

УДК 656.07.33

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ БДМ У ПРОГРАМНІЙ ЕКОСИСТЕМІ STM32CUBE

Плугіна Т.В., Кісельов К.В., Носаль Б.Ю.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Новітні технології моделювання робочих процесів БДМ стало впроваджуються у секторі проектування такого класу об'єктів. Постає актуальне завдання використання сучасних інструментів розробки відповідно до світових тенденцій у глобальному інформаційному просторі [1].

В роботі розглянуто питання моделювання системи управління БДМ на сучасній мікроконтролерній базі з використанням комплексного інструменту розробки для декількох операційних систем STM32CubeIDE, що є частиною програмної екосистеми STM32Cube.

Мета роботи - підвищити ефективність управління виконавчими приладами БДМ (на прикладі навантажувача) за рахунок моделювання робочого процесу.

Реалізація адаптивного керування припускає наявність математичного, інформаційного, організаційного й технічного забезпечення. Математичне забезпечення базується на моделях функціонування виконавчих приладів, враховуючи причинно-логічні зв'язки між ними. А також враховується регресійна та кореляційна моделі аналізу вхідної-вихідної інформації. Інформаційне забезпечення визначає параметри математичних моделей підсистем навантажувача у реальному масштабі часу. А також проводить коректування параметрів моделей для мінливих умов експлуатації, розкриває параметричну невизначеність, враховуючи вхідну інформацію баз даних [2]. Технічне забезпечення містить базу технічних засобів, що дозволяють оцінити функціонування вузлів навантажувача у заданих параметрах, а також в мінливих умовах за показниками ефективності. Моделювання забезпечує

інтеграцію цих складових для оцінки поточного стану робочого процесу та формування управлінських рішень.

Принцип роботи будівельних одноковшових навантажувачів є циклічним [3]. Основним параметром контролю є номінальна вантажопідйомність, що розраховується задля забезпечення безпеки експлуатації, міцності елементів, заданої продуктивності та надійності.

У більшості БДМ швидкість реакції оператора впливає на швидкість виконання робочих процесів. При керуванні навантажувачем ще накладаються обмеження при перемиканні двигуна та змінному динамічному навантаженню на робочих приладах. Максимальна потужність гідравлічних насосів, що регулюються системою, повинна налаштовуватися на максимальний робочий тиск рідини у гідросистемі в екстремальних умовах, а також швидко переходити у звичайні режими, тобто бути адаптивною. Для моделювання робочого процесу навантажувача необхідно зіставити масу вантажу з зусиллям у гідроциліндрі навантажувача. Для цього треба підібрати відповідну схему, датчики тиску, що контролюватимуть зміну тиску, побудувати цифрову систему контролю на базі аналогово-цифрових пристроїв. Функціональна схема управління БДМ представлено на рисунку 2.

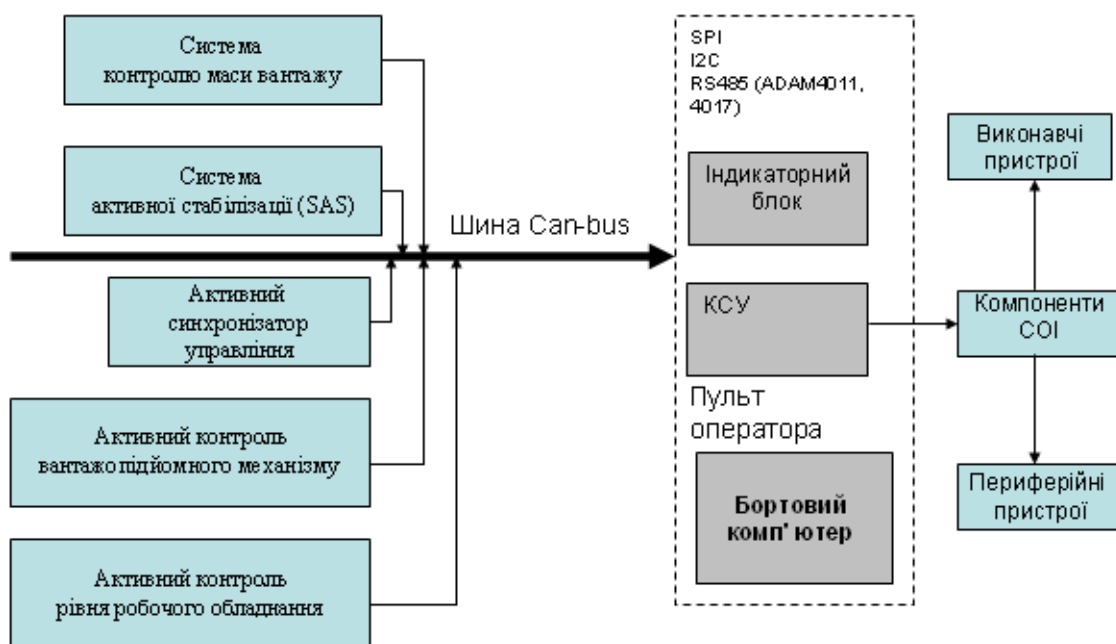


Рисунок 2 – Функціональна схема адаптивного управління БДМ

Схема роботи системи адаптивного управління БДМ відображає перетворення неперервних сигналів датчиків тиску у дискретний сигнал для формування сигналів керування мікроконтролером.

