

Міністерство освіти і науки України  
Український державний університет залізничного транспорту



Матеріали  
першої міжнародної  
науково-технічної конференції  
**ПРОГРЕСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ**

23 - 24 вересня 2021 р., Харків-Миргород, Україна

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО  
ТРАНСПОРТУ  
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МІНІСТЕРСТВО ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ  
АТ «УКРАЇНСЬКА ЗАЛІЗНИЦЯ»  
ТОВ «УКРАЇНСЬКА ЛОКОМОТИВОБУДІВНА КОМПАНІЯ»  
CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS  
TRANSPORT ACADEMY, RIGA  
POZNAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY  
VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY  
UNIVERSITY OF ŽILINA  
SUKHOI STATE TECHNICAL UNIVERSITY OF GOMEL  
GONCHAROV KAZAKH AUTOMOBILE AND ROAD INSTITUTE**

**МАТЕРІАЛИ  
першої міжнародної  
науково-технічної конференції  
«ПРОГРЕСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ»**

Харків - Миргород 2021

### Науковий комітет:

**Бень А. П.**, – д.т.н., професор, ХДМА;

**Білоусов Є. В.**, – д.т.н., доцент ХДМА;

**Буцько Т.В.** – д.т.н., професор УкрДУЗТ;

**Варбанець Р. А.** – д.т.н., професор ОНМУ;

**Вичужанін В. В.**, – д.т.н., професор ДУ «ОП»;

**Воронін С.В.** – д.т.н., професор УкрДУЗТ;

**Ганжа А.М.** – д.т.н., професор НТУ «ХП»;

**Горбов В.М.** – к.т.н., доцент НУК;

**Грицук І. В** – д.т.н., професор ХДМА;

**Дудка Є.І.** - АТ «УЗ»

**Каграманян А.О.** – к.т.н., доцент, УкрДУЗТ;

**Капіца М.І.** – д.т.н., професор, ДНУЗТ;

**Кірілова О.В** – д.т.н., професор ОНМУ;

**Кобдікова Ш. М.** – д.т.н., професор КазАДІ, (Казахстан);

**Крот В.С.** - ТОВ «Українська локомотивобудівна компанія»;

**Любарський Б.Г.** – д.т.н., професор НТУ «ХП»;

**Максимчук В.Ф.** – к.т.н., АТ «Укрзалізниця»;

**Мямлін С.В.**, – д.т.н., професор, АТ «УЗ»;

**Нагорний Є.В.** – д.т.н., професор ХНАДУ;

**Нікольський В.В.** – д.т.н., професор НУ «ОМА»;

**Онищенко О. А.** - д.т.н., професор НУ «ОМА»;

**Ткаченко В.П.** – д.т.н., професор ДУІТ;

**Федорович О.Є.** – д.т.н., професор, НАУ «ХАІ»;

**Чередніченко О.К.** – д.т.н., доцент НУК;

**Шраменко Н.Ю.** – д.т.н., професор ХНТУС;

**Bureika G.** – Dr., prof., Vilnius Gediminas Technical University (Литва);

**Gerlici J.** – Dr., prof., University of Žilina (Словаччина);

**Mezitis M.** – Dr.sc.ing. Transport Academy (Латвія);

**Thierry Horsin** – Prof., Conservatoire national des arts et métiers, (Франція);

**Tomaszewski F.** – Prof., Dr. hab.inz, Poznan University of Technology, (Польща).

### Організаційний комітет:

**Голова – Панченко С.В.**, д.т.н., професор, ректор УкрДУЗТ, м. Харків;

**Співголови:**

**Asta Radzevičienė**, Prof, Dr. Vice-Rector for International Relations Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania;

**Руденко С.В.**, д.т.н., професор, ректор ОНМУ, м. Одеса

**Чернявський В.В.**, д.п.н., професор, ректор ХДМА, м. Херсон

**Путято А.В.**, д.т.н., професор, ректор ГГТУ ім. П.О. Сухого, м. Гомель;

**Буреш Ф.**, член правління АТ «Укрзалізниця», м. Київ;

**Заступники голови:**

**Ватуля Г.Л.**, д.т.н., професор, проректор з наукової роботи УкрДУЗТ, м. Харків.

**Пузир В.Г.**, д.т.н., професор, завідувач кафедри «Експлуатація та ремонт рухомого складу», УкрДУЗТ, м. Харків.

**Прогресивні технології засобів транспорту.** Матеріали першої міжнародної науково-технічної конференції, 23-24 вересня 2021 р. Харків-Миргород: УкрДУЗТ, 2021. 178 с.

