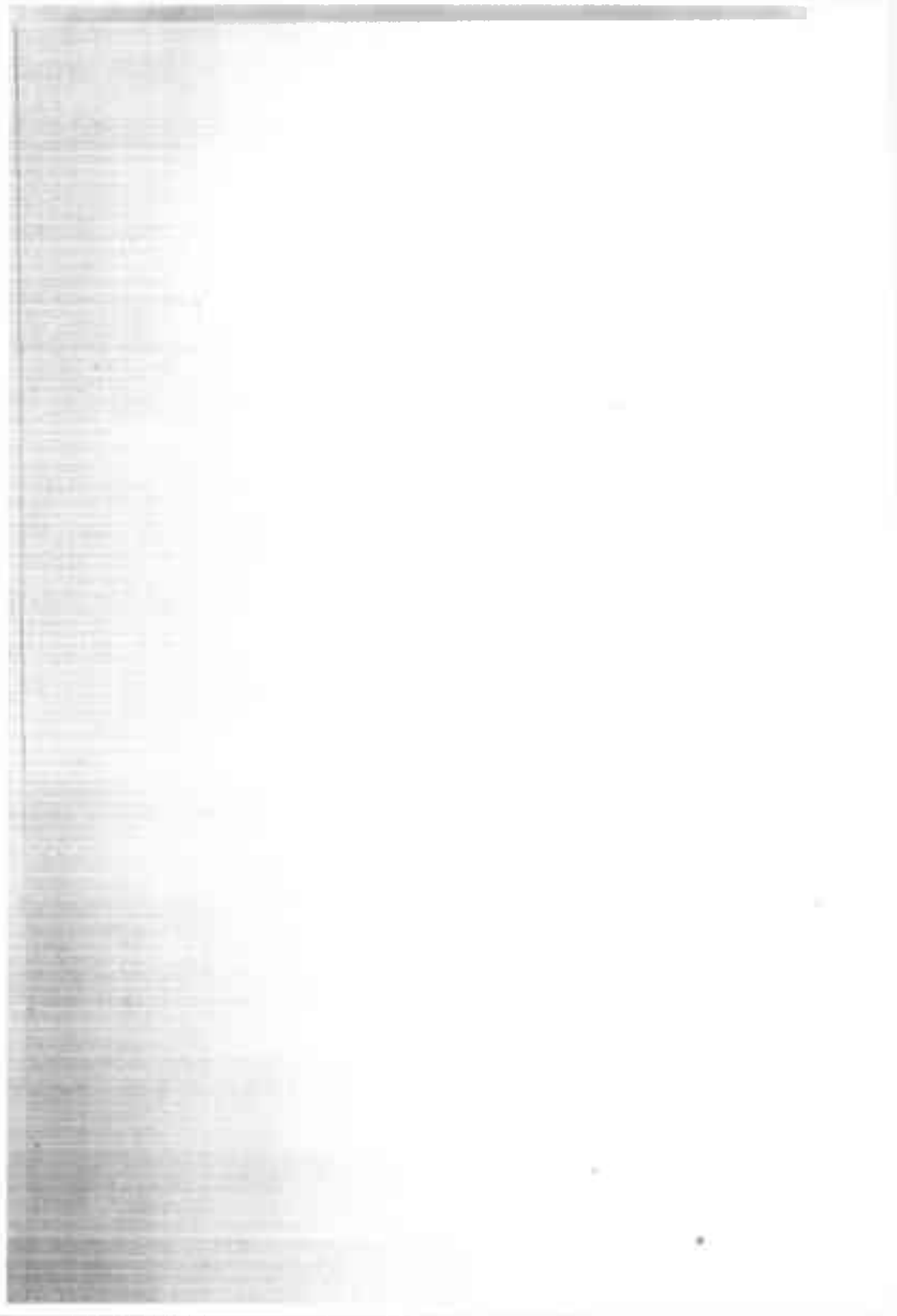




Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції  
Материалы V Международной научно-практической конференции  
Materials of the 5th international scientific and practical conference

---

**СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТА ІННОВАЦІЙНІ  
ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ**

**СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И  
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ**

**MODERN INFORMATION AND INNOVATION  
TECHNOLOGIES IN TRANSPORT**

**MINTT-2013**

Збірка матеріалів конференції у двох томах

**Том 1**

**Volume 1**

28-30 травня 2013 року  
Херсон, Україна

28-30 мая 2013 года  
Херсон, Украина

May 28-30, 2013  
Kherson, Ukraine

---

**Організатори конференцій:**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХЕРСОНСЬКА ДЕРЖАВНА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ  
ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ  
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ «КПІ»  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ  
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
СЕВАСТОПОЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ  
БРЕМЕНСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИКЛАДНИХ НАУК  
ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ НАН БІЛОРУСІ  
НАУКОВО-ВИРОБНИЧЕ ОБ'ЄДНАННЯ «ПІКЛОН»  
КРЮНІ ОВА КОМПАНІЯ «MARLOW NAVIGATION»

**Програмний комітет:**

Беккер Нахид Р. - проф. (Німеччина),  
Бідак П.І. - д-тн., проф. (Україна),  
Блинцов В.С. - д-тн., проф. (Україна),  
Букетов А.В. - д-тн., проф. (Україна),  
Варбанец Р.А. - д-тн., доц. (Україна),  
Ісаєв С.О. - д-тн., проф. (Україна),  
Казак В.М. - д-тн., проф. (Україна),  
Кондратенко Ю.П. - д-тн., проф. (Україна),  
Кривонос Ю.І. - д-тн., проф. (Білорусь),  
Леонів В.С. - д-тн., проф. (Україна),  
Матигін Б.В. - д-тн., проф. (Україна),  
Мальцев А.С. - д-тн., проф. (Україна),  
Рабінов Д.І. - д-тн., проф. (Росія),  
Селіванов С.Е. - д-тн., проф. (Україна),  
Соколова Н.А. - д-тн., проф. (Україна),  
Федоровський К.Ю. - д-тн., проф. (Україна),  
Харченко В.П. - д-тн., проф. (Україна),  
Хідаков В.С. - д-тн., проф. (Україна),  
Цамбал М.М. - д-тн., проф. (Україна)

**Організаційний комітет:**

|           |                                                                                     |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| голова    | Хідаковський Володимир Федорович - ректор Херсонської державної морської академії   |
| паступник | Беш, Андрій Павлович - проректор з науково-педагогічної роботи                      |
| голова    |                                                                                     |
| члени     | Пастухов Олександр - викладач кафедри експлуатації суднових                         |
| комітетів | енергетичних агрегатів та навігаційних інструментів                                 |
|           | Бідак Петро Володимирович - вчений секретар, начальник відділу технічної інформації |
|           | Клементьєва Оксана Юріївна - технічний секретар, редактор наукових видань відділу   |
|           | технічної інформації                                                                |

У збірнику представлено матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті», яка відбулася у м. Херсоні 28-30 травня 2013 р. і була присвячена актуальним питанням застосування сучасних інформаційних та інноваційних технологій у транспортній галузі.

Матеріали збірки розраховані на викладачів та студентів вищих навчальних закладів, фахівців науково-дослідних установ та підприємств.

Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2013) [Збірка матеріалів V Міжнародної науково-практичної конференції. У 2-х тт. (28-30 травня 2013 р., Херсон)] / Т.І. - Херсон : Херсонська державна морська академія, 2013. - 180 с.

## ПЕРЕДМОВА

Шановні колеги!

Ви тримаєте в руках збірку тез доповідей П'ятої Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT-2013)», метою якої є аналіз та узагальнення нових теоретичних і прикладних результатів щодо застосування сучасних інформаційних та інноваційних технологій у транспортній галузі. Конференція проходить у місті Херсоні, що розташоване на мальовничих берегах річки Дніпро, на базі старішого морського навчального закладу нашої держави – Херсонської державної морської академії. В організації та роботі конференції беруть участь провідні науково-дослідні та навчальні заклади України, Росії, Білорусі, Азербайджану та інших країн зарубіжжя.

