

Лиходій Олександр Сергійович, к.т.н., доцент, завідувач кафедри експлуатації та ремонту машин, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», [lykhodii.oleksandr@pdaba.edu.ua](mailto:lykhodii.oleksandr@pdaba.edu.ua), +380(97)267-34-24.

Захарченко Володимир Вікторович, магістрант, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», [21201.zakharchenko@365.pgasa.dp.ua](mailto:21201.zakharchenko@365.pgasa.dp.ua)

Чуєшов Вячеслав Дмитрович, магістрант, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», [21204.chuieshov@365.pgasa.dp.ua](mailto:21204.chuieshov@365.pgasa.dp.ua)

## МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧОЇ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ EBS ДЛЯ СІДЕЛЬНИХ АВТОПОЇЗДІВ

**Вступ.** Актуальним питанням залишається підвищення експлуатаційних властивостей автопоїздів завдяки застосуванню електронних систем керування гальмівних, рульових систем та систем підресорювання. Розвиток конструкції автомобілів має тенденції кібернетизації та інтелектуалізації [1, 2]. Науковий інтерес спрямовується на алгоритми контролю мехатронних систем автомобілів. Таким чином, задля точного опису та побудови законів керування необхідні високоточні моделі складових елементів конструкції, що становлять на базі систем імітаційного моделювання інструмент дослідження. Отже, актуальність полягає, насамперед, у розвитку системного методу розробки сучасних мехатронних систем автомобілів.

**Постановка задачі.** Розробити загальний підхід моделювання сучасних автомобільних мехатронних пристроїв, а також, власне, у розробці параметричної універсальної моделі гальмівної системи EBS для подальшого використання у складі імітаційних моделей системи активної безпеки.

**Основний матеріал.** Гальмівну систему, що реалізує гальмівну силу на всіх колесах, розглянемо як PID-контролер, який регулює гальмівний момент, залежно від похибки між бажаною та фактичною швидкостями автопоїзда. З порту 1 блоку №1 - Err надходить головний сигнал – похибка.

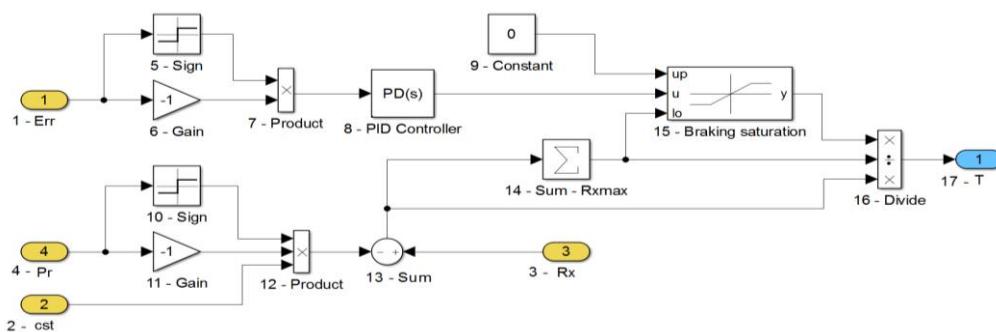


Рисунок 1 – Структурна схема блоку імітації роботи робочої гальмівної системи автопоїзда.

З порту 2 блоку №2 – cst (рис. 1) йдуть значення косинусів кутів повороту керованих коліс. До вхідного порту 3 блоку №3 - Rx надходить матриця максимальних значень горизонтальних зусиль, а до порту 4 блоку №4 - Pr – матриця сил опору руху. Блок №7 - Product збирає добуток з блоку №5 - Sign про знак помилки. У блоці №8 - PID Controller генерується пропорційно-диференційний керуючий сигнал. У блоці №13 - Sum до матриці Rx максимальних горизонтальних сил додається матриця сил опору, що на виході встановлює максимальні сили на шинах. У блоці №14 - Sum Rxmax утворюється сума всіх сил, що має реалізуватися гальмівними моментами на колесах. Блок №15 - Braking saturation обмежує мінімальну (0) та максимальну (від блоку №14) значення гальмівного зусилля. У блоці №16 - Divide гальмівне зусилля розподіляється пропорційно вертикальному навантаженню шин коліс. Вихідний порт 1 блоку №17 - T видає матрицю гальмівних зусиль.

Розроблена імітаційна модель інтегрована до загальної імітаційної моделі [3] для визначення параметрів руху сідельного автопоїзда та дає змогу визначати параметри процесу гальмування з різною інтенсивністю та від налаштування PID-контролера. Аналіз отриманих даних представимо у вигляді графіків (рис. 2).