Збірник містить матеріали доповідей науковців вищих навчальних закладів України та інших країн, підприємств транспортної та машинобудівної галузей за трьома напрямками: розвиток інтелектуальних технологій в транспортних системах; проектування, виробництво, сервіс та експлуатація засобів транспорту; енергоефективність та енергоменеджмент засобів транспорту та інфраструктури.

© Український державний університет залізничного транспорту, 2021

ЗМІСТ

<b>ВІТАЛЬНЕ СЛОВО ГОЛОВИ ОРГАНІЗАЦІЙНОГО КОМІТЕТУ КОНФЕРЕНЦІЇ, РЕКТОРА УКРАЇНСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ПАНЧЕНКА СЕРГІЯ ВОЛОДИМИРОВИЧА</b>	11
<b>Секція РОЗВИТОК ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ</b>	
<b>МІСЦЕ І РОЛЬ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАСОБІВ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ</b>	
<i>С.В. Руденко, А.І. Головань</i>	13
<b>КОМПЛЕКСНЕ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЕРЕРВНОГО КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТА ОПЕРАТИВНОЇ ДІАГНОСТИКИ СУДНОВОГО РОТОРНОГО ОБЛАДНАННЯ</b>	
<i>С.В. Руденко, А.І. Головань, І.П. Гончарук</i>	15
<b>ПІДХОДИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПРОЯВІВ ФАКТОРА ЛЮДИНИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ НА МОРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ</b>	
<i>В.В. Чернявський, А.П. Бень, П.С. Носов</i>	17
<b>AUTOMATIC CONTROL OF THE ON-BOARD SYSTEMS TECHNICAL CONDITION</b>	
<i>V.V. Cherniavskiy, A.P. Ben, S.M. Zinchenko</i>	19
<b>ВИКОРИСТАННЯ КОНТАКТНОГО ГРАФІКА РУХУ ПОЇЗДІВ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ВАНТАЖІВ В УМОВАХ ВПРОВАДЖЕННЯ ПРИВАТНОЇ ЛОКОМОТИВНОЇ ТЯГИ НА АТ «УКРЗАЛІЗНИЦЯ»</b>	
<i>Т.В. Бутько, М. Мезітіс, С.В. Харланова</i>	21
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МІЖНАРОДНОЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ В ЧАСТИНІ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ</b>	
<i>Т.В. Бутько, Є.В. Ходаківська, О.М. Ходаківський, В.Ф. Чеклов</i>	23
<b>ІНТЕГРАЦІЯ КРАЇН І ПОРТІВ У ГЛОБАЛЬНІ МЕРЕЖІ ЛІНІЙНОГО СУДНОПЛАВСТВА: ОГЛЯД ІСНУЮЧОЇ СИСТЕМИ ПОКАЗНИКІВ ЮНКТАД І ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ</b>	
<i>О.В. Кириллова, В.Ю. Кириллова</i>	25
<b>ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ</b>	
<i>Н.Ю. Шраменко, В.О. Шраменко</i>	27
<b>УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ВЗАЄМОДІЇ ПІДПРИЄМСТВ МАГІСТРАЛЬНОГО ТА ПРОМИСЛОВОГО ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАСПОРТУ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ РЕЗЕРВІВ ПОТУЖНОСТІ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ</b>	
<i>Г.М. Сіконенко, Т. Хорсін, А.А. Висідалко</i>	29

УДК 629.5.058.64

**КОМПЛЕКСНЕ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЕРЕРВНОГО КОНТРОЛЮ  
ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТА ОПЕРАТИВНОЇ ДІАГНОСТИКИ  
СУДНОВОГО РОТОРНОГО ОБЛАДНАННЯ**

**THE COMPLEX APPLICATION OF TECHNICAL CONDITION  
CONTINUOUS CONTROL AND SHIP ROTOR EQUIPMENT OPERATIVE  
DIAGNOSTICS**

*д.т.н. С.В. Руденко, к.т.н. А.І. Головань, к.т.н. І.П. Гончарук  
Одеський національний морський університет*

*D.Sc. (Tech.) Rudenko Serhii, PhD (Tech.) Golovan Andrii,  
PhD (Tech.) Honcharuk Iryna  
Odessa National Maritime University*