Основним завданням конференції є обговорення широкого кола нових наукових і практичних результатів застосування сучасних інформаційних технологій на транспорті, обмін ідеями та пошук нових пріоритетних напрямків наукових досліджень; встановлення та розширення нових контактів у сфері наукового співробітництва між навчальними закладами, науковими установами та підприємствами України та зарубіжжя. Одна з особливостей конференції – залучення молодих науковців до розробки найбільш актуальних напрямків наукових досліджень у транспортній галузі.

Програмою конференції передбачено проведення пленарного засідання та робота фахівців у секціях: інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень у транспортній галузі, тренажерні системи та людський фактор на транспорті, контроль, діагностика і прийняття рішень при управлінні рухомими об'єктами, безпека судноплавства, системний аналіз та математичне моделювання складних об'єктів, проблеми надійності та енергозбереження, захист довкілля, екологічна безпека, ресурсозберігаючі технології.

Для зручності науковцям конференції розміщено у двох томах. До *першого тому* увійшли праці, присвячені проблемам функціонування інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень у транспортній галузі, проблемам контролю, діагностики і прийняття рішень при управлінні рухомими об'єктами та системного аналізу і математичного моделювання складних об'єктів. У *другому томі* представлено матеріали, в яких розглядаються питання тренажерних систем та людського фактору на транспорті, безпеки судноплавства, а також матеріали щодо проблем надійності та енергізбереження, захисту довкілля, екологічної безпеки, ресурсозберігаючих технологій.

Ми впевнені, що досить широка проблематика наукових праць конференції буде сприяти не тільки плідному аналізу та обговоренню вищезазначених питань, а й обміну ідеями та думками, пошуку пріоритетних напрямків наукових досліджень, встановленню нових контактів у сфері наукового співробітництва фахівців галузі, залученню молодих науковців до участі у вивченні найбільш актуальних напрямків досліджень у транспортній галузі.

Організатори щиро дякують усім учасникам конференції та сподіваються, що MINTT-2013 стала добрим продовженням зустрічей та спілкування, початок яких покладено на попередніх конференціях. Ми маємо надію, що традиції, започатковані конференцією, та дана збірка матеріалів конференції стануть корисними не тільки для її учасників, а й для широкого кола науковців, фахівців, молодих учених, які займаються теоретичними та прикладними дослідженнями інформаційних та інноваційних технологій у транспортній галузі.

Висловлюємо свою щирю подяку всім авторам доповідей за розуміння та співпрацю з організаторами.

Бажаємо всім нових наукових ідей та досягнень, плідної роботи, нових відкриттів.

*З повагою, Організаційний та Програмний комітети*

## СИНТЕЗ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПІДВІСКОЮ АВТОМОБІЛЯ. ПОБУДОВАНОЇ НА ОСНОВІ ФЕРОМАГНІТНОГО АМОРТИЗАТОРА

Підгорний М.В., Озій О.В., Заверткін Ю.А., Степанець Є.П.,

Черкаський державний технологічний університет

(Україна)

**Вступ.** Активна безпека легкового автомобіля в значній мірі визначається його стійкістю й керуваністю. Ці властивості залежать від характеристик і параметрів автомобіля, характеристик шин, підвіски, рульового і гальмівного керування. У зв'язку з цим значний інтерес мають теоретичні та практичні дослідження можливостей безперервного керування виконавчими пристроями підвіски, до яких відносяться амортизатори, що функціонуватимуть з використанням феромагнітної рідини.

**Актуальність теми дослідження.** Сьогодення вказує, що більшість керованих і активних підвісок легкових автомобілів є дискретного типу [1]. Вони мають, як правило, визначені межі демпфування, що перемикаються автоматично або вручну, алгоритми керування якими є ситуаційними або інтегральними. У цих системах перехід на новий режим демпфування відбувається при виконанні певних логічних умов (ситуацій), а час між перемиканнями істотно більше часу перехідного процесу самого швидкоплинного елемента підвіски – колеса. Тому в них принципово неможливе виключення ефектів, що вимагають стабілізації сили тиску колеса на дорогу або відбивання «пробою підвіски».

**Аналіз систем керування підвіскою легкових автомобілів** показує, що актуальною науковою задачею є розробка підвісок з безперервним керуванням параметрів жорсткості й демпфування в процесі руху.

