

УДК 631.372

ПОКРАЩЕННЯМ СТІЙКОСТІ ПРИЧІПНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МАШИНИ

**Світличний А. А., Зуб В. О.,
Черепньов І. А., к.т.н., доц., Антощенко Р. В., д.т.н., проф.**

Державний біотехнологічний університет

В роботі обґрунтований метод покращення стійкості причіпної сільськогосподарської машини.

Розроблено слідкуючий контролер для системи машина-причіп, у якій вимірюється лише положення причепа. Лінеаризована модель простору станів системи отримана з використанням кінематичних рівнянь, які раніше виявилися достатніми для контролю стану зі зворотним зв'язком. Оптимальний підсилення спостерігача обчислюється з використанням відомої дисперсії шуму вимірювання. Результати моделювання свідчать про те, що вимірювання положення без спільного розташування достатньо для точної оцінки повних станів системи при успішному регулюванні причепа на бажану траєкторію. Експериментальні результати показують, що оцінювач здатний відстежувати стани системи, а систему робота та трейлера можна змусити слідувати типовій геофізичній зйомці.

Регулювання автономної машини по траєкторії вимагає точних вимірювань стану, включаючи, але не обмежуючись цим, положення, орієнтацію, швидкість і швидкість повороту. Приймачі системи глобального позиціонування (GPS) мають відносно високі похибки вимірювання позиції, але диференціальні вимірювання між двома або більше датчиками можуть значно підвищити точність системи відстеження шляху. GPS-приймачі також видають вимірювання швидкості, які можна використовувати для вимірювання швидкості транспортного засобу з високою точністю і навіть доведено ефективність для вимірювання бокового ковзання транспортного засобу в програмах, де можливе значне ковзання. Поєднання вимірювань GPS-приймача з інерціальними навігаційними системами (INS) призводить до високоточного вимірювання руху транспортного засобу та положення через те, що дві системи мають некорельовані помилки вимірювання. Змішані системи GPS/INS, такі як NovAtel SPAN tm є комерційно доступними та не тільки покращують точність позиціонування, але й дозволяють швидше повторно отримати сигнал GPS.

Для геофізичних зйомок стан буксируваного сенсорного причепа часто є важливішим, ніж стан робота. Датчики кута зчіпки можна використовувати для прямого вимірювання курсу причепа в поєднанні з інформацією про курс робота. Проте шумні вимірювання кута зчіпки можуть знизити точність розрахунків курсу причепа. Крім того, кут зчеплення можна оцінити на основі комбінації одного або кількох інших вимірювань стану машини та причепа. Оцінка стану може не тільки точно відстежувати кут зчеплення, але також може призвести до «гладшого» зареєстрованого кута зчеплення порівняно з прямими

вимірюваннями. Цю згладжену оцінку стану можна вважати кращою для цілей керування, оскільки вона призведе до менш нестабільного керування порівняно з вимірюванням стану з шумом. Крім того, змішану систему GPS/INS можна встановити безпосередньо на причепі з датчиками для безпосереднього вимірювання положення та курсу, обходячи багато проблем, пов'язаних із спробами виміряти кут зчіпки та визначити орієнтацію причепа. Але використання змішаних систем GPS/INS може значно збільшити витрати на прилади порівняно з використанням простішого приймача GPS.

Керування траєкторією машини через слідкуючий контролер, що враховує орієнтацію енергетичного засобі дозволяє покращити її стійкість руху.

Список літератури:

1. Мехатронні системи автомобілів і тракторів [Текст] : підручник / Р. В. Антощенко, О. В. Нанка, А. Т. Лебедев, В. М. Антощенко, В. М. Кісь, І. В. Галич. - Харків : ХНТУСГ, 2020. – 248 с.
2. Антощенко Р. В. Обробка даних мобільного вимірювального комплексу для контролю за функціонуванням мобільних енергетичних засобів. *Вібрації в техніці та технологіях*. Вінниця, 2013. №2(70). С. 6–9.
3. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.
4. Antoshchenkov, R., Bogdanovich, S., Halych, I., Cherevatenko, H. Determination of dynamic and traction-energy indicators of all-wheel-drive traction-transport machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 1 (7 (121)), 40–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.270988>.
5. Artiomov, N., Antoshchenkov, R., Antoshchenkov, V., Ayubov, A. Innovative approach to agricultural machinery testing. *Engineering for Rural Development*, 2021, 20. 692–698.
6. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.
7. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254688.
8. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.
9. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.