

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА  
ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
WROCLAW UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY  
ІНЖЕНЕРНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування



## ІНТЕГРОВАНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ РОБОТОТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ (ІРТК-2017)

ДЕСЯТА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА  
КОНФЕРЕНЦІЯ

16-17 травня 2017 р.  
Київ, Україна

ЗБІРКА ТЕЗ

Київ  
2017

## МІЖНАРОДНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

### Голова:

Квасніков В.П. д.т.н., проф., Заслужений метролог України, зав. каф. комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій НАУ, м. Київ.

### Члени комітету:

Васильєв А.Й. д.е.н., проф., Президент Інженерної академії України, Заслужений діяч науки і техніки України, академік Міжнародної Інженерної академії, м. Харків.

Власенко В.О. д.т.н., проф., каф. технології університету Ополя, Республіка Польща.

Древецький В.В. д.т.н., проф., зав. каф. автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій Національного університету водного господарства та природокористування, віце-президент Інженерної академії України, м. Рівне.

Радєв Х.К. д.т.н., проф., Технічний університет, м. Софія, Болгарія.

Черновол М.І. член-кор. Національної аграрної академії України, д.т.н., проф., ректор Центральноукраїнського НТУ, м. Кропивницький.

Хлебус Е. д.т.н., проф., зав. каф. лазерних технологій, автоматизації та організації виробництва, Вроцлавська Політехніка, Республіка Польща.

Острофські К. д.т.н., проф., декан Краківського сільськогосподарського університету, Республіка Польща.

Мічинські Я. д.т.н., проф., зав. каф. Краківського сільськогосподарського університету, Республіка Польща.

Хойніцкі Ю. Ph.D., проф., заст. декана Варшавського університету природничих наук, Республіка Польща.

Serhiy Kovala Ph.D., MBA, CTP Senior Lecturer, Department of Informatics and Operations Management Faculty of Business and Law Kingston University.

Yahya S.H. Khraisat Ph.D., Al\_Balda Applied University / Al-Huson University College, Irdan, Jordan.

Відповідальний редактор: Шелуха О.О.

Рекомендовано до друку вченою радою Інституту інформаційно-діагностичних систем НАУ (протокол № 5 від 10 травня 2017 р.)

### **Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси (ІРТК-2017).**

Десята міжнародна науково-практична конференція 16-17 травня 2017 року, Київ, Україна. – К.: НАУ, 2017. – 314 с. (збірка тез)

Містить результати наукових, експериментальних та теоретичних досліджень вчених та аспірантів.

Матеріали можуть бути корисними науковим співробітникам, інженерно-технічним працівникам, аспірантам та студентам старших курсів вузів, що спеціалізуються в галузі автоматизованих систем управління робототехнічних комплексів та прогресивних інформаційних технологій.

<b>Петренко М.А.</b> Аналіз паливовимірювальних пристроїв для використання у безпілотних літальних апаратах сільськогосподарського призначення.	56
<b>Третяк В.В.</b> Розробка учбових програмних комплексів для проектування імпульсних технологій при виготовленні складних листових деталей.	58
<b>Фесенко С.В., Шибецький В.Ю.</b> Встановлення особливостей виникнення систематичної похибки вимірювань ДУСУ в полі дії ультразвукового випромінювання.	61
<b>СЕКЦІЯ 3. Вимірювальна техніка. Метрологія, стандартизація та сертифікація</b>	63
<b>Sokotun Zh., Koshelieva O., Zubretska N., Fedin S.</b> Improving the effectiveness for evaluation of measuring systems without repeatability of measurement.	64
<b>Suslov E., Nozhenko O., Mostovych A.</b> Strain gauge measurement data analyzing for flat wheel detection.	66
<b>Zubretska I., Fedin S.</b> Linearization of the thermistor temperature dependence.	68
<b>Безвесільна О.М., Трофименко В.І., Чепюк Л.О.</b> Припустима похибка вимірювання швидкості складних навігаційних систем.	70
<b>Безвесильная Е.Н., Хильченко Т.В.</b> Похибка від впливу шумів різного походження двоканального МЕМС ємнісного гравіметра.	73
<b>Березкін А.Л., Кучеров Д.П.</b> Обчислення центральної частоти модульованих за частотою сигналів.	75
<b>Брагинець І.О., Кононенко О.Г., Масюренко Ю.О.</b> Застосування оптичного методу для безконтактного контролю геометрії та налагодження великогабаритних виробів.	78
<b>Васілевський О.М., Присяжнюк В.В.</b> Процедура розробки методики виконання вимірювань.	80
<b>Вітрук Р.О., Щербак Л.М.</b> Зменшення інтенсивності шумів ЕКГ сигналів з використанням методу декомпозиції EMD та EEMD.	83
<b>Вітрук Р.О., Щербак Л.М.</b> Метод визначення придатності ЕКГ сигналу для діагностики.	86
<b>Гордонна Ю.О., Науменко Н.А., Белокур І.П.</b> Сертифікація персонала по контролю напружено-деформованого состояния металоконструкцій.	89
<b>Граняк В.Ф., Кухарчук В.В., Квасніков В.П.</b> Метод та засіб магнітопружного контролю механічної жорсткості вузлів конструктивних елементів силових електричних машин.	92
<b>Єременко В.С., Яремко Ю.В.</b> Метод визначення демпфівувальних характеристик гасників коливань залізничного транспорту.	95

## МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ДЕМПФІРУВАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГАСНИКІВ КОЛИВАНЬ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Єременко В.С. к.т.н., проф., Яремко Ю.В. магістр.