Роторні насоси набули широкого поширення в суднових енергетичних установках та суднопіднімальних гідротехнічних спорудах (далі СГТС). Як правило, вони використовуються для перекачування в'язких рідин - палива, масел, рідин для гідросистем. Насоси застосовуються в системах змащення суднових дизелів як транспортні насоси в системах перекачування палива і масел і як насоси гідравлічних приводів. Роторні насоси застосовуються в відповідальних суднових системах і потребують своєчасного ремонту і обслуговування [1]. Найбільш раціональним методом експлуатації роторних насосів є обслуговування та ремонт "по стану", коли технічне обслуговування і ремонт проводяться за результатами визначення технічного стану методами безрозбірної діагностики. При проведенні безрозбірної діагностики часто використовуються і методи прогнозування залишкового ресурсу агрегату [2,3]. Тому велике значення має методика проведення діагностики, а також достовірність і точність отриманих результатів. Найбільш поширеним методом діагностики роторних насосів є вібродіагностика [4, 5]. Стосовно до роторних насосів в суднових умовах вона має ряд особливостей, які необхідно враховувати при визначенні їх технічного стану.

Основні вимоги до вимірювання вібрації насосів, відповідності нормі і, отже, визначення технічного стану насосів наведені в правилах Українського морського реєстра судноплавства (УМРС) "Частина VII. Механічні установки". Зазначена норма поширюється на всі типи насосів, незалежно від їх конструктивних особливостей, коригується тільки по потужності (дві градації) і способу монтажу насоса (горизонтальне розташування або вертикальне). Це є недоліком зазначеного нормування.

При діагностиці технічного стану насоса може використовуватися вузькосмуговий спектр віброшвидкості, так як на частотний склад вібрації тиск і температура середовища, що перекачується, не роблять істотного впливу. При цьому за діагностичні параметри приймаються характерні частоти (роторні,

зубцеві), їх модуляція, вищі і субгармоніки. Більше значення для визначення дефекту має присутність вищих гармонік, наявність і вид модуляції, ніж амплітуда окремих дискретних складових, яка залежить від температури середовища, що перекачується. При діагностиці технічного стану насоса може використовуватися сигнал віброприскорення в діапазоні частот до 10 кГц. Віброприскорення в зазначеному діапазоні дозволяє використовувати для діагностики огинаючу високочастотної компоненти сигналу, крім того, по сигналу віброприскорення можливо визначити наявність кавітації в насосі. На первинному етапі діагностики можливе використання третьоктавного спектра віброприскорення в діапазоні до 5 кГц з наступним уточненням по спектру огинаючої або вузькосмугового спектру віброшвидкості. Огинаюча також застосовується і для діагностики підшипників кочення насоса і електродвигуна [1, 6].

З метою удосконалення методу діагностичного контролю технічного стану насосів з електроприводом, застосовується апроксимація функції, а саме метод інтерполяції фільтрованого вібраційного сигналу (рис. 1) кусочно-кубічними функціями. Це підвищує точність і надійність контролю основної гармоніки коливань, що дозволяє проводити якіснішу оцінку радіального і кутового зміщення осей насосів та силових агрегатів СГТС.

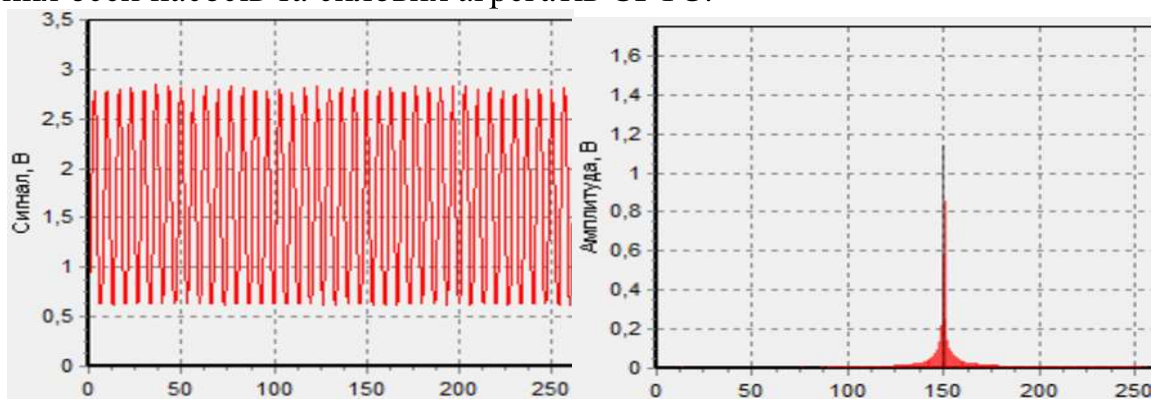


Рис.1 Сигнал у часі віброшвидкості і спектрограма віброшвидкості насосу

Ідея удосконалення методу полягає в наступному. Вібраційний сигнал на кожному відрізку  $[X_i, X_{i+1}]$  апроксимується поліномом третього ступеню, тобто функцією виду:

$$f_i(x) = a + b(x - X_i) + c(x - X_i)^2 + d(x - X_i)^3 \quad (1)$$

При цьому, у вузлах співпадають не тільки значення сусідніх поліномів, а і їх перші похідні, тобто -  $f_i(X_{i+1}) = f_{i+1}(X_{i+1})$  та  $f_i'(X_{i+1}) = f_{i+1}'(X_{i+1})$ . Значення похідних інтерполюючих поліномів вибираються довільно, виходячи з попереднього аналізу спектру сигналу.

