

УДК 629.3.018

**РОЗРОБЛЕННЯ СТЕНДУ ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ
ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ АДАПТИВНОЇ ПІДВІСКИ
АВТОМОБІЛЯ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРО-ФАЗЗИ РЕГУЛЯТОРІВ**

**О.Я. Ніконов, професор, д.т.н., В.М. Шуляков, асистент,
В.І. Фастовець, доцент, к.т.н., ХНАДУ**

Анотація. Розроблено інформаційно-керуючу систему для експериментального стенду дослідження адаптивної підвіски автомобіля. Розроблено програмні, технічні та апаратні рішення для системи стабілізації кузова автомобіля з нейро-фаззи контролером в контурі керування.

Ключові слова: Стабілізація, інформаційно-керуюча система, підвіска, автомобіль, кузов, демпфування, датчик.

**РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ АДАПТИВНОЙ
ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
НЕЙРО-ФАЗЗИ РЕГУЛЯТОРОВ**

**О.Я. Никонов, профессор, д.т.н., В.Н. Шуляков, ассистент,
В.И. Фастовец, доцент, к.т.н., ХНАДУ**

Аннотация. Разработана информационно-управляющая система для экспериментального стенда исследования адаптивной подвески автомобиля. Разработаны программные, технические и аппаратные решения для системы стабилизации кузова автомобиля с нейро-фаззи контроллером в контуре управления.

Ключевые слова: Стабилизация, информационно-управляющая система, подвеска, автомобиль, кузов, демпфирование, датчик.

**DEVELOPMENT OF THE STAND FOR EXPERIMENTAL RESEARCH
INTELLIGENT CONTROL SYSTEM OF THE ADAPTIVE VEHICLE SUSPENSION
BASED ON NEURO-FUZZY CONTROLLERS**

**O.J. Nikonov, professor, dr. eng. sc., V. M. Shuliakov, assistant lecturer,
V. I. Fastovec, assistant professor, cand. eng. sc., KhNAHU**

Abstract. The intelligent control system for experimental research stand of the car adaptive suspension was developed. The software, hardware and technical solutions for the car body stabilization system with neuro-fuzzy controller in the control circuit were elaborated.

Keywords: Stabilization, intelligent control system, suspension, car, car body, damping, sensor.

Вступ

Системи керування параметрами адаптивної підвіски автомобіля представляють собою спеціальні системи адаптивного керування, які призначаються для керування параметра-

ми підвіски автомобіля – жорсткістю і коефіцієнтом демпфування амортизаторів, зміною дорожнього просвіту для оптимальної технічної експлуатації автомобілів і стабілізації положення кузова при коливанні корпусу автомобіля.

Розвиток і широке застосування на сучасних автомобілях систем керування параметрами адаптивної підвіски обумовлено тим, що якість роботи підвіски значно впливає на експлуатаційні показники автомобіля, такі як стійкість, надійність, довговічність, прохідність, витрата палива і т.п.

Аналіз публікацій

Автомобілі, які не мають системи керування параметрами адаптивної підвіски, недостатньо ефективно підтримують плавність ходу, особливо на дорогах з поганим станом покриття. Саме тому основним засобом покращення експлуатаційних характеристик підвісок є системи керування демпфуванням коливань [1,2]. Розроблення та синтез перспективних нейро-фаззі [3-5] систем адаптивного керування підвіскою автомобіля розглянуте у попередніх статтях [6-7], дозволить підвищити плавність ходу та експлуатаційні показники автомобіля, такі як стійкість, надійність, довговічність, прохідність.

Мета та постановка задачі

Метою роботи є розроблення інформаційно-керуючої системи для експериментального стенду дослідження адаптивної підвіски автомобіля; програмних, технічних та апаратних рішень для системи стабілізації кузова автомобіля з нейро-фаззі контролером в контурі керування.

Для параметричного синтезу інформаційно-керуючої системи адаптивної підвіски треба застосовувати апарат штучних нейронних мереж, методів еволюційного моделювання та нечіткої логіки.

Побудова інформаційно-керуючої системи для експериментального стенду дослідження адаптивної підвіски автомобіля

Побудований стенд базується на діючому стендовому комплексі Інституту Проблем Машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України, м. Харків (рис. 1-3). Стенд періодично проходить відповідну сертифікацію.

Випробувальний стенд дозволяє здійснювати перевірку функціонування системи стабілізації кузова автомобіля, імітуючи переміщення по різних профілях доріг. Зовнішній вигляд експериментального стенду для варі-

анту переміщення по дорозі з важким профілем (рис. 1,2), та для варіанту переміщення по дорозі з нормальним профілем рис. 3.



Рис. 1. Вібростенд значного навантаження



Рис. 2. Випробувальна частина адаптивної підвіски на вібростенді

Використовуючи результати науково-дослідних робіт №ДЗ/464-2011 «Розроблення та впровадження інформаційно-комунікаційної

технології руху наземного транспорту великих міст» (2011-2012рр.) за замовленням Державного агентства з питань науки, інновацій та інформатизації України і «Розроблення та впровадження інтегрованих інтелектуальних автомобільних інформаційно-управляючих систем» (2015-2016рр.) за галузевим замовленням МОН України побудуємо інформаційно-керуючу систему для експериментального стенду дослідження адаптивної підвіски автомобіля.



Рис. 3. Вібростенди середнього та малого навантаження

Електрогідравлічні приводи знайшли широке застосування у якості виконавчих механізмів систем автоматичного керування автомобілів.

