

Модель мехатронной системы управления исполнительным органом ЗТМ с GPS-интенсификатором

Т.В. Плугина¹, А.В. Ефименко¹, Ю.А. Нечитайло²

¹ Харківський національний автомобільно-дорожній університет;

² Харківський національний університет сільськогосподарського господарства імені Петра Василенка (с. Харків, Україна)

email: ² aspirantura_khntusg@ukr.net; ORCID: ² 0000-0003-0605-3990

Проанализированы факторы, определяющие тенденции развития дорожной техники в мире. Проанализированы характеристики разработки грунта исполнительным органом землеройно-транспортной машины (ЗТМ) в реальных условиях эксплуатации. Проведен анализ рабочего процесса землеройно-транспортной машины. Поставлена задача повышения эффективности функционирования землеройно-транспортной машины при взаимодействии с грунтом в условиях ограниченного времени на принятие решения. Поставлена задача повышения эффективности функционирования землеройно-транспортной машины при неопределенности входной информации. Получена информация о производительности и длительности рабочего цикла бульдозера при использовании GPS-управления. Проведен анализ параметров, формирующих режим нагружения машины. Разработана математическая модель мехатронной системы управления исполнительным органом землеройно-транспортной машины с GPS - интенсификатором, позволяющая реализовать режим адаптивной оптимизации машины. Определены задачи адаптивной оптимизации рабочих процессов землеройно-транспортных машин, которые решает мехатронная система. Представлена мехатронная система управления исполнительным органом землеройно-транспортной машины, как система взаимосвязанных функционально-законченных элементов. Проведен сравнительный анализ данных традиционной системы управления и систему управления с интенсификатором. Проведен анализ точечных мгновенных фотограмм положения отвала землеройно-транспортной машины. Построены законы распределения величин. Обоснована структура мехатронной системы подачи исполнительного органа землеройно-транспортной машины. Разработана математическая модель мехатронной системы подачи исполнительного органа землеройно-транспортной машины с GPS – интенсификатором. Установлено влияние системы GPS-интенсификатора на технико-экономические показатели машины. Проведено сравнение экспериментальных и теоретических данных для оценки адекватности математической модели движения машины с системой позиционирования реальным процессам. Проведен анализ топливной экономичности на основании экспериментальных данных. Проведено экспериментальное исследование влияния системы GPS-интенсификатора на технико-экономические показатели машины.

Ключевые слова: мехатронная система управления, землеройно-транспортная машина, GPS-интенсификатор, исполнительный орган, рабочий цикл.

Проблема и ее связь с практическими задачами. Анализ факторов, определяющих тенденции развития дорожной техники в мире, показал, что основными направлениями развития дорожной отрасли в Украине должны стать: обеспечение надежности, долговечности и качества покрытия отечественных дорог; расширение номенклатуры сменных рабочих органов машин; разработка автоматизированных систем управления дорожной техникой. Развитие систем автоматизации заключается в использовании интенсификаторов для работы машин данного класса [1]. Возникает задача повышения эффективности функционирования ЗТМ при взаимодействии с грунтом в условиях ограниченного времени на принятие решения, а также неопределенности входной информации.

Важным фактором, сдерживающим производительность ЗТМ, является недостаточная эффективность системы управления процессом разработки грунта -реализации оптимальной схемы. Случайный характер и изменчивость рабочих условий в процессе эксплуатации ЗТМ приводит к необходимости реализации новых функций системы подачи его исполнительного органа, обеспечивающих адаптацию режимов работы машин на основе интеллектуального управления. Таким образом, одним из перспективных направлений повышения технического уровня ЗТМ является оснащение их мехатронными системами управления исполнительным органом, позволяющими реализовать адаптивную оптимизацию процесса разработки грунта по критериям производительности, ресурса и точности с применением GPS - интенсификатора.

Анализ исследований и публикаций. Развитие систем управления исполнительным органом ЗТМ на базе мехатронного подхода рассмотрены в ряде работ [2-5], где предложены алгоритмы адаптивной оптимизации. Однако эти работы не дают представления о фактических затратах времени на выполнение технологических операций цикла разработки грунта. Поэтому обоснование рациональной структуры мехатронной системы подачи исполнительного органа с GPS – интенсификатором требует более детального анализа рабочего процесса ЗТМ и дополнительных исследований в этом направлении. Задачи работы:

- обосновать структуру и разработать математическую модель мехатронной системы подачи исполнительного органа ЗТМ с GPS – интенсификатором;
- установить влияние системы GPS-интенсификатора на технико-экономические показатели машины;
- сравнить экспериментальные и теоретические данные для оценки адекватности матема-

тической модели движения машины с системой позиционирования реальным процессам.

