

В статті вивчається вплив різних видів функцій приналежності на якість прийняття рішень. Використавши результати експериментальних досліджень динамічних навантажень розробили методіку класифікації режимів роботи дорожньої машини на основі нечіткої логіки

Ключові слова: дорожня машина, динамічний режим роботи, функція приналежності

В статье изучается влияние разных функций принадлежности на качество принимаемых решений. Используя результаты экспериментальных исследований динамических нагрузок, разработали методику классификации режимов работы дорожной машины на основе нечеткой логики

Ключевые слова: дорожная машина, динамический режим работы, функция принадлежности

The article is studied influence of different membership functions on quality of decision-making. Having applied on result of experimental researches of the dynamical load was developed the method of classification the mode of road machine on the basis of fuzzy logic

Keywords: road machine, dynamic mode, membership functions

МЕТОДИКА ПОБУДОВИ ФУНКЦІЙ ПРИНАЛЕЖНОСТІ ІНФОРМАТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ДИНАМІЧНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ДОРОЖНЬОЇ МАШИНИ

О. В. Вікторова

Аспірант

Кафедра метрології та безпеки життєдіяльності
Харківський національний автомобільно-дорожній

університет,

вул. Петровського, 25, м. Харків, 61002

E-mail: elena_viktorova@bk.ru

Вступ

Для сучасних дорожніх машин (ДМ) характерним є зростання продуктивності за рахунок збільшення робочих швидкостей. Отже все це призводить до збільшення динамічних навантажень, які діють на ДМ. Складний характер навантаженості машин ускладнює її оцінку розрахунковим шляхом. Тому важливо оцінити вихідні параметри, що визначають ступінь навантаженості машини в умовах її експлуатації. Оцінка ступеня навантаженості машини пов'язана безпосередньо з визначенням самонавантаження, крутних моментів у приводі, тисків у гідросистемах або встановленням параметрів, що характеризують ступінь навантаженості (деформацій, вібрацій, швидкостей та ін.) З цією метою було проведено ряд експериментальних досліджень на ДМ (автогрейдері ДЗк-251). Проаналізувавши експериментально отримані дані про навантаження на робочий орган (відвал) і силовий агрегат, а також ходову частину, була встановлена наступна динаміка змін режимів роботи автогрейдера: слабо навантажений, середньо навантажений і сильно навантажений режим.

Як було зазначено в [1] необхідним компонентом при експлуатації ДМ є інтелектуальна вимірювальна інформаційна система (ІВІС). Сукупність вимірних значень інформативних параметрів формує базу знань експертної системи ІВІС ДМ. Прийняття рішень в експертної системі буде прийматися на основі по-

будованих функцій приналежності (ФП) для кожного динамічного режиму роботи. Конкретне значення ФП називається ступенем або коефіцієнтом приналежності. Для кожного вимірюваного значення інформативного параметра розраховується ваговий коефіцієнт і порівнюється з еталонними ФП, після чого приймається рішення про той чи інший режим роботи. Таким чином, необхідно розробити методіку побудови ФП параметрів динамічних режимів роботи ДМ.

Постановка завдання

Використавши результати аналізу експериментальних досліджень динамічних навантажень на автогрейдер ДЗк-251 розробити методіку класифікації режимів роботи ДМ на основі нечіткої логіки.

Методика побудови функцій приналежності інформативних параметрів динамічних режимів роботи дорожньої машини

В основу методіки класифікації покладена розроблена методіка побудови ФП інформативних параметрів динамічних режимів роботи ДМ. Дана методика включає в себе наступні етапи.

Графічне представлення вихідного ряду для кожного динамічного режиму роботи в часовій області.

В якості вихідних рядів використовуються результати експериментальних досліджень динамічних навантажень ДМ. Зазвичай візуальне уявлення вихідного ряду дозволяє визначити закон розподілу. Як приклад розглянемо часові ряди, які відповідають слабо навантаженому, середньо навантаженому і сильно навантаженому режимам роботи (рис. 1..3).

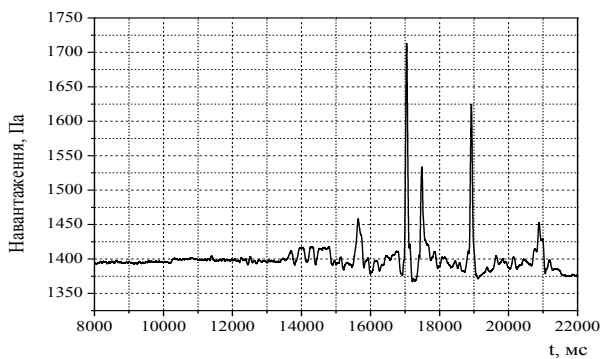


Рис. 1. Деформація рами в слабо навантаженому режимі роботи

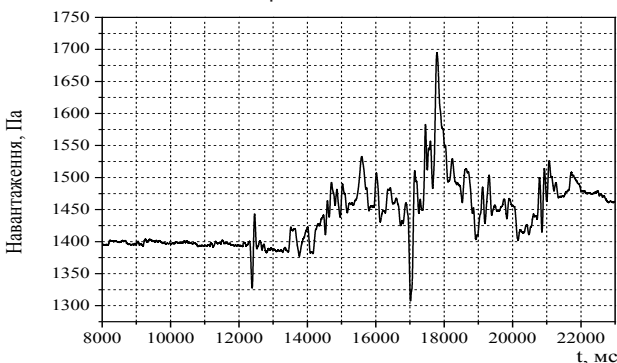


Рис. 2. Деформація рами в середньо навантаженому режимі роботи

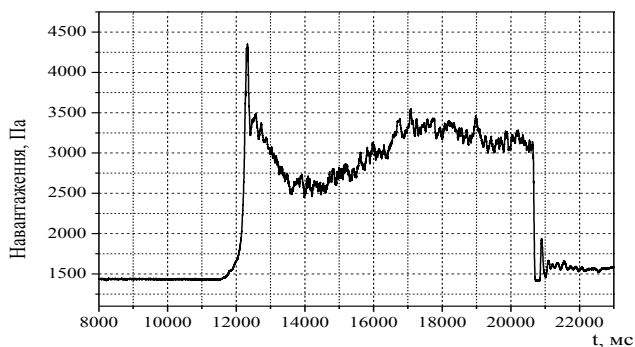


Рис. 3. Деформація рами в сильно навантаженому режимі роботи

Вибір графічної інтерпретації ФП.

На сьогоднішній день з практичної точки зору широко використовуються функції гаусівського типу, а також трикутні і трапецеїдальні функції [2]. Загальна форма гаусівської функції для множини $A(x)$ має вигляд:

$$\mu_A(x) = \exp\left[-\left(\frac{x-c}{\delta}\right)^2\right] \tag{1}$$

де $x = [x_1, x_2, \dots, x_N]^T$ - N-мірний вхідний вектор

виміряних значень навантаження; c - центр нечіткої множини A ; δ - коефіцієнт широти.

Узагальнена гаусівська функція, також може бути представлена в раціональній формі:

$$\mu_A(x) = \frac{1}{1 + \left(\frac{|x-c|}{\delta}\right)^{2b}} \tag{2}$$

де b – параметр, що впливає на форму кривої.

Для кожного динамічного режиму роботи описується ФП, використовуючи формулу (2).

Обчислення числових характеристик дискретних випадкових величин.

Як вже відомо, закон розподілу повністю характеризує випадкову величину. Однак часто закон розподілу невідомий і доводиться обмежуватися меншими відомостями. Іноді навіть вигідніше користуватися числами, які описують випадкову величину сумарно, такі числа називають числовими характеристиками випадкової величини [3]. До числа важливих числових характеристик відносяться математичне очікування і середньоквадратичне відхилення.

Параметр c - математичне очікування, відповідає центру нечіткої множини $A(x)$. Зміни даного параметра відповідають зсуву ФП по горизонтальній осі. Обчислення математичного очікування виконується за загальною формулою:

$$c = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \tag{3}$$

Параметр δ - середньоквадратичне відхилення, іноді називають коефіцієнтом широти. Даний параметр відповідає за форму функції. Чим менше його значення, тим більше крутизна функції. Середньоквадратичне відхилення обчислюється таким чином:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}} \tag{4}$$

Розраховані значення математичного очікування і середньоквадратичного відхилення даного вихідного ряду для динамічних режимів роботи наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Динамічний режим роботи	Математичне очікування, c (Па)	Середньоквадратичне відхилення, δ (Па)
Слабо навантажений	1399	22
Середньо навантажений	1427	44
Сильно навантажений	2044	790

Вибір параметра b .

Як вже було зазначено параметр b , впливає на форму кривої. Для прикладу, побудуємо ФП для слабо навантаженого режиму роботи з різними значеннями b (рис. 4).

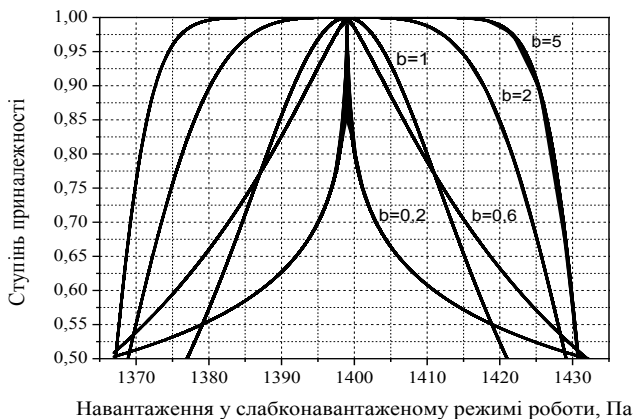


Рис.4. Вплив параметра b на форму гаусівської кривої

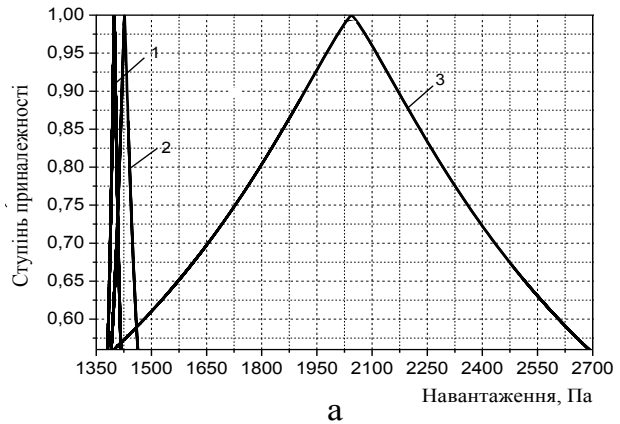
На графіку (рис. 4) видно, що при відповідному підборі показника b (формула 2) вона може визначати як функцію Гауса ($b=1$), так і трикутну ($b=0,6$) або трапецеїдальну ($b=2$) функцію. Внаслідок цього, з метою, обґрунтування вибору типу ФП побудуємо для кожного вихідного ряду перетинання ФП динамічних режимів роботи ДМ з різними значеннями показника b . Критерієм вибору служитиме мінімальне значення рівня перетинання ФП. Це значення не повинно перевищувати 0,5.

1) Трикутна функція.

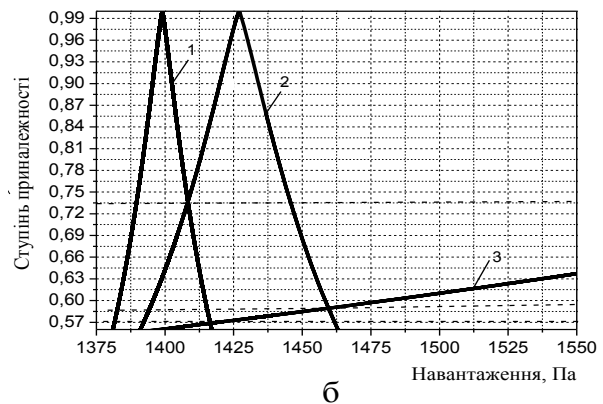
Як видно з графіка (рис. 5б) ФП перетинаються між собою в трьох точках.

Перетинання ФП слабо навантаженого і середньо навантаженого режиму роботи на рівні 0,735 свідчить про складність розпізнавання даних режимів роботи. При цьому ФП сильно навантаженого режиму роботи перетинає ФП слабо навантаженого і середньо навантаженого режиму роботи на рівні 0,57; 0,585.

Дисперсія слабо навантаженого і середньо навантаженого режиму роботи в десятки разів менше, ніж дисперсія сильно навантаженого режиму роботи. Це вказує на стаціонарність процесів в перших двох режимах роботи і на нестаціонарність у сильно навантаженому режимі роботи, що підтверджується результатами експериментальних досліджень. На ДМ в сильно навантаженому режимі роботи діють різні види навантажень, які коливаються від 1600 до 4480 Па.



а



б

Рис.5. Перетинання трикутних ФП (а – зображення ФП на інтервалі 1350-2700 Па; б – зображення ФП на інтервалі 1375-1550 Па) : 1 – слабо навантажений режим, 2 – середньо навантажений режим, 3 – сильно навантажений режим

2) Гаусова функція.

Проаналізувавши графік (рис. 6б) можна відзначити, що:

- перетинання ФП слабо навантаженого і середньо навантаженого режиму роботи на рівні 0,847;
- ФП сильно навантаженого режиму роботи перетинає ФП слабо навантаженого і середньо навантаженого режиму роботи на рівні 0,625 і 0,645.

Аналіз ФП показує, що чим ширше ФП, тим рівні перетинання побудованих функцій вище. Це свідчить про те, що чим вище нестаціонарність процесів тим складніше їх класифікувати. Виходячи, з цього трикутна функція і функція Гауса не підходять за встановленим вище критерієм. Отже необхідно вибирати значення b значно меншим.

Таким чином, провівши ряд досліджень можна зробити висновок, що найоптимальніше значення параметру b буде становити 0,01 (рис.7).

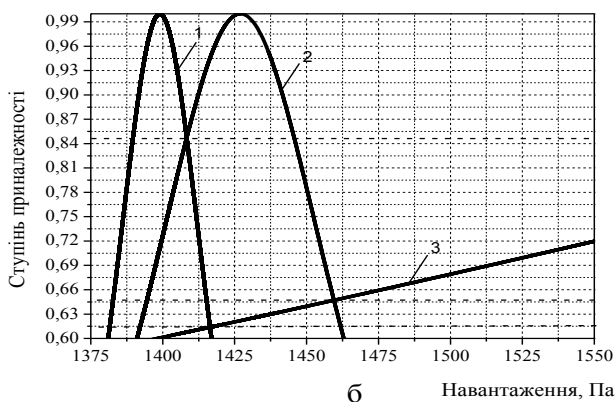
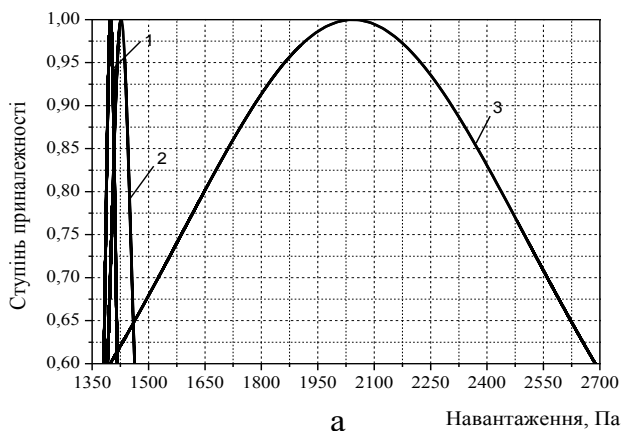


Рис.6. Перетинання гаусівських ФП (а – зображення ФП на інтервалі 1350-2700 Па; б – зображення ФП на інтервалі 1375-1550 Па)

Розглянувши графік (рис.7б) можна вказати значну перевагу ФП з показником $b = 0,01$ в порівнянні з трикутною функцією та функцією Гауса. Рівень перетинання ФП зменшився до рівня 0,5, що не виходить за межі встановленого критерію. Внаслідок цього вибираємо даний тип функції як еталонний.

Розрахунок вагових коефіцієнтів ФП.

Розрахунок вагових коефіцієнтів ФП здійснюється за формулою (2). Для прикладу розраховуємо вагові коефіцієнти для навантаження в 1425 Па:

$$K_{\mu_{\text{слаб}}}(1425) = \frac{1}{1 + \left(\frac{|1425 - 1399|}{22}\right)^{0,02}} = 0,49$$

$$K_{\mu_{\text{серед}}}(1425) = \frac{1}{1 + \left(\frac{|1425 - 1427|}{44}\right)^{0,02}} = 0,51$$

$$K_{\mu_{\text{сил}}}(1425) = \frac{1}{1 + \left(\frac{|1425 - 2044|}{790}\right)^{0,02}} = 0,50$$

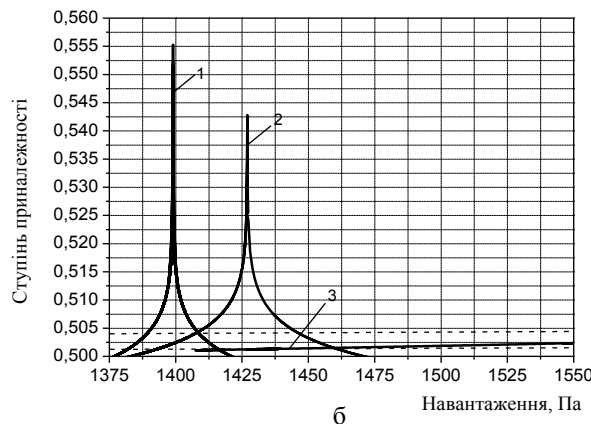
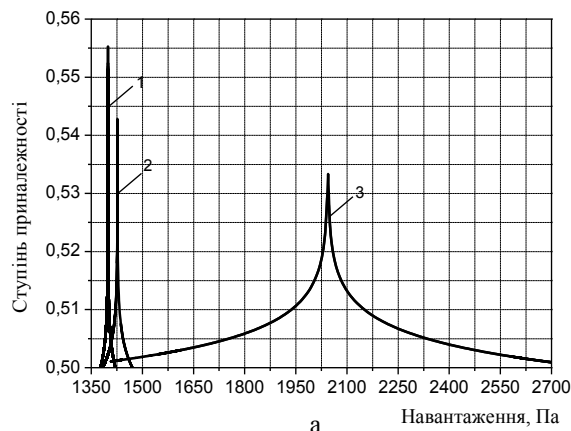