[1] Сергеев К.О., Панкратов А.А. Особенности безразборной диагностики судовых роторных насосов / Вестник МГТУ. 2017. Т. 20, № 4. С. 681–690. DOI: 10.21443/1560-9278-2017-20-4-681-690

[2] Жуков А. С., Сергеев К. О. Проблемы перевода редукторов дизель-редукторных агрегатов на ремонт по состоянию // Эксплуатация морского транспорта. 2012. № 4 (7). С. 45–50.

[3] Равин А. А., Хруцкий О. В. Прогнозирование технического состояния оборудования объектов морской техники и морской инфраструктуры // Региональная информатика : материалы XIV Санкт-Петербургской междунар. конф., Санкт-Петербург, 29 октября 2014 г. СПб., 2014. С. 465–466.

- [4] Hasanli Sh. M., Mehdizadeh R. N., Huseynov E. K. et al. Vibro-acoustic diagnostics of rotary type machines and mechanisms // Second international conference on technical and physical problems in power engineering. Iran, University of Tabriz, 6–8 September. Tabriz, 2004. P. 509.
- [5] Барков А. В., Баркова Н. А., Азовцев А.Ю. Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации — СПб.: Изд. центр СПбГМТУ, 2000. — 169 с.
- [6] Zimmer S., Bently D. E., Palatier G. E. et al. Interpreting vibration information from rotating machinery // Noise and vibration control worldwide. 1986. June–July. P. 202–209.

**УДК 656.61.052**

**ПІДХОДИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПРОЯВІВ ФАКТОРА ЛЮДИНИ  
ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ НА МОРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ**

**APPROACHES FOR IDENTIFYING MANIFESTATIONS OF THE HUMAN  
FACTOR TO ENSURE SAFETY IN MARITIME TRANSPORT**

*д.п.н. В.В. Чернявський, к.т.н. А.П. Бень, к.т.н. П.С. Носов*  
*Херсонська державна морська академія*

*D.Sc. (Tech.) V.V. Cherniavskiy, PhD (Tech.) A.P. Ben, PhD (Tech.) P.S. Nosov*  
*Kherson State Maritime Academy*

Аналіз аварій на морському транспорті все частіше вказує на проблеми, що пов'язані із точністю ідентифікації навігаційних ситуацій з боку судноводіїв [1]. У більшості випадків, причиною виникнення критичних ситуацій під час управління судном, є неповнота даних для прийняття управлінських рішень [2–4]. При цьому, слід враховувати, що вирішальним фактором, як правило, виступає рівень кваліфікації. Виходячи з того, що навігаційна ситуація у кожен момент часу має набір інформаційних сигналів (візуальне спостереження; звукові команди; радар; ECDIS; ARPA; AIS; GPS і т.д.), то судноводій реагує на ці сигнали класифікуючи їх відповідно до свого рівня кваліфікації та досвіду. Формальний опис множини зазначених входних сигналів можна представити у вигляді матриць, що дозволяє визначити ймовірності виникнення критичних ситуацій. З кожним проходженням локацій, при виконанні завдань і маневрів, матриця перехідних ймовірностей судноводія нормується і уточнюється. Як показали експериментальні дані курсу "The Ship's Captain and the Pilot" [5], навігатори у віці понад 45 років вже мають сформовану матрицю перехідних ймовірностей для більшості типових ситуацій і на зміну їх поведінки набагато складніше впливати. Одним із головних факторів, що впливає на вище зазначені переходи може бути «суб'єктивна ентропія», яка характеризує емоційний стан судноводія та вказує на рівень проблемної ситуації [6].

Додатково можна припустити, що прояв суб'єктивної ентропії, виходячи з аналізу кривих швидкості та курсу руху судна, символізує на скільки впевнений у прийнятих рішеннях навігатор [7]. Цей факт дозволяє розпочати розробку програмно-апаратних засобів для ідентифікації інтервалів суб'єктивної ентропії