Изложение материала и результаты. Как показывает анализ рабочего процесса ЗТМ, длительность полного цикла разработки грунта, а следовательно, производительность машины, определяется параметрами: схемы разработки грунта (последовательность и число циклов нагружения исполнительного органа); режима разработки (скорость подачи, скорость резания); временные параметры, связанные простоями машины. Из анализа [6] установлено, что процесс разработки грунта сопровождается чередованием периодов случайной длительности работы и простоя двигателя привода исполнительного органа ЗТМ, а также холостого хода (остановки подачи исполнительного органа по причине ручного управления, при переключении золотников) без остановки работы двигателя.

Предложена структура мехатронной системы управления исполнительным органом ЗТМ с GPS-интенсификатором (рис. 1.1).

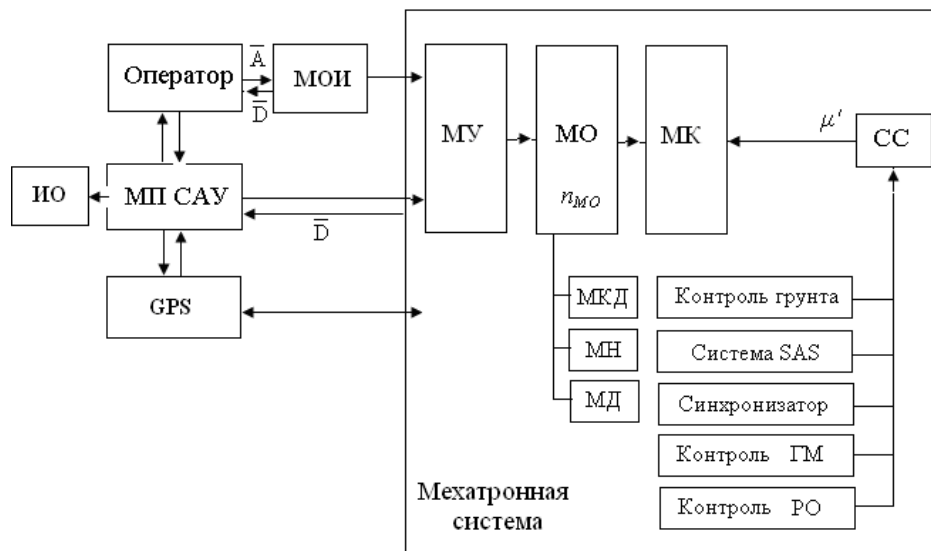


Рис. 1.1. Структура мехатронной системы управления исполнительным органом ЗТМ с GPS-интенсификатором

Согласно структурной схеме (рис. 1) интеллектуальная система управляется оператором и микропроцессорной системой управления (МП САУ) на основе вектора данных о рабочем состоянии машины D и GPS – интенсификаторов. Управляющее воздействие оператора передается через модуль обмена информацией (МОИ) в модуль согласования (МС) параллельно с сигналами управления от МП САУ. МС формирует вектор весовых критериев оптимизации рабочего процесса. МО – модуль оптимизации проводит оценку эффективности рабочих процессов; МКД – модуль контроля датчиков проводит

оценку работоспособности элементов контроля; МН – модуль надежности, контроль отказов; МД – модуль данных, сохраненные значения выдаются по запросам других модулей системы. СС – сенсорная система контролирует следующие подсистемы ЗТМ:

- контроль параметров машины и грунта;
- контроль стабилизации SAS;
- синхронизация сигналов;
- контроль исполнительного органа (ИО);
- контроль рабочих органов (РО) (рис. 1).

СС формирует вектор μ показаний сенсоров и передает его на МУ – модуль управления,

который в соответствии с приоритетами модулей и параметров GPS – интенсификаторов, вырабатывает сигнал управления энергораспределителями и регуляторами силового привода машины.