**Мета досліджень.** Метою досліджень є комплексне вирішення задач синтезу системи керування підвіскою автомобіля, робочим органом якої є керований амортизатор.

**Задачі дослідження.** Відповідно до зазначеної мети, вирішуються наступні задачі:

- розробка математичної моделі, що описує локальні процеси керування підвіскою автомобіля;
- розробка алгоритму (закону) керування амортизатором, як виконавчим пристроєм системи керування;
- формування структури системи керування феромагнітним амортизатором підвіски автомобіля з використанням електронного блоку керування;
- розробка методики оцінки ефективності використання обчислювальних засобів у складі системи керування підвіскою автомобіля.

**Результати дослідження.** Дослідження системи керованої підвіски автомобіля похитюються необхідністю поліпшення експлуатаційних властивостей автомобіля. Нормованими кріперіальними оцінками є плавність ходу, керуваність, стійкість, маневреність, а також положення кузова автомобіля як у русі, так і під час стоянки [2].

Керована підвіска є складний логіко-динамічний об'єкт. Тому обґрунтований вибір параметрів підвіски у відповідності до зазначених вище якостей автомобіля, може бути здійснений тільки на основі системного підходу при дослідженні й синтезі підвіски з використанням системи керування, що функціонує разом із системою аналізу динаміки руху автомобіля [3]. Розглянемо керовану підвіску автомобіля як послідовну схему, що має множину дискретних виходів, множину дискретних входів і множину внутрішніх станів. Схема установлює функціональну залежність між станами входу і станами виходу.

Рівняння, що визначають стан асинхронного автомата  $M$  при  $t = \lim(t + \varepsilon)$ , мають наступний вигляд:

$$z(t) = z[y(t), s(t)], \quad s(s^+) = s[y(t), s(t)], \quad (1)$$

де  $z(t)$  – стан виходу,  $y(t)$  – стан входу,  $s(t)$  – внутрішній стан кінцевого автомата  $M$  в

момент часу  $t$ . Зазначимо, що  $z(t)$ ,  $y(t)$ ,  $s(t)$  можуть приймати послідовності значень  $\{z_1, z_2, \dots, z_n\}$ ,  $\{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ ,  $\{s_1, s_2, \dots, s_n\}$  відповідно.

Повний стан  $T(t)$  автомата  $M$  визначається виразом  $T(t) = \{s(t), y(t)\}$  і може набувати значення  $\{(s_1, y_1), (s_2, y_2), \dots, (s_n, y_n)\}$ . Повний стан стійкий при  $t \rightarrow \infty$  при  $t \rightarrow \infty$ , коли  $T(t) = T(t)$ .

Таке узгодження дозволить провести вибір параметрів керованої підвіски з урахуванням критичних режимів руху.

Основні функції погашення коливань у підвісці покладені на амортизатор (рисунок 1). причому, зі збільшенням швидкості відносного переміщення підресорних і невіднесорних мас опір амортизатора зростає, а правильний вибір режиму роботи амортизаторів поліпшує плавність ходу й підвищує безпеку руху

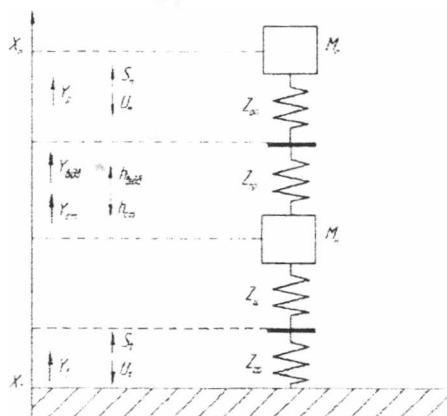


Рисунок 1 – Механічна дискретна модель підвіски

В роботі підвіски на основі феромагнітного амортизатора розглядається як динамічна система, що підлягає регулюванню, описується наступною системою диференціальних рівнянь, де асинхронний кінцевий регулятор має  $n$  внутрішніх станів:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= X_1(x_1, \dots, x_n) + U_1(s, x_1, \dots, x_n), \\ \dot{x}_2 &= X_2(x_1, \dots, x_n) + U_2(s, x_1, \dots, x_n), \\ &\vdots \\ \dot{x}_n &= X_n(x_1, \dots, x_n) + U_n(s, x_1, \dots, x_n), \end{aligned} \quad (2)$$

де  $x$  – стан динамічної системи,  $x = (x_1, \dots, x_n)$ ;  $U$  – керуючий вплив, визначений як функція внутрішнього стану кінцевого автомата і змінних станів динамічної системи,  $U = (U_1, \dots, U_n)$ .

