Сергій Васильович** – студент групи ЕПА-15м, факультет електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

**Мошноріз Микола Миколайович** – канд. техн. наук, доцент кафедри електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, Вінницький національний технічний університет, ел. пошта: moshnoriz@vntu.edu.ua.

Науковий керівник: **Мошноріз Микола Миколайович** – канд. техн. наук, доцент кафедри електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**Babiy Sergey Vasilievich** - student of the group EPA-15m, faculty of electroenergy, electrical engineering and electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

**Moshnoriz Mykola Mykolayovich** - Cand. tech Sciences, associate professor of the department of electromechanical systems of automation in industry and transport, Vinnytsia National Technical University, e-mail : moshnoriz@vntu.edu.ua.

**Scientific supervisor: Moshnoriz Mykola Mykolayovich** - Cand. tech Sciences, Associate Professor of the Department of Electromechanical Automation Systems in Industry and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa