



**АКАДЕМІЯ ТЕХНІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ**  
UKRAINE TECHNICAL SCIENCES ACADEMY

**УНІВЕРСИТЕТ КОРОЛЯ ДАНИЛА**  
KING DANYLO UNIVERSITY

**ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ**  
Ivano-Frankivsk national technical university of oil and gas

---

**III Міжнародна науково-практична  
конференція**

**ПРИКЛАДНІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ  
ДОСЛІДЖЕННЯ**

APPLIED SCIENTIFIC AND TECHNICAL RESEARCH

**3 - 5 квітня**

*"Книги-морська глибина, хто в них пірне аж до дна,  
той, хоч і труду нав'досить, дивнії перли вимостить"*

*Іван Франко*

**Івано-Франківськ  
2019**



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
АКАДЕМІЯ ТЕХНІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ  
УНІВЕРСИТЕТ КОРОЛЯ ДАНИЛА  
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ  
CONNECTIVE TECHNOLOGIES LTD

# ПРИКЛАДНІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

APPLIED SCIENTIFIC AND TECHNICAL RESEARCH

Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції  
( 3-5 квітня 2019 р.)

## Партнери конференції:

Івано-Франківський ІТ Кластер  
<http://it-cluster.if.ua/>



Інженерно-впровадницька фірма "Темпо"  
<http://tempo-temp.com.ua/>



Івано-Франківськ  
«Симфонія форте»  
2019

УДК 656.25

**ЗАСТОСУВАННЯ МУЛЬТИМОДЕЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКОЇ  
КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОВЕДІНКИ ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ***Лазарева Н.М., Лазарев О.В., Український державний університет  
залізничного транспорту, м.Харків***APPLICATION OF MULTIMODEL WITH USE OF FUZZY CLUSTERING FOR  
PREDICTION BEHAVIOR OF CONTROL OBJECT***Lazarijeva N.M., Lazarijev O.V., Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv*

**Вступ.** Зі зростанням вимог до якості транспортного обслуговування, ефективне керування розпуском відцепів стає все більш важливим. Моделі керування, які встановлюються за допомогою емпіричних залежностей між незалежною поведінкою відцепів, що скочуються, та залежною змінною не задовольняють сучасним вимогам. У зв'язку зі складністю технологічного процесу розпуску, якісні дані важко описати з використанням точної математичної моделі. Розробка методів штучного інтелекту та нові інтелектуальні методи, такі як штучна нейронна мережа, нечітка оцінка, метод опорних векторів (SVM), в наш час широко використовуються в процесі прогнозування [1, 2].

Протягом останніх декількох років значно розвинулося дослідження методу мультимодельного прогнозування для моделювання складних виробничих процесів, включаючи адаптивні методи й синтез мультимоделей.

**Виклад матеріалу.** Метою є використання мультимодельного методу прогнозування поведінки відцепів, що скочуються з сортувальної гірки, що є важливим для розуміння стану системи та прийняття керуючих дій під час розпуску составів. Методи множинної моделі можуть вирішити проблему, пов'язану зі швидкою зміною ситуації при скочуванні та динамічному режимі розпуску.

Мультимодельний підхід полягає у встановленні декількох моделей за різних умов скочування відцепів. Використовується зважена сума множинних локальних моделей.

Для встановлення локальної моделі і застосування її для визначення членства поточної моделі у кожній з локальних моделей, прийнятий нечіткий метод класифікації. Розділення поточних ситуацій, що складаються на гірці, відбувається нечітким алгоритмом FCM (Fuzzy Classifier Means), метою якого є автоматична класифікація множини об'єктів, що задаються векторами ознак у просторі. Кластери представляються нечіткими множинами з нечіткими межами між кластерами. На відміну від жорсткої кластеризації, де кожен елемент даних належить лише одному кластеру, в нечіткій кластеризації елементи даних можуть належати більше, ніж до одного кластера, оскільки з кожним елементом множини пов'язана функція приналежності елемента до кожного кластера. Вона вказує на силу зв'язку між конкретним елементом даних і конкретною ситуацією.