Розробці та дослідженню електронних мікропроцесорних систем, побудованих з використанням нейро-фаззи логіки, присвячено ряд робіт [6-7]. В цих роботах показано, що використання нейро-фаззи логіки для керування електрогідравлічними приводами дозволяє значно підвищити точність та розширити області стійкості такої системи.

Систему стабілізації кузова автомобіля, у якій використовується електрогідравлічний виконавчий механізм та мікропроцесорна система нейро-фаззи керування, можна представити у вигляді функціональної схеми, що наведена на рис. 4.

Дослідження цілої системи, представленої на рис. 4, мають високу вартість. Це пов'язано з тим, що потрібно розробити стенд, який би створював навантаження на гідродвигуни з широкими амплітудними та частотними спектрами. Комплектуючі такого стенду мають

високу вартість та високе енергоспоживання.

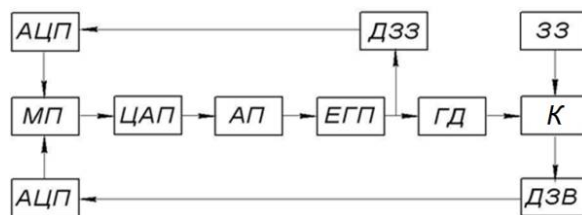


Рис. 4. Функціональна схема системи стабілізації кузова на базі інваріантного виконавчого механізму та мікропроцесора: МП – мікропроцесор; ЦАП – цифро-аналоговий перетворювач; АП – аналоговий підсилювач; ЕГП – електрогідравлічний перетворювач; ГД – гідродвигун; К – об'єкт керування; ЗЗ – зовнішні збурення; ДЗВ – датчик зворотного зв'язку по відхиленню; ДЗЗ – датчик зворотного зв'язку по збуренню; АЦП – аналогово-цифровий перетворювач

Зважаючи на це, пропонується досліджувати лише систему керування та електрогідравлічний перетворювач з контуром зворотного зв'язку по збуренню. Такий підхід обґрунтований тим, що зміна зусилля на штоці гідродвигуна породжує відповідну зміну тиску в його порожнинах. Цей зв'язок є прямим. Що стосується впливу контуру зворотного зв'язку по відхиленню об'єкта регулювання від базового положення, то це питання досить широко висвітлене у науково-технічній літературі. Таким чином, для дослідження була обрана схема, представлена на рис. 5.

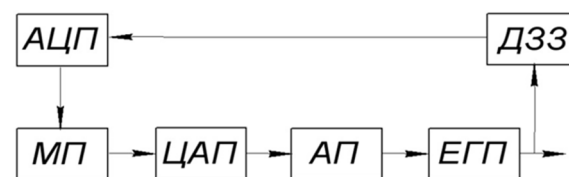


Рис. 5. Функціональна схема об'єкту дослідження

Для вимірювання та візуалізації параметрів системи, що досліджується, використовується інформаційно-вимірювальне обладнання стендового комплексу рис. 6., та обладнання яке може бути інтегроване за допомогою пристроїв зв'язку з персональним комп'ютером рис. 7.



Рис. 6. Обладнання для зняття показників роботи стендового комплексу



Рис. 7. Обладнання для зняття показників роботи стендового комплексу з можливістю зовнішньої інтеграції

Висновки

Розроблено інформаційно-керуючу систему для експериментального стенду дослідження адаптивної підвіски автомобіля. Розроблено програмні, технічні та апаратні рішення для системи стабілізації кузова автомобіля з нейро-фаззи контролером в контурі керування.

Публікація містить результати досліджень, проведених при грантовій підтримці Державного фонду фундаментальних досліджень за конкурсним проектом №Ф62/106-2015 від 30 жовтня 2015р. «Розроблення та впровадження новітніх інформаційно-комунікаційних технологій для мехатронних і навігаційних систем броньованих колісних та гусеничних машин».

Література

1. Кашканов А.А. Інформаційні комп'ютерні системи автомобільного транспорту: навчальний посібник / А.А. Кашканов, В. П. Кужель, О. Г. Грисюк. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 230 с.
2. Голобородько О.О. Мехатронні системи автомобільного транспорту: Навч. посібник. / О.О. Голобородько, В.В. Редчиць, О.М. Коробочка. – Харків: ТОВ «Компанія СМІТ», 2006. – 300 с.
3. Borgelt Ch. Neuro-Fuzzy-Systeme: von den Grundlagen kuenstlicher Neuronaler Netze zur Kopplung mit Fuzzy-Systemen / Ch. Borgelt. – Wies-baden, 2003. – 434 p.
4. Spooner J.T. Stable adaptive control and estimation for nonlinear systems: neural and fuzzy approximator techniques / J.T. Spooner. – New York, 2002. – 545 p.
5. Ross T.J. Fuzzy logic with engineering applications / T.J. Ross. – Chichester: Wiley, 2004. – 628 p.
6. Шуляков В. М. Розробка інтелектуальної системи керування параметрами адаптивної підвіски автомобіля / В. М. Шуляков // Автомобіль і Електроніка. Сучасні Технології : Електронне наукове фахове видання. – Харків: ХНАДУ, 2015. – С. 66 – 69.
7. Shuliakov Vladyslav Application of Adaptive Neuro-Fuzzy Regulators in the Controlled System by the Vehicle Suspension [Електронний ресурс] / Vladyslav Shuliakov, Oleg Nikonov, Valentina Fastovec // International Journal of Automation, Control and Intelligent Systems. – American Institute of Science, 2015. – Vol. 1, №3. – P. 66 – 72.

Рецензент: О.В. Бажинов, професор, д.т.н., ХНАДУ.