Якщо  $x$ ,  $X$ ,  $U$  розглядати як компоненти векторів, то система рівнянь (2) може бути записана в такий спосіб.

$$\dot{x} = X(x) + U(s, x); \quad x(0) = x^0, \quad s(0) = s^0 \quad (3)$$

Оскільки кінцевий автомат керує динамічною системою (підвіскою автомобіля), то вихідні сигнали автомата повинні бути перетворені в дійсні числові значення, а дійсні

числові значення змінних динамічної системи – у дискретні значення (рисунк 2)

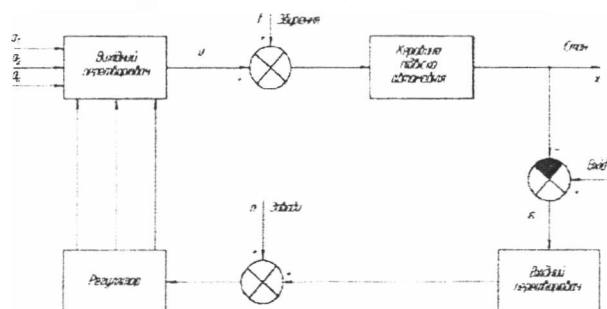


Рисунок 2 – Керована підвіска автомобіля з регулятором

Нехай  $\zeta(t)$  – функція перемикача, обумовлена як

$$\zeta_i(t) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } z_i(t) = z_i \\ 0, & \text{якщо } z_i(t) \neq z_i \end{cases}$$

І нехай  $\zeta$  – вектор з компонентами  $\zeta_i$ ,  $A$  – постійна матриця з елементами, визначеними в області дійсних чисел

Тоді одержимо дійсне векторне рівняння:

$$U(s, x) = A\zeta \quad (4)$$

Кожному можливому значенню дискретного сигналу входу  $z_1, z_2, \dots, z_p$  повинна відповідати визначена множина значень змінних станів  $x$ .

Нехай  $X^n$  –  $n$ -мірний декартів простір, визначений координатами  $x_i$ , і нехай  $A^n$  розділено за допомогою  $p$ -поділів на  $n$ -мірні підпростори  $X_1^n, X_2^n, \dots, X_p^n$  (межова лінія між  $X_i^n$  і  $X_j^n$  підпросторами називається лінією перемикання). Зв'язуючи потім  $z_i$  з  $X_i^n$ , маємо  $z_i(t) = \mu_i$ , тоді і тільки тоді, коли  $x \in X_i^n$ , чи в символах –

$$u_i(t) = \sum_j \mu_j [\mu_i(X_j^n, x)], \quad (5)$$

де  $\mu_i(X_j^n, x)$  – функція перемикача, визначається як

$$\mu_i(X_j^n, x) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } x \in X_j^n \\ 0, & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

З формули (5) видно, що вхід автомата (регулятора) є функцією змінної стану об'єкта керування. Тому рівняння (5) цілком описує функцію  $U(s, x)$ .

Приведені математичні рівняння ілюструють закон функціонування з дискретно змінюваними вхідними сигналами і квантуванням безперерного керуючого впливу.

Вихідний сигнал регулятора є дискретною вихідною послідовністю, зв'язаною з дискретною послідовністю входу, і ця залежність визначається внутрішнім станом автомата. Таким чином, синтез підвіски автомобіля полягає у

- формуванні стратегії керування чи закону керування, що описує вихідний сигнал регулятора як функцію стану динамічної системи;
- формуванні стратегії автомата, що розкриває залежності «вхід-вихід»;
- детальному синтезі логічної схеми кінцевого автомата.