Після отримання зважених значень локальних моделей формується глобальна модель прогнозування поведінки об'єкта для керування швидкістю скочування. Завдання зваженої мультимоделі полягає в тому, щоб знайти оптимальний набір вагових коефіцієнтів  $W_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ) і звести помилку між мультимодельним виходом і фактичним виходом до мінімуму. При цьому можна отримати більш високу точність прогнозування поведінки об'єкта порівняно з однією моделлю.

Однак, не можна легко отримати модель для складних технологічних процесів, коли немає можливості використати достатню кількість даних. Стратегія моніторингу об'єктів передбачає два основних етапи: проектування нечіткого класифікатора і онлайн-етап для виявлення поточних ситуацій у процесі розпуску та оцінки функціональних станів відцепів, що скочуються з гірки. Тому необхідне отримання навчальних зразків для кожної поточної ситуації, класифікація навчальних даних, яка відбувається з використанням методу FCM і надає зразкове правило класифікації, яке допоможе раціонально створити глобальну об'єктну модель керування.

**Висновок.** Мультимодельний підхід має високі середні показники точності прогнозування поведінки об'єкта для ефективного керування швидкістю скочування відцепів. Застосована методика є ефективною і може бути використана для прийняття рішень у реальних умовах функціонування.

**Список посилань.**

1. C. Isaza, H. Sarmiento, T. Kempowsky-Hamon, M. Le Lann. Situation prediction based on fuzzy clustering for industrial complex processes. Information Sciences. Vol. 279, 20 September 2014, P. 785-804. doi.org/10.1016/j.ins.2014.04.030
2. Y. Chang, S. Chen Temperature prediction based on fuzzy clustering and fuzzy rules interpolation techniques. 2009 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics. San Antonio, TX, USA. DOI: 10.1109/ICSMC.2009.5346229

ТЕПЛОВІЙ СХЕМІ КОТЕЛЬНІ В МІСТІ УЗИН .....	76
<b>Цих В.С., Максим'юк С.О.</b> ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ СОНЦЯ В УМОВАХ ОБ'ЄДНАНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД УКРАЇНИ.....	77