<sup>1</sup>Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського» e-mail: nau\_307@ukr.net

### Вступ

Важливим параметром технічного стану тягово-рухомого складу, який визначає комфортні показники та впливає на безпеку руху залізничного транспорту, є ефективність роботи гасників коливань, що використовуються для поліпшення динамічних якостей рухомої одиниці за рахунок використання демпфірувальних властивостей елементів їхньої будови. Незважаючи на велику різноманітність систем діагностики гасників коливань при стендових випробуваннях неможливо достовірно дослідити та спрогнозувати поведінку об'єкта діагностики в умовах експлуатації.

Актуальною задачею є розробка інформаційно-вимірювальної системи для діагностики гасників коливань рухомого складу в умовах наближених до експлуатаційних. Вирішення даної задачі дозволить комплексно оцінити як роботу конкретного гасника, так і інтегральний показник демпфірування надресорної частини одиниці рухомого складу.

### Основна частина

Для характеристики демпфірувальних властивостей гасників визначають власну частоту коливань конструкції та логарифмічний декремент коливань. Згідно з діючими нормативними документами, розрахунок даних параметрів здійснюють на основі аналізу форми вихідного сигналу акселерометричного датчика, враховуючи взаємне положення та відношення піків амплітуд гармонічного коливання. Спотворення форми сигналу побічними гармоніками призводить до неоднозначності визначення числових значень параметрів демпфірування. Оскільки на практиці зазвичай відсутня можливість здійснювати значну кількість повторень експерименту по скиданню об'єкта з клинів, необхідно використовувати для обробки даних алгоритми, які менш залежать від амплітуди неосновних гармонічних складових сигналу та шуму в вимірювальному каналі.

Недоліком вказаного способу є низька завадостійкість, а саме чутливість способу визначення частоти сигналу та логарифмічного декременту затухання до високочастотних складових та побічних гармонік, що присутні в інформаційному сигналі. При застосуванні даного способу необхідно використовувати апаратну або програмну фільтрацію інформаційного сигналу, що вносить додаткову ентропію та призводить до спотворення форми сигналу.

Для удосконалення методу визначення власної частоти коливань конструкції та логарифмічного декременту затухання запропоновано використання альтернативного методу визначення демпфірувальних характеристик, в основу якого покладено задачу підвищення точності та завадостійкості визначен-

ня власної частоти та логарифмічного декременту затухання шляхом розрахунку даних параметрів на основі аналізу спектральної щільності сигналів, тобто переведенням розрахунків з часової області в частотну. Власна частота колювання конструкції визначається за допомогою аналізу спектру сигналу, отриманого шляхом застосування перетворення Фур'є як частота гармоніки з максимальною потужністю. На основі спектральної щільності сигналу визначається добротність колювальної системи  $Q$  - що є кількісною мірою демпфірування.

Перевагою даного методу є висока прецизійність визначення параметрів демпфірування та відсутність впливу високочастотних завад на результат розрахунків, оскільки визначення частоти та добротності відбувається в низькочастотному діапазоні спектру сигналу, а завади носять високочастотний характер.

У зв'язку з тим, що гармоніки колювань надресорної частини та завад значно рознесені по спектру сигналу, визначення логарифмічного декременту затухань здійснюється без застосування фільтрації та іншої цифрової обробки, що забезпечує відсутність спотворення параметрів вхідного сигналу. Це забезпечує високу прецизійність та правильність визначення результату.

Експериментальним шляхом були визначені похибки для розробленого та відомого методів. Запропонований метод дозволяє визначати логарифмічний декремент та власну частоту колювань з систематичною похибкою не більше 0,7% та випадковою похибкою не більше 1,0 %, тоді як відомий спосіб має систематичну похибку від 7% до 14%, а випадкову – від 5% до 10%.

### **Висновки**

Завдяки високій чутливості та завадостійкості запропонованого методу, відкривається можливість дослідити демпфувальні властивості об'єктів діагностики по побічних осях функціонування гасників та оцінити реальний стан демпфувальної системи в умовах максимально наближених до експлуатаційних.

### **Література**

1. Програма-методика стаціонарних випробувань по скиданню з клинів рухомого складу: ДНДЦ.ГК.М01-2013. — [Затверджено 2013—07—01]. — К. : ДНДЦ УЗ, 2013. — 22 с.
2. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных: Пер. с англ. - М.: Мир, 1989. – 540 С.
3. Бабак В.П., Хандецький В.С., Шрюфер Е. Обробка сигналів: – К.Либідь, 1999.–496 с.
4. Єременко В. С., Шегедін П.А., Переїденко А.В. «Система діагностики демпфувальних характеристик рухомого складу.» – матеріали II Міжнародної наукової конференції ВКДТС 2013, с. 255-256.