**Дідик Олександр Костянтинович. Інтелектуальна система динамічного зважування автомобілів для автоматизації управління запасами на сільськогосподарському підприємстві : Дис... канд. наук: 05.13.07 - 2007.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Дідик О.К. Інтелектуальна система динамічного зважування автомобілів для автоматизації управління запасами на сільськогосподарському підприємстві. – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – Автоматизація технологічних процесів. – Кіровоградський національний технічний університет, Кіровоград, 2007.  Дисертація присвячена розробці методів та засобів підвищення якості процесу динамічного зважування автомобілів, які б забезпечували можливість оперативного отримання достовірної інформації про кількість продукції для автоматизації управління запасами на сільськогосподарському підприємстві. У роботі запропоновано для оцінювання маси автомобіля при динамічному зважуванні використовувати поєднання нейронної мережі та оптимальної багатовимірної фільтрації. На основі експериментальних даних та моделювання визначені динамічні характеристики сигналів, які виникають при зважуванні автомобіля. Проведено дослідження граничних рубежів якості оцінювання маси нейронною мережею в ідеальних умовах. Розроблено частковий метод синтезу багатовимірних систем фільтрації, який поширює ідеї комплексування на випадок, коли корисний сигнал – регулярний, а перешкода – багатовимірний стаціонарний випадковий процес. Визначено структуру та параметри оптимальних багатовимірних фільтрів для різної кількості датчиків, а також залежність даних параметрів від вагового коефіцієнта l, який накладає обмеження на дисперсію випадкової складової помилки. Методом аналізу визначено значення l, при якому інтелектуальна комплексна система, з відомою структурою, має найкращу якість оцінювання маси. Проведені господарські випробовування підтвердили, що запропонована інтелектуальна система динамічного зважування може бути використана для автоматизації управління запасами на сільськогосподарському підприємстві. | |
| |  | | --- | | Основні наукові та практичні результати дисертаційної роботи полягають у наступному:   1. В результаті порівняльного аналізу сучасних методів обробки вимірювальної інформації в системах динамічного зважування і характеристик корисних сигналів та перешкод в реальних експлуатаційних умовах доведено, що досягнення мети дисертації необхідно шукати шляхом створення інтелектуальної комплексної системи автоматизації процесу поосного зважування автомобіля, яка складається з оптимального багатовимірного комплексного фільтра для виділення корисного сигналу на фоні перешкод та нейронної мережі для компенсації невизначеності про стан автомобіля. 2. Дослідження динамічних характеристик регулярної складової навантаження, що виникає при проїзді автомобіля через вагоприймальний пристрій, виконане методом комп’ютерного імітаційного моделювання, показало, що вони суттєво залежать не тільки від маси автомобіля, але й від його конструктивних параметрів. При цьому встановлено, що структура спектра потужності коливань навантаження залишається постійною, а її параметри змінюються в межах ± 5 % при варіюванні конструктивними параметрами автомобіля ± 20 %. Інтегральноквадратичне відхилення регулярної складової сигналу пропорційно залежить від маси. Зміна швидкості автомобіля обернено пропорційно впливає на постійні часу визначеного спектра. У той же час довжина лінії контакту колеса з вагоприймальною платформою та його радіус практично не змінюють даної характеристики корисного сигналу. 3. В результаті обробки експериментальних даних, отриманих на базі автомобільного парку ВАТ „Кіровоградське видавництво”, встановлено, що випадкова складова перешкод являє собою стаціонарний випадковий процес з дробово-раціональною спектральною щільністю, потужність коливань якого зосереджена в діапазоні частот від 100 до 1200 рад/с, математичне очікування становить приблизно 0 кг, а середньоквадратичне відхилення наближається до 70 кг. 4. Аналіз поведінки нейронної мережі, яка містить 15 нейронів у вхідному шарі з радіально-базисною функцією активації, 20 нейронів у прихованому шарі з сигмоїдною функцією та 1 нейрон у вихідному шарі з сигмоїдною функцією, при дії на її вході регулярного корисного сигналу та джерел невизначеності, наведених у роботі, показав, що вона може забезпечити відносну похибку вимірювання маси, розподілену за нормальним законом з математичним сподіванням 0.002 % та середньоквадратичним відхиленням 0.036 % при швидкості руху автомобіля V = 5 ± 1 км/год. У разі дії реальних випадкових перешкод нейронна мережа погіршує якість оцінювання: математичне очікування похибки збільшується приблизно у 5 разів, а середньоквадратичне відхилення - в 60. 5. Для зменшення впливу випадкових факторів на якість роботи нейронної мережі розроблено частковий метод синтезу багатовимірних систем фільтрації, який поширює ідеї комплексування на випадок, коли корисним є вектор регулярних сигналів, а перешкодою – багатовимірний стаціонарний випадковий процес, застосування якого дозволило визначити структуру та параметри багатовимірних оптимальних фільтрів для випадків використання одного, двох, трьох та чотирьох тензодатчиків, а також встановити закони зміни їх параметрів в залежності від обмеження на дисперсію випадкової складової похибки, що дає можливість інженеру-конструктору отримувати рішення задач конструювання без виконання етапів досліджень, наведених у роботі, за умови, що конфігурація розроблюваної системи та сигнали в ній наближаються до розглянутих у дисертації. 6. Для поєднання оптимального багатовимірного фільтра з нейронною мережею застосовано системний підхід, в основі якого лежать методи аналізу систем, половинного ділення інтервалів та імітаційного моделювання. В результаті їх застосування визначено, що найкращі результати роботи інтелектуальної комплексної системи автоматизації поосного зважування автомобіля у русі досягаються, якщо вона має чотири тензодатчики, співвідношення між регулярною та випадковою складовими корисного сигналу та перешкоди складає = 60, нейронна мережа містить 15 нейронів у вхідному шарі з радіально-базисною функцією активації, 20 нейронів у прихованому шарі з сигмоїдною функцією та 1 нейрон у вихідному шарі з сигмоїдною функцією, а навчання виконано на зашумленому сигналі, який підданий фільтрації. Відносна похибка оцінювання маси при цьому розподілена за нормальним законом з математичним сподіванням -0.0053 % та середньоквадратичним відхиленням 0.1026 %, що підтверджено результатами імітаційного моделювання роботи системи та господарськими випробуваннями. 7. Проведені господарські випробування, з використанням макетного зразка, підтвердили працездатність розробленої системи, а застосовані методи обробки вимірювальної інформації дозволили досягти відносної погрішності вимірювань *eМ* < 0.5 % при швидкості руху автомобіля V » 5 км/год. Економічний ефект, в порівнянні із статичними вагами, отриманий за рахунок зменшення ціни ваг, витрат на експлуатацію транспортних засобів, а також збільшення кількості операцій зважування в разі використання ваг на декілька господарств становить 53920 грн., а термін окупності 0,56 року. | |