Рис.7. Перетинання ФП при $b = 0,01$ (а – зображення ФП на інтервалі 1350-2700 Па; б – зображення ФП на інтервалі 1375-1550 Па) Таким чином, по набору подібних ФП в експертній системі ІВІС можна проводити попереднє розпізнавання динамічних режимів роботи ДМ.

Як бачимо навантаження в 1425 Па відповідає трьом значенням коефіцієнта приналежності. Виходячи з отриманих розрахункових даних, можна зробити висновок, про те, що навантаження у 1425 Па належатиме з різними вагами середньо навантаженому динамічному режиму роботи. За найбільшою вагою проводиться класифікація динамічних режимів роботи.

4. Висновок

В результаті проведених досліджень встановлено, що при експлуатації (навантаженні) ДМ в ній відбуваються як стаціонарні, так і нестаціонарні про-

цеси, тому необхідно, щоб ФП була адаптивною до динамічних режимів її роботи.

Таким чином, розроблена методика побудови ФП «Методика побудови функцій приналежності

Литература

1. Вікторова О. В. Обґрунтування необхідності нечіткого управління елементами бортової інтелектуальної інформаційно-вимірювальної системи дорожньої машини / О. В. Вікторова, А.О. Коваль, Д.Є. Петрукович // сборник научных трудов «Строительство. Материаловедение, Машиностроение» Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры. – Днепропетровск : ПГАСА, 2010. – №57. – С.215– 220
2. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / С. Осовский // пер. с польского И. Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.
3. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие для вузов / В. Е. Гмурман. – 9-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2003. – 479 с.

Розглянуто питання використання діагностичних моделей на транспорті. Запропоновано класифікацію діагностичних моделей у рамках транспортної діагностики
Ключові слова: діагностична модель, класифікація, діагностика

Рассмотрены вопросы использования диагностических моделей на транспорте. Предложена классификация диагностических моделей в рамках транспортной диагностики
Ключевые слова: диагностическая модель, классификация, диагностика

Questions of diagnostic models use on transport are considered. Classification of diagnostic models within the limits of transport diagnostics is offered
Keywords: diagnostic model, classification, diagnostics

УДК 656:681.518.5

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ОБЪЕКТА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ НА ТРАНСПОРТЕ

А. Н. Горяинов

Кандидат технических наук, доцент.
 Докторант Харьковской национальной академии городского хозяйства
 ул. Революции, 12, г. Харьков, Украина, 61002.
 Контактный тел.: 067-257-92-16.
 E-mail: goryainov@ukr.net

1. Введение

Использование диагностического подхода при исследовании объектов различной природы предусматривает выполнение определенных условий. В частности, одним из условий является создание диагностической модели объекта исследования. Ввиду начальной стадии становления теории транспортной диагностики, серьезных исследований по разработке диагностических моделей на транспорте еще не проводилось. В качестве работ, которые являются вводными к проведению исследований в данном вопросе, можно назвать [1, 2]. Учитывая широкое распространение диагностики в различных сферах деятельности человека, а также, принимая во внимание уровень известных разработок по моделированию объектов диагностирования на транспорте, можно говорить о целесообразности научных исследований в данном направлении.

2. Анализ последних достижений и публикаций

Основой для разработки моделей объектов диагностирования на транспорте могут выступать наработки

смежных дисциплин. Согласно [3], наиболее близкими по объектам исследования на транспорте являются техническая и экономическая диагностики. Проводя обзор информационных источников по указанным видам диагностик (например, [4-7]), можно сделать вывод, что наибольшее количество результатов по созданию моделей объектов диагностирования получено именно в рамках технической диагностики. Это предопределяет целесообразность разработки моделей диагностирования на транспорте на основе данного вида диагностики.

3. Цель и постановка задачи

Целью данной работы является определение основных условий построения диагностических моделей на транспорте.

4. Результаты исследований

В начале исследований целесообразно определить существующими классификациями моделей на