Вимоги забезпечення високої якості керування приводять до необхідності широкого використання в бортових системах і агрегатах автомобіля електроніки та

мікропроцесорної техніки. На рисунку 3 зображено конструкцію керованого феромагнітного амортизатора

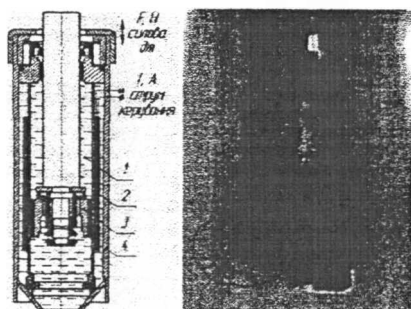


Рисунок 3 - Конструкція керованого феромагнітного амортизатора 1 – феромагнітна рідина, 2 – котушка, 3 – поршень, 4 – корпус

Основним елементом даної конструкції є дросель, у якому здійснюється керування потоку феромагнітної суспензії. У загальному випадку він є поміщений в індуктор магнітного поля гідромагністально, напрямку потоку рідини в якій орієнтоване перпендикулярно силовим лініям магнітного поля. Сподується функцій керування і силового впливу створює ряд переваг при розробці системи керування таким амортизатором: простота конструкції, сумісність з електронними елементами керування швидкодія й компактність.

В якості рідини амортизатора використовується феромагнітна суспензія на основі магнетиту з в'язкістю 4-9 Па·с. Обмеження швидкодії пристрою за рахунок індуктивності соленоїдної котушки може бути усунуто застосуванням підсилювача потужності.

Система керування підвіскою, побудована на базі електронного блоку керування [4] виконує наступні функції керування висотою кузова щодо поверхні дорogi, керування опором амортизаторів, керування жорсткістю підвіски.

**Висновок.** Наукова новизна результатів роботи полягає в наступному:

запропонований принцип побудови системи керування підвіскою автомобіля на основі феромагнітного амортизатора з використанням мікро-ЕОМ;

розроблено модель керування підвіскою автомобіля з використанням феромагнітного амортизатора, який по ішшує параметри руху елементів підвіски в певних режимах з виконанням вимог по швидкодії і простоті реалізації;

запропонована модель дозволяє вибрати критеріальні показники ефективності системи керування підвіскою автомобіля, що характеризують експлуатаційні властивості автомобіля та дозволяють здійснити вибір раціонального (ефективного) варіанта побудови системи керування.

## ЛІТЕРАТУРА

1. К задаче построения управляемой подвески автомобиля / Б. В. Кирсанов, В. И. Парамонов, В. Д. Данилов, Ю. В. Цветков // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 1997. – №4. – С. 96-104.
2. Павлюк Александр Сергеевич Подвески легковых автомобилей : учебное пособие. – Барнаул : Изд-во Алт. гос. техн. ун-та им. И.И. Ползунова, 1996. – 82 с.
3. Тимченко Анатолий Анастасийович Основы системного подхода та системного аналізу об'єктів нової техніки. – К. : Либінь, 2004. – 288 с.
4. Сковордов Борис Владимирович Электронные системы автоматизации автомобиля : учебное пособие. – Самара : СГАУ, 1998. – 89 с.

Збірка матеріалів  
V Міжнародної науково-практичної конференції

**СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ  
ТА ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
НА ТРАНСПОРТІ**

**MINTT-2013**

Том 1

Відповідальний за випуск *Врублевський Р. Є*  
Технічний редактор, комп'ютерна верстка *Клементьєва О. Ю*  
Друк, фальцювально-палітурні роботи *Удов В. Г.*

Підписано до друку 14.05.2013. Формат 60x84/16.  
Панір офсетний. Друк цифровий. Гарнітура Times New Roman.  
Умов. друк. аркушів 11,25. Тираж 150 прим.

Херсонська державна морська академія  
Свідцтво про державну реєстрацію ДК № 4312 від 10.05.2012  
73000, м. Херсон, пр. Ушакова, 20, к. 224  
тел. (0552) 44-25-24