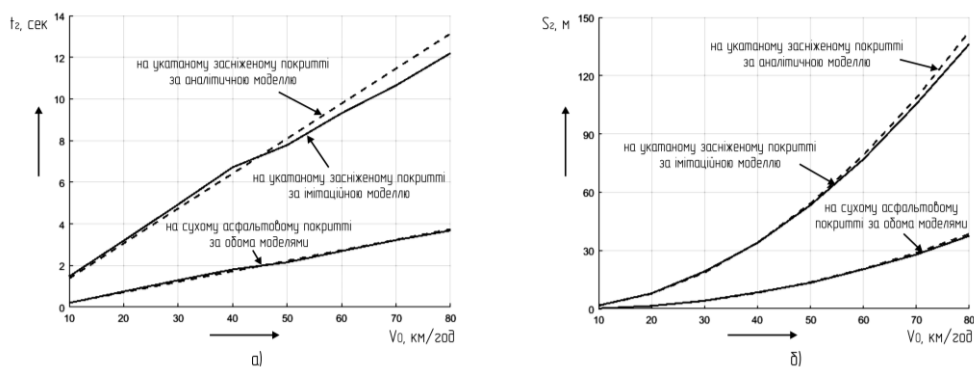


Рисунок 2 – Результати обробки даних, отриманих при дослідженні гальмівної динаміки сідельного автопоїзда:

а) залежність часу на гальмування від початкової швидкості руху; б) залежність шляху гальмування від початкової швидкості руху.

### Висновки

Отримані під час проведення теоретичних досліджень данні дозволили сформулювати наступні висновки:

1. Для порівняння результатів визначення параметрів гальмування за імітаційною моделлю з результатами, які отримані за аналітичною моделлю, необхідно налаштувати запропоновану модель (прирівняти до нуля опір коченню та аеродинамічний опір, виключити з розрахунків роботу PID-контролера).

2. Результати імітаційного моделювання не суперечать положенням теорії автомобіля і дозволяють оцінити час гальмування та гальмівний шлях автопоїзда в різних дорожніх умовах з похибкою до 4 %.

## Література

1. Леонтьев Д. Н. Реализация интеллектуальных функций в электронно-пневматическом тормозном управлении транспортного средства: монография / Д. Н. Леонтьев, А. Н. Туренко, В. А. Богомолов и др. – 2-е изд., допол. – Х.: ХНАДУ, 2015. – 450 с.
2. Туренко А. Н. Способ определения замедления многоосного автомобиля на основе реализуемых сцеплений его колес и расположения координаты центра масс / А. Н. Туренко, В. А. Богомолов, Д. Н. Леонтьев // Вестник ХНАДУ. – Харьков : ХНАДУ, 2016. – Вып. 75. – С. 13-17.
3. А. с. 38737 (Україна). Математична модель руху зчленованих пневмоколісних транспортних засобів по криволінійній траєкторії / О. С. Лиходій (Україна). – № 38920 ; заявл. 05.04.2011.

Погорілий С.П., д.т.н., с.н.с, Інститут механіки та автоматики АПВ НААН, E-mail: [pogorilyy\\_sergiy@ukr.net](mailto:pogorilyy_sergiy@ukr.net)  
Присяжний В.Г., к.т.н., с.н.с, Інститут механіки та автоматики АПВ НААН.  
Мірний В.Ю., аспірант, Інститут механіки та автоматики АПВ НААН.

### **Шляхи підвищення ефективності використання повнопривідних автомобілів**

Наявний технічний парк сільськогосподарських підприємств формується на тракторах, які агрегатуються сільськогосподарськими машинами та знаряддями і забезпечують виконання технологічних операцій з обробітки ґрунту, внесення добрив, сівби, догляду за посівами тощо. Для виконання транспортних операцій необхідно мати вантажні автомобілі, або за їх відсутності використовувати згадані трактори з причепами, які за своїми показниками мають більші експлуатаційні витрати у порівнянні з автомобілями.

З огляду на те, що транспортні витрати становлять 20–30% від усіх витрат на виробництво сільськогосподарської продукції необхідно раціонально підходити до вибору технічних засобів для їх виконання.

Отже для ефективного виробництва продукції рослинництва аграрним підприємствам необхідно мати, як трактор, так і вантажний автомобіль. При цьому обидва енергозасоби матимуть невисоке завантаження протягом року.

Одним із шляхів підвищення ефективності виробництва сільськогосподарської продукції є використання високоуніверсальних мобільних енергетичних засобів, які можуть використовуватись, як на тягових, так і на транспортних операціях.

Таким мобільним енергетичним засобом може бути розроблений спільно з ПАТ «АвтоКрАЗ» та ІМА АПВ НААН МЕЗ-330 «Автотрактор» (рис. 1). МЕЗ-330 «Автотрактор» призначений для виконання сільськогосподарських операцій з внесення мінеральних і органічних добрив, обробітку ґрунту, сівби, захисту рослин, транспортних операцій тощо.