Математическая модель интеллектуальной системы ЗТМ может быть представлена в виде:

$$\vec{f} = f_{MC}(\vec{\mu}, \vec{N}_{MC}),$$

где $\vec{\mu}\{\vec{\mu}', \vec{C}_0, \vec{C}_{CAV}\}$ - вектор входных информационных и управляющих сигналов; $\vec{f}\{\vec{Z}, \vec{D}\}$ - вектор управляющего воздействия на энергораспределители и регуляторы силового привода; $N_{MC}\{N_{MC}, N_{MO}, N_{MKD}, N_{MH}, N_{MD}, N_{MY}\}$ - вектор параметров мехатронной системы с учетом GPS – интенсификаторов.

Мехатронная система решает задачи адаптивной оптимизации рабочих процессов ЗТМ. Основными критериями эффективности ЗТМ являются эксплуатационная производительность и надежность. Возникают две типичные рабочие ситуации:

- необходимость обеспечения максимального выполнения рабочих операций, что требует от машины максимальной производительности;
- реализация заданной производительности с учетом обеспечения максимальной работоспособности, минимизации отказов за счет рационального нагружения силовых систем.

Мехатронная система управления исполнительным органом ЗТМ может быть представлена как система взаимосвязанных функционально-законченных элементов (ФЗЭ) (рис. 1.2): 1 - панель управления; 2 – узел связи; 3 - внешний выключатель для ЗТМ; 4 – лазерный приемник; 5 – силовая мачта; 6 – функциональный блок подключения; 7 – силовая установка; 8 – гидравлические клапаны; 9 – датчик поперечного уклона; 10 – дистанционный пульт подключения; 11 – дистанционный дисплей.

Данные о параметрах элементов мехатронной системы управления исполнительным органом и параметрах внешней среды, получаемые от датчиков, поступают в сенсорную систему, где посредством специальных устройств преобразуются и передаются в информационную систему. Данные о местоположении ЗТМ и его исполнительного органа в пространстве, обрабатываемого грунта, получены с использованием датчиков GPS-навигатора и навигационной системы. Данные в виде соответствующих координат поступают в информационную систему мехатронной ЗТМ.

Система интеллекта, получая сигналы с датчиков сенсорной и навигационной систем, а также соответствующие указания с пульта дистанционного управления, выбирает алгоритм адаптивной оптимизации процесса обработки грунта с учетом ограничивающих факторов и обеспечивает оптимальные режимы работы мехатронных систем привода и подачи исполнительного органа ЗТМ.

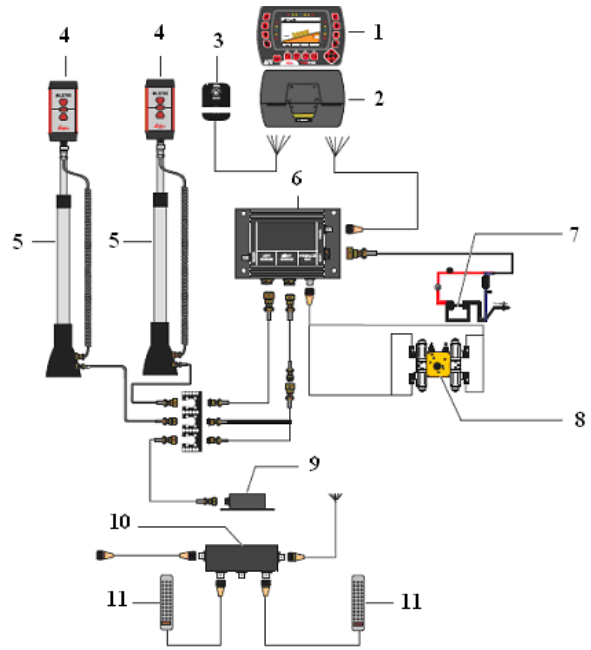


Рис. 1.2. Мехатронная система управления исполнительным органом ЗТМ

Оптимизируемые параметры передаются частотным преобразователям (инверторам), связанным с электродвигателями механизмов привода и подачи исполнительного органа, и электрогидро-распределителям.

Экспериментальные исследования. Цель эксперимента определить влияние системы GPS-интенсификатора на технико-экономические показатели машины. Получение информации о производительности и длительности рабочего цикла бульдозера при использовании GPS управления. Сравнение экспериментальных и теоретических данных для оценки адекватности математической модели движения машины с системой позиционирования реальным процессам.

Программа проведения экспериментальных исследований предполагала выполнение следующих объемов работ:

- определение варьируемых параметров;
- определение фиксируемых параметров;
- подготовка объекта испытаний;
- выбор измерительного оборудования в соответствии с фиксируемыми параметрами;
- проведение градуировки измерительного оборудования, предварительно установленного на объект исследований;
- выполнение серии экспериментов при одном фиксируемом параметре;
- выполнение всего объема экспериментальных исследований;
- проведение градуировки измерительного оборудования во время проведения опытов и после их завершения.

Анализ параметров, формирующих режим нагружения машины, показал, что наиболее существенными являются:

- тип используемого программного обеспечения;
- тип и параметры разрабатываемого грунта (толщина стружки грунта при резании);
- погодные условия и скорость, на которой осуществляется движение машины.

Эти величины были приняты в виде варьируемых параметров. Для уменьшения погрешности измерений повторяемость опытов была принята трехкратной. Факторы варьировались на пяти уровнях, один из варьируемых факторов оставался постоянным, а остальные изменялись.

Кинематическое положение рабочего оборудования отслеживалось по датчикам положения, а затем с помощью ПК имитационная модель позиционировалась в 3D пространстве.

В качестве регистрируемых параметров были приняты следующие:

- положение рабочего органа отвала в пространстве;
- реальная траектория движения РО в пространстве;
- проектная траектория движения машины;
- скорость движения и путь, пройденный машиной.

Экспериментальные исследования машины с системой управления проводились по ГОСТ ISO 15998-2013 Машины землеройные. Системы управления с использованием электронных компонентов. Критерии эффективности и испытания на функциональную безопасность - ISO 15998-2008* Earth-moving machinery - Machine-control systems (MCS) using electronic components - Performance criteria and tests for functional safety.

Настоящий стандарт устанавливает критерии эффективности и методы испытаний на системах управления машиной (MCS) с использованием электронных компонентов для землеройных машин и их оборудования, как определено в ISO 6165.

Для каждой системной единицы были определены основные функции и взаимосвязи с другими единицами системы.

При проведении экспериментов замерялись:

- размеры траншеи (глубина, ширина);
- время выполнения рабочей операции;
- продольный и поперечный уклоны местности;
- длина резания на рабочем участке;
- расход топлива в топливном баке методом доливки.

Эффективность системы интенсификации оценивалась путем сравнения с рабочим процессом минибульдозера на базе ДМТЗ, не оснащенный интенсификатором в аналогичной последовательности.

Анализ экспериментальных данных.

Сравнительный анализ данных систем с интенсификатором и традиционным способом показал (таблица 1.1), что при использовании интенсификатора точность профилирования земельного полотна составляет в пределах допустимого 85 % в отличие от 35 % при традиционном строительстве. Количество «попаданий» ножа отвала выше или ниже требуемого профиля значительно выше - 35% и 4%, 29% и 10% [7,8].

При формировании дорожной одежды среднее отклонение от требуемого профиля 0,035 м, а при традиционном - 0,05 м, величины максимальных срезов также 0,069 м и 0,03 м, что существенно ниже традиционных систем.

Таблица 1.1. Сравнительный анализ данных

Рабочие параметры	СУ с интенсификатором	традиционная СУ
точность профилирования земполотна	85 %	35 %
Количество «попаданий» ножа отвала выше требуемого профиля	35%	4%
Количество «попаданий» ножа отвала ниже требуемого профиля	29%	10%
Среднее отклонение от требуемого профиля	0,035 м	0,05 м
Величина максимальных срезов	0,069 м	0,03 м

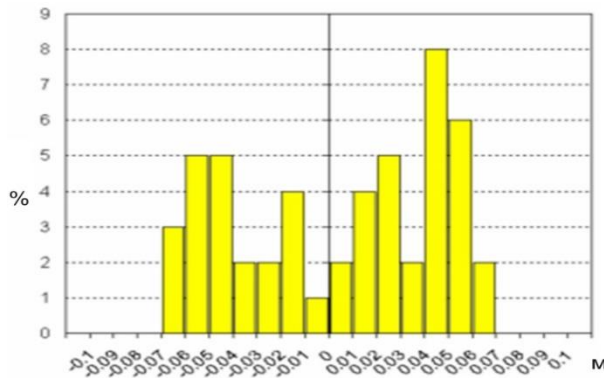
Анализ точечных мгновенных фотограмм положения отвала позволил установить точность позиционирования рабочего органа в пространстве. Практически по всей длине рабочего участка количество «попаданий» в полосу допустимым значений существенно выше при использовании GPS интенсификатора, точность достаточна на всем участке планирования, в отличие от традиционного способа, когда оператор вынужден постоянно изменять и «искать» оптимальное положение ножа в соответствии с требуемым профилем.

На основании этих данных построены законы распределения величин (рис.1.3). В случае использования интенсификатора закон распределения величин нормальный, разброс данных в этом случае существенно меньше.

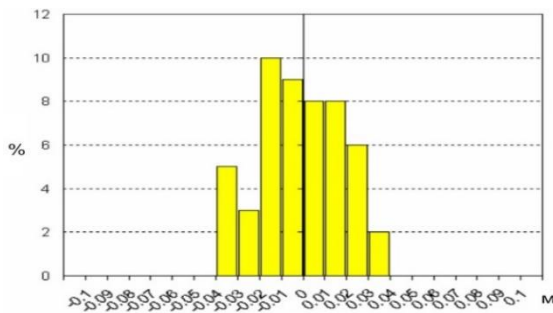
Проведенное моделирование работы машины и расчет времени цикла показывает преимущества использования GPS интенсификатора (табл. 1.2).

Анализ топливной экономичности на основании экспериментальных данных показал, что интенсификатор GPS увеличивает стоимость

машины при покупке, однако, в зависимости от объема выполняемых работ, система нивелирования может окупиться менее, чем через год, благодаря увеличению производительности техники, скорости её работы при одновременной экономии топлива и материалов (таблица 1.3).



а)



б)

Рис.1.3. Гистограммы обработки статистических данных исследований: а) традиционная технология разработки грунта; б) разработка грунта с использованием GPS интенсификатора

Таблица 1.2 Сравнительный анализ времени цикла бульдозера

Задача	Традиционное строительство	GPS интенсификатор	Снижение времени цикла
Подготовительные работы	02:23	01:53	+27%
Грубые земляные работы	02:56	02:43	+8%
Финишные земляные работы	02:24	00:53	+172%

Данные коррелируются с данными систем мониторинга оборудования ведущими фирмами на всей линейке промышленной дорожной техники.

Таблица 1.3. Сравнительный анализ топливной экономичности бульдозера

Машина	Показатель	Традиционное строительство	Интенсификатор GPS	Эффективность
Бульдозер	Проходы	632	306	+107%
	Топливо, л	210	136	35%

Сравнительный анализ допусков на проведение работ при традиционной технологии и с помощью интенсификатора показала значительное увеличение необходимой точности полотна.

В таблице 1.4 показан процент изменений, которые попадают в допуск на строительство основного подстилающего слоя покрытия.

Таблица 1.4 Сравнительный анализ трудозатрат

Процент проверки на допуск	Слой	Традиционное строительство (±3см)	Строительство с интенсификатором (±2см)
	Основание	35%	86%
	Базовый	45%	98%

Выводы. Проанализированы характеристики рабочих параметров ЗТМ при разработке грунта в реальных условиях эксплуатации. Предложена математическая модель мехатронной системы управления исполнительным органом ЗТМ с GPS - интенсификатором, позволяющая реализовать режим адаптивной оптимизации машины. Проведено экспериментальное исследование влияния системы GPS-интенсификатора на технико-экономические показатели машины.

Работа в условиях ограниченного времени на принятие решений на малогабаритном бульдозере ТЗ-160 за счет установки GPS интенсификатора обеспечила сокращение длительности рабочего цикла на 80 - 130 % вследствие снижения числа проходов и увеличения скорости движения машины на рабочих проходах. Одновременно с этим снизились энергоемкость (на 40%) и материалоемкость (на 23%). Общий и удельный расход топлива уменьшились, соответственно, на 3,6 % и 14,3 %. За счет этого снизились удельный расход топлива на единицу мощности двигателя бульдозера (на 3,3%) и общий расход топлива на единицу производительности (на 76%).

Разработанная методика проведения полевых испытаний отвечает ТУ ГОСТ 23734 – 98 и позволяет в полной мере оценить влияние новой системы управления на технико-экономические показатели рабочего цикла бульдозера: продол-

жительність робочого циклу, общий и часовой расход топлива.

