

УДК 631.17.002.5

## Вимірювальна система динамічних та тягово-енергетичних показників функціонування мобільних машин

Р.В.Антощенко

*Харківський національний технічний університет  
сільського господарства ім. П.Василенка (м. Харків, Україна)  
roman.tiaxntusg@gmail.com*

В роботі аналізується конструкція й призначення вимірювальної системи для визначення динамічних та тягово-енергетичних показників функціонування мобільних машин

**Ключові слова:** *вимірювальна система, динамічні показники, тягово-енергетичні показники, параметри, датчик, мобільна машина, агрегат, випробування, траєкторія, рух, точність*

**Вступ.** Системи які є на сьогоднішній день не в змозі виміряти велику кількість параметрів руху машино-тракторного агрегату в динаміці при виконанні технологічних процесів у сільському господарстві. З появою сучасних сільськогосподарських агрегатів питання визначення якості та кількості параметрів, що контролюються при функціонуванні машинно-тракторного агрегату збільшилось.

**Аналіз останніх досягнень та публікацій.** Відомі системи збору та обробки даних є універсальними, або використовуються в автоматизованих системах керування технологічними процесами. Недоліком таких систем є те, що з їх допомогою можливо тільки контролювати проміжні значення параметрів функціонування машино-тракторного агрегату [1, 2].

Інші системи мають невелику кількість датчиків тому вимірюють обмежену кількість параметрів функціонування машин. Розрахунок тягових та енергетичних параметрів виконується математично по запропонованим методологіям [3]. По витраті палива з достатньою точністю можна визначити енергетичні показники МТА [4, 5]. Траєкторії руху трактора або автомобіля визначають за допомогою GPS приймачів [6], що встановлюються на сільськогосподарських тракторах або автомобілях.

**Мета та постановка задачі.** Метою даної роботи є аналіз конструкції та призначення пристрою для визначення динамічних та тягово-енергетичних показників функціонування мобільних машин.

**Вирішення задачі.** Використовуючи результати попередніх досліджень [3-5] на кафедрі «Трактори і автомобілі» ХНТУСГ ім. П. Василенка створена вимірювальна система для визначення динамічних та тягово-енергетичних показників функціонування мобільних машин.

Основним елементом даної системи є комп'ютер (ноутбук) або обчислювальний модуль. В даному вузлі відбувається обробка та збереження даних з датчиків та вимірювальних пристроїв. В якості накопичувача інформації використовується жорсткий диск або флеш пам'ять.

Уразі обладнання пристрою автономним обчислювальним модулем, що обладнується дисплеєм та пультом керування за допомогою яких відбувається керування системою. Схема пристрою для визначення динамічних та тягово-енергетичних показників функціонування мобільних машин наведена на рис. 1.

Кількість та типи датчиків, якими обладнується машина при випробуваннях залежить від її виду і параметрів, що необхідно визначити.

Пристрій для визначення динамічних та тягово-енергетичних показників може обладнуватися інерційними вимірювальними пристроями 6, що складаються з гіроскопів та датчиків прискорень, кількість яких залежить від кількості елементів мобільної машини або агрегату. Система може обробляти дані з восьми інерційних вимірювальних пристроїв (ІВП).

Отримання навігаційної інформації, траєкторії руху, швидкості та висоти над рівнем моря відбувається за допомогою навігаційного пристрою 3.

Для визначення кутів повороту коліс, або злому рам трактору або агрегату застосовують датчики куту повороту 7.

Датчики витрати палива 8 встановлюються в паливопроводі двигуна в прямому та зворотному напрямку подачі палива, тобто система враховує паливо, що зливається в бак.

Швидкість обертання коліс, валів трансмісії, двигуна внутрішнього згорання та ВВП визначається датчиками швидкості обертання 9.

Між елементами мобільної машини автомобілем та причепом або в МТА між трактором та сільськогосподарськими машинами встановлюються динамометри 10.

Пристрій додатково обладнується аналоговими 11 та дискретними входами 12.

Комунікація між датчиками, ІВП та обчислювальним модулем відбувається за допомогою шини CAN 5. Дана шина має декілька ступенів захисту у тому числі від обриву сигнальних проводів [7].

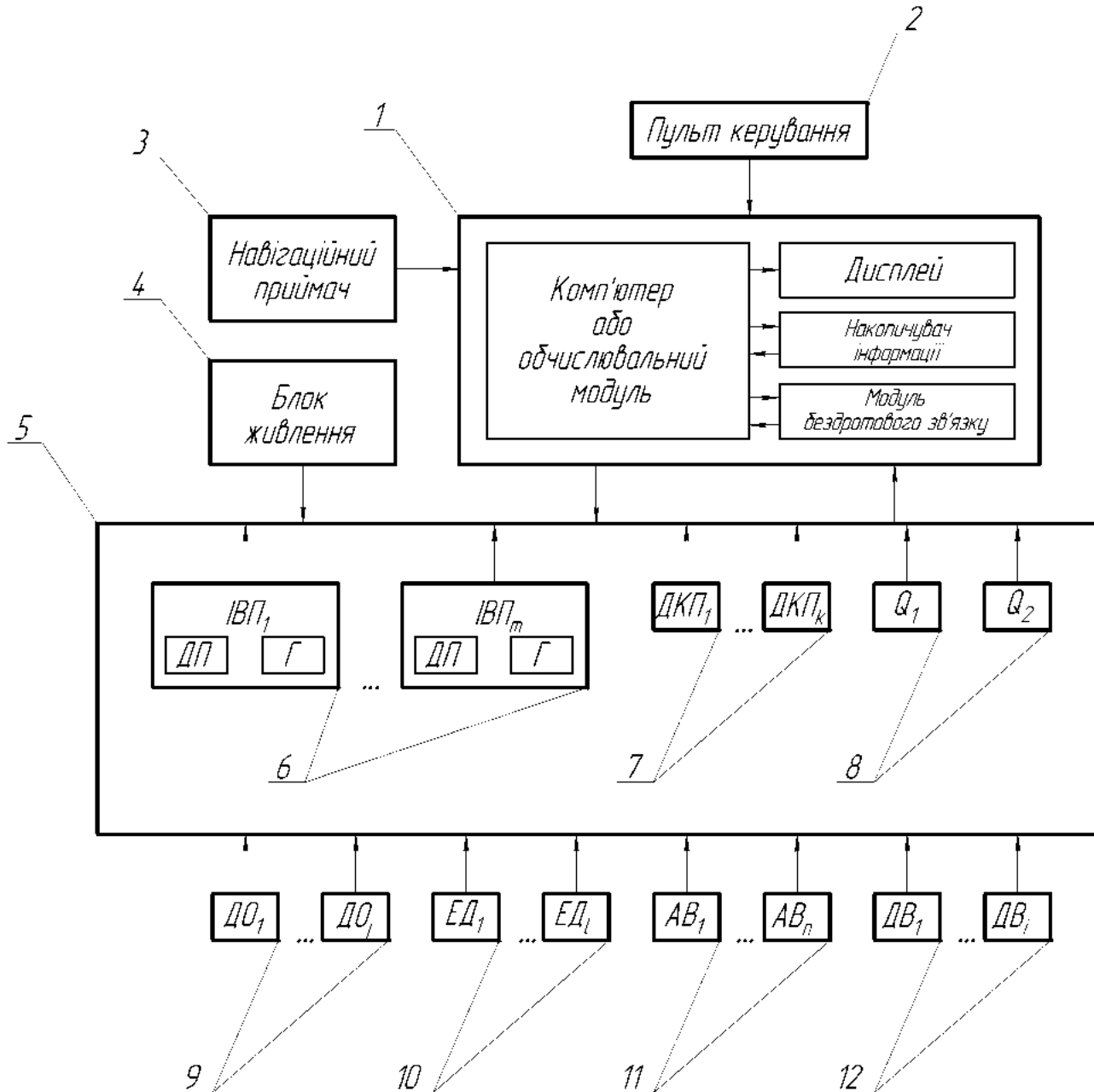


Рис. 1. Схема пристрою для визначення динамічних та тягово-енергетичних показників функціонування мобільних машин:

- 1 – обчислювальний модуль; 2 – пульт керування; 3 – навігаційний пристрій;
- 4 – блок живлення; 5 – шина даних CAN; 6 – інерційний вимірювальний пристрій;
- 7 - датчик куту повороту; 8 – витратомір палива; 9 – датчик обертів;
- 10 – електронний динамометр; 11 – аналогові входи; 12 – дискретні входи

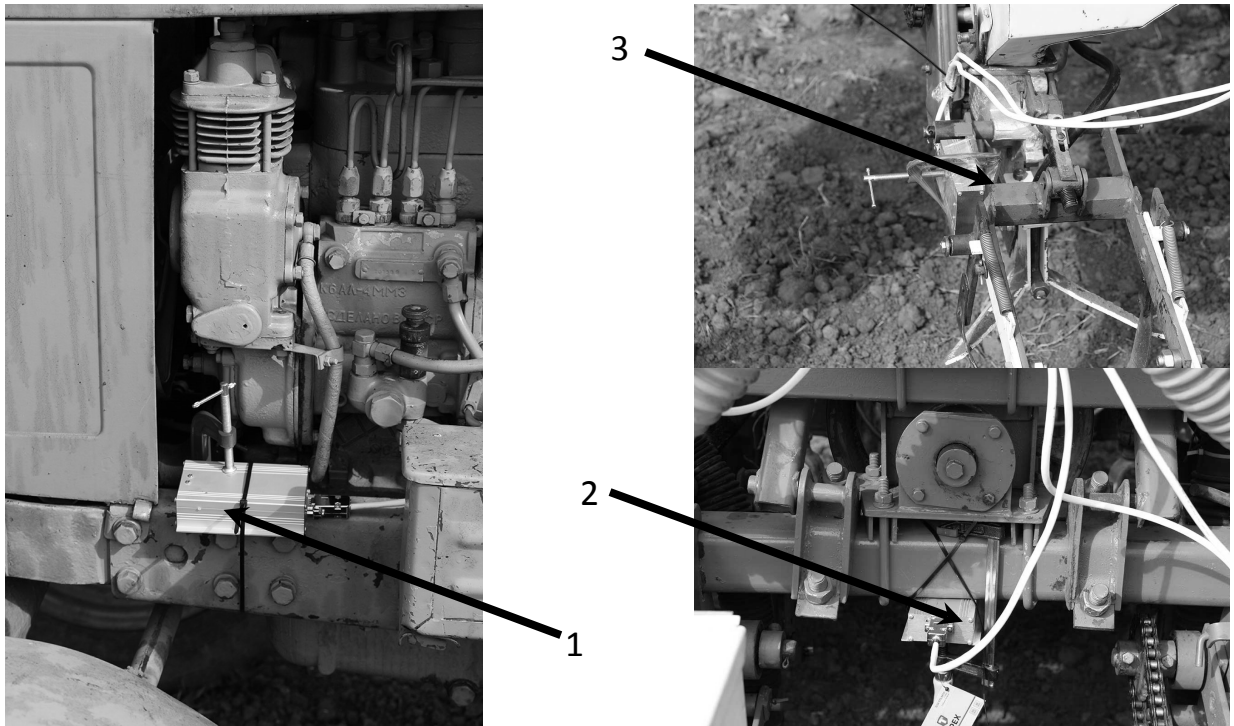
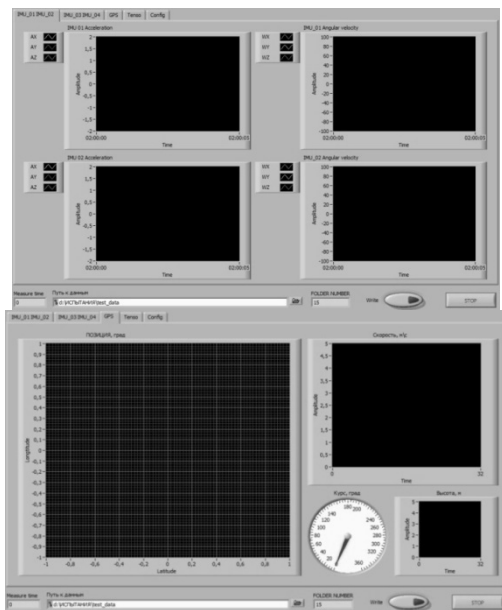


Рис. 2. Приклади розташування ІВП:  
1 – на рамі енергетичного засобу; 2 – на рамі с/г машині; 3 – на робочому органі с/г машині



а



б

Рис. 3. Інтерфейс користувача вимірювальної системи на комп'ютері (а)  
та обчислювальному модулі (б)

Інерціальний вимірювальний пристрій 6 розташовується в довільному місці мобільної машини (рис. 2) за умови, що поздовжньо-вертикальна та поздовжньо-горизонтальні площини машини та ІВП паралельні. На одну раму встановлюється один ІВП. Антена навігаційного приймача 3 на магніті закріплюється на криші мобільної машини.

Дисплей 10 відображає текучі параметри функціонування МТА та стан системи контролю. Він розташовується в кабіні трактора.

За допомогою пульта керування 2 здійснюється керування системою контролю за функціонуванням машинно-тракторного агрегату, який також розташований в кабіні трактора. Графічний інтерфейс користувача зображений на рис. 3.

Результати дослідження руху легкового автомобіля по шосе з використанням вимірювальної системи наведені на рис. 4. Отримані та побудовані дані прискорень автомобіля в трьох осях, швидкість руху, висота над рівнем моря.

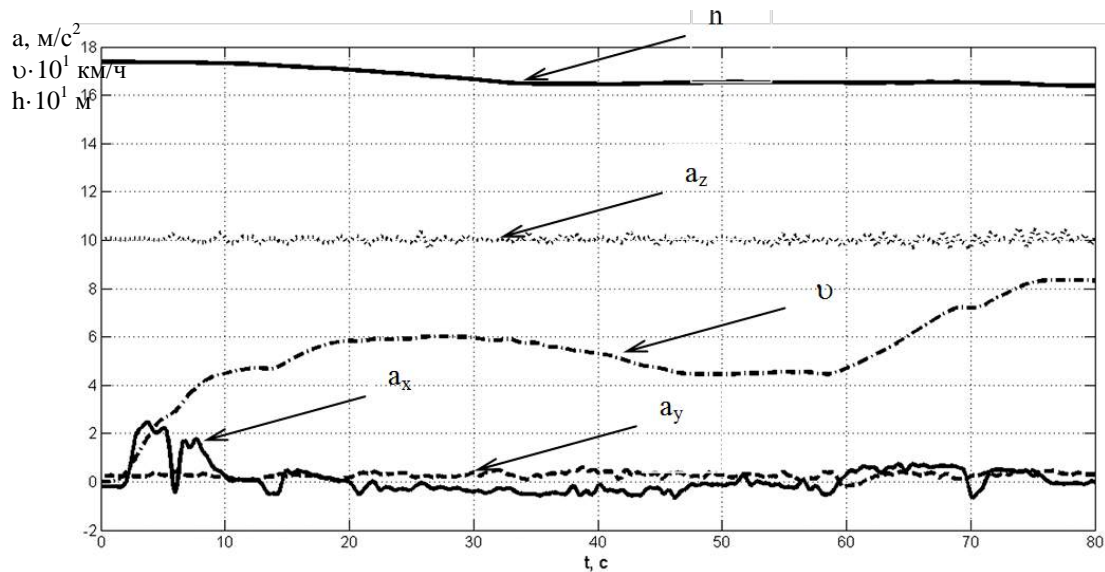


Рис. 4 – Результати дослідження руху легкового автомобіля по шосе:  
 $a_x$ ,  $a_y$ ,  $a_z$  – прискорення вздовж відповідної вісі  $x$ ,  $y$ ,  $z$ ,  $m/c^2$ ;  
 $v \cdot 10^1$  – швидкість,  $km/год$ ;  $h \cdot 10^1$  – висота над рівнем моря,  $m$

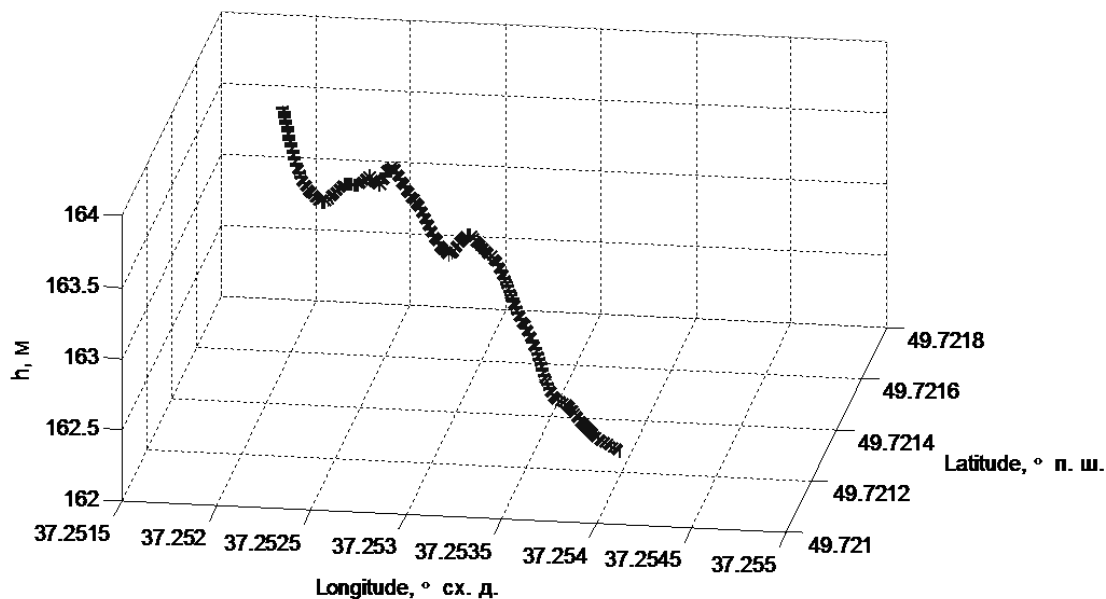


Рис. 5. Траекторія руху північного агрегату на полі в 3-х вимірному виді

Для агрономії важливо отримувати інформацію о прямолінійності посівів та кількості проходів с/г техніки по полю. Дані о траєкторії руху посівного агрегату наведені на рис. 5.

**Висновки.** Розроблена вимірювальна система динамічних та тягово-енергетичних показників функціонування мобільних машин дозволяє дослідити в динаміці їх роботу. Система може використовуватись на мобільних машинах, багато елементних агрегатах як в сільському господарстві так і автомобілебудуванні. За її допомогою підвищується точність та кількість параметрів, що вимірюються одночасно. Система за рахунок визначення одночасно багатьох параметрів дозволяє порівнювати функціонування мобільних машин, знаходити граничні режими роботи.

#### Література

1. Рославцев, А.В. Средства исследования движения МТА [Текст] / А.В. Рославцев, В.М. Авдеев, В.М. Третьяк, С.Л. Абдула и др. // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1999. № 3. – С. 26-29.

2. Парк, Дж. Сбор данных в системах контроля и управления [Текст] / Дж. Парк, С. Маккей. – М.: «Группа ИДТ», 2006. – 505 с.

3. Артемов, Н.П. Метод парциальных ускорений и его приложения в динамике мобильных машин [Текст] / Н.П. Артемов, А.Т. Лебедев, М.А. Подригало, А.С. Полянский, Д.М. Клец, А.И. Коробко, В.В. Задорожня. – Харьков. – 2011. – 219 с.

4. Вантюсов, Ю.А. Измерение расхода топлива при испытаниях тракторов [Текст] / Ю.А. Вантюсов, А.В. Макевин // Тракторы и сельхозмашины, 2006, №10 – С. 16-18.

5. Романов, Ф.Ф. Использование параметров расхода топлива для контроля функционирования МТА [Текст] / Ф.Ф. Романов, А.В. Палицын, В.А. Эфвиев // Тракторы и сельхозмашины, 2005, №5 – С. 30-32.

6. Баранов, Г.Л. Навігаційне забезпечення динамічної точності високошвидкісної реалізації агротехнологічних операцій механізованого виробництва сільськогосподарської продукції рослинництва у зонах ризикованого землеробства [Текст] / Г.Л. Баранов, Р.В. Мельник // Системи управління, навігації та зв'язку: наукове періодичне видання. – К.: ЦНДІ НіУ, 2009. – Вип. 3 (11) – С. 8-12.

7. Дугин, Г.С. BOSCH. Автомобильный справочник: пер. с англ. / Г.С. Дугин, Е.И. Комаров – М.: «ЗАО КЖИ За рулем». – 2004. – 992 с.

#### Аннотация

### Измерительная система динамических и тягово-энергетических показателей функционирования мобильных машин

Р.В.Антощенко

*В работе анализируется конструкция и назначение измерительной системы для определения динамических и тягово-энергетических показателей функционирования мобильных машин*

**Ключевые слова:** измерительная система, динамические показатели, тягово-энергетические показатели, параметры, датчик, мобильная машина, агрегат, испытания, траектория, движение, точность

#### Abstract

### Test system for dynamic, pulling and energy parameters operation of mobile machines

R.V.Antoshchenkov

*Design and application of test system for dynamic, pulling and energy parameters operation of mobile machines are presented in this article*

**Keywords:** measuring system, dynamic performance, traction and energy indicators, parameters, sensor, mobile machine, assembly, testing, trajectory, movement, accuracy

Представлено: Е.Е.Александров / Presented by: E.E.Aleksandrov

Рецензент: А.Т.Лебедев / Reviewer: A.T.Lebedev

Подано до редакції / Received: 25.02.2014