Для систем керування з мікроконтролерами є платформи, що підтримують симуляцію роботи електронних схем та програмного забезпечення.

STM32CubeIDE – це просунута платформа розробки C/C++ з периферійною конфігурацією, генерацією коду, компіляцією та налагодженням для мікроконтролерів та мікропроцесорів STM32. Він базується на фреймворку Eclipse/CDT™ та наборі інструментів розробки GCC та GDB для налагодження [2].

STM32CubeIDE інтегрує функції конфігурації STM32 та створення проектів з STM32CubeMX, щоб забезпечити універсальний інструмент та заощадити час на встановлення та розробку. Після вибору мікропроцесора STM32 створюється проект і генерується код ініціалізації. На будь-якому етапі розробки користувач може повернутися до ініціалізації та налаштування периферійних пристроїв або проміжного програмного забезпечення та повторно створити код ініціалізації, не впливаючи на користувацький код.

STM32CubeIDE включає в себе аналізатори збірки і стека, які надають користувачеві корисну інформацію про стан проекту і вимоги до пам'яті.

STM32CubeIDE також включає стандартні та розширені функції налагодження, включаючи перегляд ядра процесора, пам'яті та периферійних регістрів, а також моніторинг змінних у реальному часі, інтерфейс переглядача Serial Wire Viewer або аналізатор несправностей.

Інтерфейс STM32CubeIDE представлено на рисунку 3. Система налаштувань портів вводу/виводу мікроконтролерів STM32 має гнучку структуру. В технічній документації ST виводи вводу/виводу позначаються як GPIO (general-purpose input output) (рис.4).

Створення проекту в програмі Proteus представлено на рисунку 6.

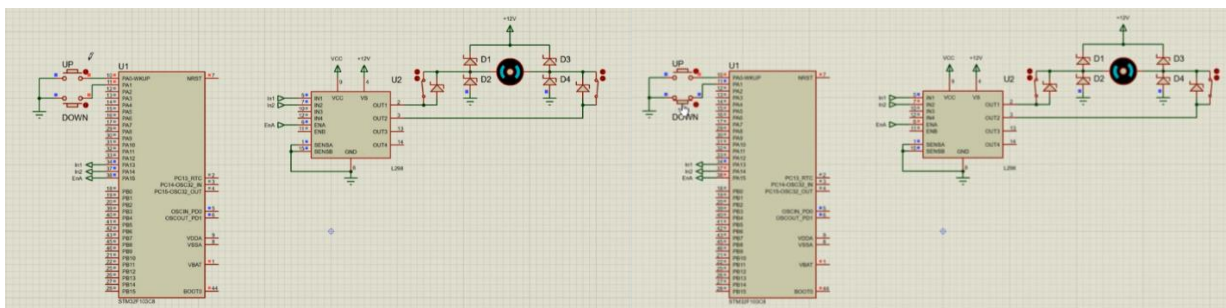


Рисунок 5 – Проект в програмі Proteus

Задаючи вхідні умови в програмний код, можливо керувати різними режимами роботи навантажувача. Моделювання на платформі STM32CubeIDE дозволяє виконувати віртуальне тестування мікроконтролерного пристрою не враховуючи апаратне обладнання. Такий спосіб значно спрощує процес розробки і відладки програмного забезпечення вже при підключенні робочих периферійних засобів.

Література

1. Медиковський М. О. Інтелектуальні компоненти інтегрованих автоматизованих систем управління: монографія. – Львів. - 2015. 280 с.
2. Войцицький А.П. Електроніка і мікросхемотехніка: підручник (видання друге, виправлене) / А.П. Войцицький, М.А. Войцицький. – Гельветика, 2018. - 300 с.
3. Frank B., Kleinert J., Filla R. Optimal control of wheel loader actuators in gravel applications //Automation in Construction. 2018. V. 91. P. 1-14.
4. Cao B. et al. Intelligent operation of wheel loader based on electrohydraulic proportional control // Mathematical Problems in Engineering. 2020. Article ID 1730946, 11 p. <https://doi.org/10.1155/2020/1730946>.