Для повышения точности выполнения рабочих операций необходимо рационально подходить к выбору установленной измерительно-регистрающей аппаратуры СУ ЗТМ.

Литература:

1. Єфименко О.В. Інтенсифікація робочих процесів БДМ за рахунок сучасних систем управління / О.В. Єфименко, Т.В. Пługина, С.Г. Ковалевський. Технологія приборостроєння.- 2018, № 2, с. 79-84.

2. Шабаяев О.Е. / О.Е. Шабаяев и др. Мехатронная система подачи исполнительного органа проходческого комбайна с интеллектуальным модулем воспроизведения контура выработки. - Проблемы експлуатації обладнання шахтних стаціонарних установок: Зб.наук.праць. - Донецьк: ВАТ "НДІГМ імені М.М. Федорова", 2008-2009. - Вип. 102-103. - С. 404-414.

3. Єфименко О.В. Проектування будівельних та дорожніх машин шляхом порівняння їх комп'ютерного та фізичного дослідження / Пługина Т.В., Мусаєв З.Р. – Будівництво, матеріалознавство, машинобудування, ПДБА, 2017, Вип. 97, С. 99-106.

4. Пługина Т.В. Задача інтелектуалізації сучасних будівельно-дорожніх машин / Т.В. Пługина, В.О. Стоцький. - Технологія приборостроєння. - 2014. - С. 40 - 43.

5. Єфименко. О.В. Модульна структура інтелектуальної системи будівельних й дорожніх машин / О.В. Єфименко, Т.В. Пługина. Вестник ХНАДУ, №74, 2015. – С. 68-73.

6. Єфименко. О.В. Вибір оптимальних параметрів машин для земляних робіт на основі статистичного аналізу / О.В. Єфименко, Т.В. Пługина, З. Мусаєв. Вестник ХНАДУ. -2017- вип. 77. с. 68-73.

7. Єфименко О.В. Оцінка адекватності розрахункової моделі натурної машини короткобазового колісного навантажувача / О.В. Єфименко, Т.В. Пługина, З.Р. Мусаєв - НТЖ Технологія приборостроєння.-2018, №2, с. 60-64.

8. Єфименко А.В. Инновационная система ЗТМ для разработки грунта на основе GPS технологии / А.В.Єфименко, Т.В. Пługина, Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование – Днепр: ГВУЗ «ПГАСА», 2018, С. 69-74.

References:

1. Yefimenko, O., Plugina, T. and Kovalevsky, S. (2018) 'Intensification of BDM work processes at the expense of modern control systems', Instrumentation technology, 2, pp. 79–84.

2. Shabaev, O. E. (no date) 'Mechatronic feed system of the head of a roadheader with an intelligent module for reproducing the working contour', Problems of operation of equipment of mine stationary installations, 102–103, pp. 404–414.

3. Yefimenko, O., Plugina, T. and Musaev, Z. (2018) 'Design of construction and road machines by comparing their computer and physical research', Construction, materials science, mechanical engineering, 97, pp. 99–106.

4. Plugina, T. and Stotsky, V. (2017) 'The task of intellectualization of modern road construction machines', Instrumentation technology, 1, pp. 40–43.

5. Yefimenko, O. and Plugina, T. (2015) 'Modular structure of intelligent system of construction and road cars', KhNADU Bulletin, 74, pp. 68–73.

6. Yefimenko, O., Plugina, T. and Musaev, Z. (2017) 'Selection of optimal parameters of machines for earthworks based on statistical analysis', KhNADU Bulletin, 77, pp. 68–73.

7. Yefimenko, O., Plugina, T. and Musaev, Z. (2018) 'Estimation of adequacy of calculation models of natural machines of the short-base wheel loader', Instrumentation technology, 2, pp. 60–64.

8. Yefimenko, O. and Plugina, T. (2018) 'Innovative earthquake mining system for soil development based on GPS technology', Hoisting-and-transport, construction and road machines and equipment, pp. 69–74.

Анотація

Модель мехатронної системи управління виконавчим органом ЗТМ з GPS-інтенсифікатором

Т.В. Пługина, А.В. Єфименко, Ю.А. Нечитайло

Проаналізовано фактори, що визначають тенденції розвитку дорожньої техніки в світі. Проаналізовано характеристики розробки ґрунту виконавчим органом землерийно-транспортної машини (ЗТМ) в реальних умовах експлуатації. Проведено аналіз робочого процесу землерийно-транспортної машини. Поставлено завдання підвищення ефективності функціонування землерийно-транспортної машини при взаємодії з ґрунтом в умовах обмеженого часу на прийняття рішення. Поставлено завдання підвищення ефективності функціонування землерийно-транспортної машини при невизначеності вхідної інформації. Отримано інформацію про продуктивність і тривалості робочого циклу бульдозера при використанні GPS-управління. Проведено аналіз параметрів, що формують режим навантаження машини. Розроблено математичну модель мехатронної системи управління виконавчим органом землерийно-транспортної машини з GPS-інтенсифікатором, що дозволяє реалізувати режим адаптивної оптимізації

машини. Опередить завдання адаптивної оптимізації робочих процесів землерійно-транспортних машин, які вирішує мехатронна система. Представлена мехатронна система управління виконавчим органом землерійно-транспортної машини, як система взаємопов'язаних функціонально-закінчених елементів. Проведено порівняльний аналіз даних традиційної системи управління і систему управління з інтенсифікатором. Проведено аналіз точкових миттєвих фотографій положення відвалу землерійно-транспортної машини, Побудовано закони розподілу величин. Обґрунтовано структура мехатронної системи подачі виконавчого органу землерійно-транспортної машини. Розроблено математичну модель мехатронної системи подачі виконавчого органу землерійно-транспортної машини з GPS-інтенсифікатором. Встановлено вплив системи GPS-інтенсифікатора на техніко-економічні показники машини. Проведено порівняння експериментальних і теоретичних даних для оцінки адекватності математичної моделі руху машини з системою позиціонування реальним процесам. Проведено аналіз паливної економічності на підставі експериментальних даних. Проведено експериментальне дослідження впливу системи GPS-інтенсифікатора на техніко-економічні показники машини.

Ключові слова: мехатронна система управління, землерійно-транспортна машина, GPS-інтенсифікатор, виконавчий орган, робочий цикл.

Abstract

Model of a mechatronic control system executive body of ZTM with GPS-intensifier

T.V. Pluhina, A.V. Yefymenko, J.A. Nechitailo

The factors that determine the trends in the development of road technology in the world were analyzed. The characteristics of soil development with the help of an executive body of an earth-moving vehicle (EMT) in real operating conditions were analyzed. An analysis of the working process of the earth-moving vehicle was carried out. The task of increasing the efficiency of the functioning of the earth-moving vehicle when interacting with the ground in a limited time for decision-making was set. The task of increasing the efficiency of the functioning of the earth-moving vehicle with the uncertainty of the input information was set. Information on the performance and cycle times of the bulldozer when using GPS control has been obtained. An analysis of the parameters that form the loading mode of the machine was carried out. A mathematical model of the mechatronic control system of the executive body of an earth-moving machine with a GPS intensifier was developed. This model allows to implement the mode of adaptive optimization of the machine. The tasks of adaptive optimization of the working processes of earth-moving machines, which the mechatronic system solves, have been identified. The mechatronic control system of the executive body of the earthmoving-transport machine, as a system of interconnected functionally complete elements, was presented. A comparative analysis of the data of the traditional control system and the control system with an intensifier was carried out. Analysis of instantaneous point photographs of the position of the dump of the earth-moving vehicle was carried out. Distribution laws of quantities. The structure of the mechatronic feed system of the executive body of the earth-moving machine was constructed. A mathematical model of the mechatronic feed system of the executive body of an earth-moving vehicle with a GPS intensifier was developed. The influence of the GPS-intensifier system on the technical and economic indicators of the machine was established. Comparison of experimental and theoretical data to assess the adequacy of the mathematical model of the movement of the machine with the positioning system to real processes was carried out. Analysis of fuel efficiency based on the experimental data was carried out. An experimental study of the influence of the GPS-intensifier system on the technical and economic indicators of the machine was carried out.

Keywords: mechatronic control system, earth-moving vehicle, GPS-intensifier, executive body, working cycle.

Бібліографічне посилання/ Bibliography citation: Harvard

Pluhina, T. V., Yefymenko, A. V. and Nechitailo, J. A. (2020) 'Model of a mechatronic control system executive body of ZTM with GPS-intensifier' *Engineering of nature management*, (3(17)), pp. 111 - 117.

Подано до редакції / Received: 02.09.2020