*Автоматизація та приладобудування*

<b>Мацуй А.В., Єніна І.І., Єніна Ю.М.</b> ОБГРУНТУВАННЯ ПРИНЦИПУ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ НЕСАНКЦІОНОВАНОГО ДОСТУПУ ДО ОБ'ЄКТІВ ЗВ'ЯЗКУ .....	78
<b>Долішній Б.В., Ключко Н.Б.</b> РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ПУЛЬСАЦІЙ ТЕМПЕРАТУРИ І ТИСКУ ТЕЧІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ .....	79
<b>Середюк О.Є., Винничук А.Г.</b> АПРОКСИМАЦІЙНО-ІНТЕРПОЛЯЦІЙНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ПОХИБКИ ПОБУТОВИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ ГАЗУ НА МАКСИМАЛЬНІЙ ВИТРАТІ .....	80
<b>Малісевич Н.М., Малісевич В.В., Кустрин І.І.</b> ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОТИ ЗГОРАННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ .....	81
<b>Лазарєва Н.М., Лазарєв О.В.</b> ЗАСТОСУВАННЯ МУЛЬТИМОДЕЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКОЇ КЛАСТЕРІЗАЦІЇ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОВЕДІНКИ ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ .....	82
<b>Габльовська Н.Я., Кононенко М.А.</b> АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕМПЕРАТУРНИХ ЗМІН НА ПРОТИЛЕЖНИХ ПОВЕРХНЯХ ОБ'ЄКТА КОНТРОЛЮ У МОМЕНТ ЗАРОДЖЕННЯ МІКРОТРИЩИН .....	83
<b>Середюк О.Є., Криницький О.С., Гава Р.І.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ІНТЕНСИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПОБУТОВИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ ГАЗУ НА ЇХ ПОХИБКУ .....	84
<b>Боднар Р.Т., Діян В.Р.</b> ОПТИЧНА ПРОМЕТРІЯ З ІНВАРІАНТНИМ ПЕРЕТВОРЕННЯМ СИГНАЛІВ.....	85
<b>Кузь М.В., Руденко А.М.</b> МЕТОД ДІАГНОСТУВАННЯ ЕТАЛОННИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ ГАЗУ .....	86
<b>Витвицька Л.А., Витвицький З.Я., Лаврук Х.З.</b> ЕФЕКТИВНІСТЬ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ЕЛАСТОГРАФІЇ ПРИ ДІАГНОСТИЦІ ДИФУЗНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ЩИТОВИДНОЇ ЗАЛОЗИ .....	87
<b>Романів В.М., Чугай Я.Р.</b> АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ КЮВЕТ З БАГАТОРАЗОВИМ ВІДБИВАННЯМ ОПТИЧНОГО ПРОМЕНЯ ДЛЯ ІНФРАЧЕРВОНИХ ГАЗОАНАЛІЗАТОРІВ .....	88
<b>Бутенко В.М.</b> УДОСКОНАЛЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК РОЗПОДІЛЕНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ТРАНСПОРТУ .....	89
<b>Романів В.М.</b> ОЦІНЮВАННЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ОБЧИСЛЕННЯ ТЕПЛОТИ ЗГОРЯННЯ ВИЩИХ ВУГЛЕВОДНЕВИХ КОМПОНЕНТ ПРИРОДНОГО ГАЗУ .....	90
<b>Лапко А.О., Каменєв О.Ю., Сагайдачний В.Г.</b> ПРОЕКТНА МОДЕЛЬ ВИРОБУ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ .....	91
<b>Корольова М.С., Харламова Ю.М., Корсун В.І.</b> РАЦІОНАЛЬНЕ РОЗТАШУВАННЯ СЕНСОРІВ ПРИ ВИМІРЮВАННІ ВОЛОГОСТІ ПЛАСТИНИ ІЗ ПОРИСТОГО МАТЕРІАЛУ .....	92
<b>Боднар Р.Т.</b> КОНТРОЛЬ МІЖФАЗНОГО НАТЯГУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІДИН У ПРОЦЕСАХ НАФТОВИДОБУТКУ .....	93
<b>Томашевський О.В., Заярна Т.С., Ігнаткін В.У.</b> ВПЛИВ ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ З ПРИХОВАНИМИ ВІДМОВАМИ НА ВТРАТИ ВІД БРАКУ ..	94
<b>Василенко О.В., Рева В.І., Сніжної Г.В.</b> ПРОЕКТУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРНОЇ АСУ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ МАГНІТНОЇ СПРИЙНЯТЛИВОСТІ .....	95
<b>Лактіонов І.С., Лебедєв В.А.</b> РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРОБКИ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КИСЛОТНОСТІ ТА ЕЛЕКТРОПРОВІДНОСТІ ПОЛИВНОГО РОЗЧИНУ ДЛЯ ПРОМИСЛОВИХ ТЕПЛИЦЬ .....	96
<b>Байцар Р.І., Квіт Р.І., Телішевський А.Ю.</b> ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ МОНОКРИСТАЛІЧНИХ РЕЗОНАНСНИХ СЕНСОРІВ .....	97
<b>Біліщук В.Б.</b> ВИМІРЮВАННЯ МІЖФАЗНОГО НАТЯГУ РІДИН МЕТОДОМ ОБЕРТОВОЇ КРАПЛІ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ГРАВІТАЦІЇ .....	98
<b>Присяжнюк Л.О.</b> ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПРЯМОГО МЕТОДУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОТИ ЗГОРЯННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ .....	99
<b>Ключко Н.Б., Голуб В.О.</b> МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЕНТРОПІЙНОГО КОЕФІЦІЄНТА ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ВИПАДКОВОЇ ПОХИБКИ ТУРБІННИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ ГАЗУ .....	100
<b>Кузь Г.М.</b> ЕНЕРГЕТИЧНА МОДЕЛЬ ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ .....	101