

## **К ВОПРОСУ ЭФФЕКТИВНОГО СУЩЕСТВОВАНИЯ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ С МАЛЫМИ РАЗМЕРАМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ**

Мовчан В.Ф., Митков Б.В., Митин В.М., Болтянский В.М.

### *Аннотация*

**В статье приведено деление сельскохозяйственных предприятий Запорожской области по размерам и специализацией**

## **TO QUESTION OF EFFECTIVE EXISTENCE OF FARMERS ECONOMIES WITH SMALL SIZES OF AGRICULTURAL LANDS**

V. Movchan, B. Mitkov, V. Mitin, V. Boltyansky

### *Summary*

**In the article the division of agricultural enterprises of the Zaporozhia region is resulted on sizes and specialization**

УДК 629.017

## **ОЦЕНКА УПРАВЛЯЕМОСТИ МОБИЛЬНЫХ МАШИН МЕТОДОМ ПАРЦИАЛЬНЫХ УСКОРЕНИЙ.**

Лебедев А.Т., д.т.н.,

Артемов Н.П., к.т.н.,

Кот А.В., инженер

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенка,*

Подригало М.А., д.т.н.

*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет.*

Тел. (057) 700-38-65

**Аннотация** - рассмотрены вопросы, раскрывающие возможность описания переходных процессов с помощью метода парциальных ускорений при изменении управляющих воздействий на мобильную машину.

**Ключевые слова** - управляемость, переходной процесс, парциальное ускорение, передаточная функция

*Введение.* Управляемость любого объекта характеризуют его способность адекватно реагировать на управляющие воздействия. Управляющее воздействие вызывает переходной процесс из одного состояния равновесия объекта управления в другое. Для механических систем, к которым относятся мобильные машины, переходной процесс сопровождается изменением скоростного режима движения. Возникающие при этом ускорения характеризуют не только управляемость системы, но и изменение его технического состояния, обусловленное нестабильностью параметров.

В настоящей статье с использованием метода парциальных ускорений определена зависимость между состоянием объекта управления и его управляемостью.

*Анализ последних публикаций и достижений.* Управляемость – это свойство объекта, характеризующее его способность адекватно реагировать на управляющее воздействие. Управление – это осуществление таких специальных воздействий на техническую систему, которые бы обеспечивали желательный процесс [1]. Другими словами, управление – это процесс организации воздействий, соответствующих алгоритму управления [1].

Устойчивость является одной из основных проблем теории управления техническими системами. Устойчивость является одним из составляющих свойств более общего (сложного) свойства – управляемости. Устойчивость характеризует способность объекта (механической системы) сохранять равновесие либо почти отклоняться от заданного закона движения при действии возмущений [2].

Если в технической системе отсутствует связь по регулируемой величине или связь по возмущению то для обеспечения её устойчивости при действии возмущений и используя только управляющее воздействие. В этом случае свойство управляемости является частью более общего свойства – устойчивости, т.е. свойством, обеспечивающим устойчивость объекта управления.

Реакция механической системы на управляющее воздействие может характеризовать не только степень совершенства, но также и техническое состояние объекта, его функциональную стабильность, обусловленную изменением технического состояния. Ухудшение технического состояния мобильных (колесных и гусеничных) машин приводит к ухудшению показателей управляемости.

Нами ранее [3] предложено использовать в качестве критерия, характеризующего управляемость, линейное или угловое ускорение автомобиля. Этот критерий возможно использовать и для оценки управляемости любой другой мобильной машины на переходных режимах движения. Выбор указанного критерия обусловлен следующими соображениями:

– ускорение характеризует начало переходного процесса от одного скоростного режима движения мобильной машины к другому;

– ускорение возникает в результате появления силового управляющего фактора (силы или момента).

Между ускорением и силовым фактором, вызывающим его появление, существует линейная связь (определяется аксиомой динамики). Однако связь между ускорением и управляющим воздействием нелинейная, поскольку в системе действуют различные силы сопротивления (сухого и вязкого трения, упругости и т.д.). Линейная связь между входными и выходными параметрами объекта управляемости является наилучшей позицией управляемости. Для её получения необходимо обеспечить соответствующий технический уровень объекта и стабильность параметров системы.

Связь между входными и выходными параметрами объекта управления характеризуется передаточной функцией, проявление нелинейности которой со временем является свидетельством ухудшения технического состояния системы, его функциональной нестабильности.

*Цель и постановка задач исследования.* Целью исследования является разработка метода диагностирования технического состояния мобильных машин по показателям их управляемости.

Для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи:

- определить передаточную функцию мобильной машины в неустановившемся режиме движения;
- провести анализ передаточной функции и оценить влияние технического состояния на управляемость мобильной машины.

*Определение передаточной функции.* В общем случае для механической системы, у которой в процессе работы изменяются не только скорость, но и масса, уравнение, характеризующее процесс управления имеет вид:

$$\frac{d(mv)}{dt} = P_{\text{оів}} - \Sigma P_c, \quad (1)$$

где  $m$  – масса машины (объекта управление);

$v$  – скорость движения машины;

$t$  – время;

$P_{\text{оів}}$  – управляющее воздействие;

$\Sigma D_n$  – сумма всех сил сопротивления выходу объекта из состояния равновесия.

Следует отметить, что переход мобильной машины из одного режима движения в другой осуществляется за счет движителя. Поэтому в уравнении (1) силы  $P_{\text{оів}}$  и  $\Sigma D_n$  условно приведены к колесам или гусеницам мобильных машин. При этом принимаем, что сила  $P_{\text{оів}}$  приведена к движителю без потерь, а все потери в трансмиссии приведены к силе  $\Sigma D_n$ .

Выражение (1) преобразуем к виду

$$m \frac{dv}{dt} + V \frac{dm}{dt} = P_{\dot{\delta}} - \Sigma P_c \quad (2)$$

Откуда определим

$$\frac{dv}{dt} = \frac{P_{\dot{\delta}}}{m} - \frac{\Sigma P_c}{m} - \frac{V}{m} \cdot \frac{dm}{dt} \quad (3)$$

Используя метод парциальных ускорений [4], запишем уравнение (3) в виде:

$$\frac{dv}{dt} = V_{\dot{\delta}} + V_c - \frac{V}{m} \cdot \frac{dm}{dt}, \quad (4)$$

где  $V_{\dot{\delta}}$  – парциальное управляющее ускорение

$$V_{\dot{\delta}} = \frac{P_{\dot{\delta}}}{m}; \quad (5)$$

$$V_c = -\frac{\Sigma P_c}{m}. \quad (6)$$

Передаточная функция управления:

$$W_{\dot{\delta}} = \frac{\frac{dv}{dt}}{V_{\dot{\delta}}} = 1 + \frac{V_c}{V_{\dot{\delta}}} - \frac{V}{m} \cdot \frac{\frac{dm}{dt}}{V_{\dot{\delta}}} \quad (7)$$

В работе [5] нами для оценки управляемости автомобиля на переходных режимах (неустановившихся) режимах поворота введено понятие коэффициента управляемости  $K_{\dot{\delta}}$ , равного отношению поворачивающего момента к моменту сопротивления повороту автомобиля. В таком случае коэффициент управляемости может быть определен так:

$$K_{\dot{\delta}} = \frac{D_{\dot{\delta}}}{\Sigma D_n} = \frac{m}{\Sigma P_c} = -\frac{V_{\dot{\delta}}}{V_c} \quad (8)$$

Выражение (7) с учетом (8) будет иметь вид:

$$W_{\dot{\delta}} = 1 - \frac{1}{K_{\dot{\delta}}} - \frac{V}{m} \cdot \frac{\frac{dm}{dt}}{V_{\dot{\delta}}} \quad (9)$$

*Анализ передаточной функции.* Мобильная машина с идеальной управляемостью должна иметь передаточную функцию управления, равную единице. Получить  $W_{\dot{\delta}} = 1$  невозможно, поскольку нельзя получить  $K_{\dot{\delta}} = \infty$  и  $\Sigma P_c = 0$ . Однако приближение  $W_{\dot{\delta}}$  к единице возможно за счет повышения технического уровня и функциональной стабильности мобильных машин и их систем управления.

Выражение (9) с учетом (5) можно записать в следующем виде:

$$W_{\dot{\delta}} = 1 - \frac{1}{K_{\dot{\delta}}} - \frac{V}{P_{\dot{\delta}}} \cdot \frac{dm}{dt} \quad (10)$$

Движение мобильной машины переменной массы  $\left(\frac{dm}{dt} \neq 0\right)$  возможно в случае синхронной работы, например, тракторного поезда и уборочного комбайна при погрузке сельскохозяйственной продукции  $\left(\frac{dm}{dt} > 0\right)$ . При разбрасывании удобрений или поливке улиц  $\left(\frac{dm}{dt} < 0\right)$ . В этом, для получения высокой управляемости при  $\frac{dm}{dt} > 0$  нужно стремиться к увеличению  $P_{\text{от}}$ . С увеличением скорости движения машины при  $\frac{dm}{dt} > 0$  также нужно  $P_{\text{от}}$ . При увеличении массы  $m$  и ухудшении её технического состояния происходит уменьшение  $K_{\text{от}}$  за счет роста  $\Sigma P_c$ . (см. зависимость 8)

Провести диагностику технического состояния мобильной машины можно с помощью бортового измерительного комплекса, включающего в себя датчики ускорений. При тестовых испытаниях необходимо обеспечить  $\left(\frac{dm}{dt} = 0\right)$ . В этом случае уравнения (4), для варианта быстрого прекращения действия управляющего воздействия  $P_{\text{от}}$  примет вид:

$$\frac{dv}{dt} = V_c \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{ia}\delta\delta}} = -\frac{\Sigma P_c}{m} \quad (11)$$

Определив с помощью датчиков ускорений величину  $V_c \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{ia}\delta\delta}}$ , на следующем этапе можно вычислить суммарную силу сопротивления управляющему  $\Sigma P_c$ , характеризующую техническое состояние машины.

$$\Sigma P_c = -m V_c \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{ia}\delta\delta}} \quad (12)$$

Изменение  $\Sigma P_c$  по времени можно регистрировать с помощью бортового компьютера. Динамика изменения  $\Sigma P_c$  характеризует изменение технического состояния и функциональную стабильность мобильной машины, прогнозировать параметрические и функциональные отказы.

Определив при тяговых испытаниях  $V_c \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{ia}\delta\delta}}$  и вводя его значение в память компьютера, можно в дальнейшем оценивать  $K_{\text{от}}$  и  $W_{\text{ia}\delta\delta}$ , измеряя  $\frac{dv}{dt}$  в процессе движения. При  $\frac{dm}{dt} = 0$  можно использовать зависимости

$$K_{\text{от}} = 1 - \frac{\left(\frac{dv}{dt}\right)_{\text{нoi}}}{\left(V_{\text{н}} \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{ia}\delta\delta}}\right)_{\text{нoi}}}, \quad (13)$$

где  $\left(\frac{dv}{dt}\right)_{\text{нiоi}}$ ;  $\left(\dot{V}_c\right)_{\text{нiоi}}$  – определенные при испытаниях общее ускорение и парциальное ускорение суммарной силы сопротивления;

$$W_{\text{нiоi}} = 1 - \frac{1}{1 - \frac{\left(\frac{dv}{dt}\right)_{\text{нiоi}}}{\left(\dot{V}_c\right)_{\text{нiоi}}}} \quad (14)$$

Значение параметров  $K_{\text{оiо}}$  и  $W_{\text{нiоi}}$ , вычисленные при различной нагрузке объекта также могут накапливаться в памяти бортового компьютера и использоваться при оценке функциональной стабильности мобильной машины.

#### Выводы.

1. Предложенные критерии оценки управляемости мобильных машин на неустановившихся (переходных) режимах движения могут быть использованы для оценки технического состояния и функциональной стабильности этих машин.

2. С использованием метода парциальных ускорений становится возможным установка бортового измерительного комплекса, включающего датчики ускорений, для диагностики и оценки технического состояния этих машин.

#### Литература

1. Александров Є.Є. Автоматичне керування рухомими об'єктами і технологічними процесами / [Александров Є.Є., Козлов Е.П., Кузнецов Б.І.] Том 1 Теорія автоматичного керування. Підручник – Х.: НТУ «ХП», 2002. -490с.
2. Бессекерский В.Л. Теория систем автоматического управления. / [Бессекерский В.А., Попов Е.П.]. – Санкт-Петербург: Издательство «Профессия», 2004
3. Подригало М.А. Управляемость и устойчивость автомобиля. Определение понятий (В порядке обсуждения) / Подригало М.А. // Автомобильная промышленность, 2008, №11, с.22-23.
4. Артьомов М.П. Метод парціальних прискорювань і його застосування при дослідженні динаміки мобільних машин / Артьомов М.П., Лебедев А.Т., Алексеев О.П., Волков В.П., Подригало М.А., Полянський О.С.: Збірник тез доповідей науково-практичної конференції «Наукове забезпечення службово-боевої діяльності внутрішніх військ МВС України». – Х арків, 17-18 березня 2010р. Харків, 2010, -с. 44-46.]
5. Динамика автомобиля / Подригало М.А., Волков В.П., Бобошко А.А., Павленко В.А., Файст В.Л., Клец Д.М., Редько В.В. Под ред. М. А. Подригало. – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2008. – 424 с.

## ОЦІНКА КЕРОВАНОСТІ МОБІЛЬНИХ МАШИН МЕТОДОМ ПАРЦІАЛЬНИХ ПРИСКОРЕНЬ

Лебедєв А.Т., Артѣомов М.П., Кот О.В., Подригало М.А.

### *Анотація*

Розглянуто питання, що розкривають можливість опису перехідних процесів з допомогою метода парціальних прискорень під час зміни керуючих впливів на мобільну машину.

## THE ESTIMATION OF MOBILE MACHINE CONTROLLABILITY BY MEANS OF THE PARTIAL-ACCELERATION METHOD

A. Lebedev, N. Artiomov, A. Kot , M. Podrigalo

### *Summary*

There has been considered the problems giving an opportunity to describe transients by means of the partial-acceleration method when changing controlling effects on a mobile machine.

УДК 631.589.2(082)

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОДНОЯРУСНОЙ ГИДРОПОННОЙ УСТАНОВКИ С УПРУГИМИ НЕСУЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ НА ПРЕДМЕТ ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ В ПРОЦЕССЕ РАЗГРУЗКИ УРОЖАЯ МЕТОДОМ ТЕНЗОМЕТРИРОВАНИЯ

Калетник Г.Н., д.е.н.,

*Винницкий государственный аграрный университет,*

Соколенко О.Н., инж.,

*Керченский государственный морской технологический университет*

Тел. (0432) 35-70-84

**Аннотация** - получены количественные и качественные характеристики динамического процесса разгрузки лотка гидропонной установки с выращенной зеленой массой.

**Ключевые слова** - одноярусная гидропонная установка, динамика, частота, тензометрирование, усилитель, осциллограф.