

УДК 681.3

## ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ БДМ

О.В. Єфименко, доц., к.т.н., Т.В. Плуґіна, доц., к.т.н.,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

*Анотація.* Наведено результати проектування елементів бази інтелектуальної системи керування БДМ. Цей метод моделювання дозволяє досліджувати складні системи та механізми в тих випадках, коли прямий фізичний експеримент є неможливим.

*Ключові слова:* інтелектуальна система, керування БДМ, робочий процес, сенсори.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СДМ

А.В. Ефименко, доц., к.т.н., Т.В. Плугина, доц., к.т.н.,  
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

*Аннотация.* Приведены результаты проектирования элементов базы интеллектуальной системы управления СДМ. Данный метод моделирования позволяет исследовать сложные системы и механизмы в тех случаях, когда прямой физический эксперимент не возможен.

*Ключевые слова:* интеллектуальная система, управление СДМ, рабочий процесс, сенсоры.

## COMPUTER-AIDED DESIGN OF BASE ELEMENTS OF INTELLIGENT CONTROL SYSTEM FOR ROAD CONSTRUCTION MACHINES

A. Yefimenko, Assoc. Prof., Cand. Sc. (Eng.),  
T. Plugina, Assoc. Prof., Cand. Sc. (Eng.),  
Kharkiv National Automobile and Highway University

*Abstract.* The results of computer-aided design of base elements of the intelligent system for controlling road construction machines are given. This method of computer modeling offers the possibility of investigating complex systems and mechanisms in cases when direct physical experiment is impossible.

*Key words:* intelligent system, control of RCM, working process, sensors.

### Вступ

Сьогодні під час проведення будівельно-дорожніх робіт потрібні системи, що дозволяють із високою точністю та швидкістю виконувати робочі операції. Це можливо лише за допомогою інтелектуальних засобів автоматизації. Інтелектуальна система призначена для відстеження рухомої цілі, виміру відстані до неї, визначення положення у просторі та ін. Інформація про параметри об'єкта використовується для спільного аналізу з іншими даними, одержуваними від різних датчиків,

таких як лазерні сканери, ультразвукові датчики й датчики, що враховують стан атмосфери.

### Аналіз публікацій

Зараз існує багато пакетів візуального моделювання технологічних процесів, від функціональних можливостей яких залежить якість керування [1]. Одним з таких пакетів є LabVIEW [2]. Поєднання двох і більше функцій LabVIEW дозволяє створити ефективну систему керування, контролю, передачі да-

них виробництва цементобетону. Основна особливість LabVIEW – графічна інтерпретація мови програмування цієї системи. Разом з тим у середовищі LabVIEW можливе використання програм на C++. Можливості системи розширюються за рахунок додаткових бібліотек по роботі з базами даних (SQL, Toolkit), обробці зображень (Convert VI), PID-регулюванню (PID Control) [3].

### Мета і постановка завдання

Метою цієї роботи є розробка основних компонентів інтелектуальної системи керування БДМ.

### Експериментальні дослідження

Основні компоненти інтелектуальної системи керування БДМ подано на рис. 1.

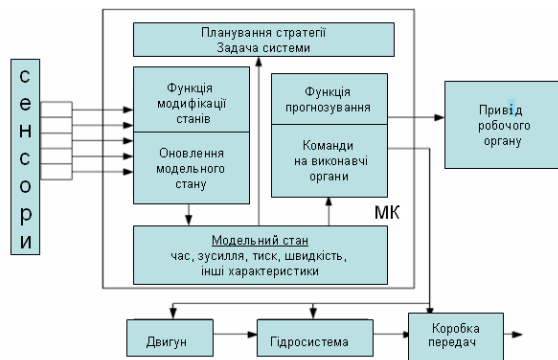


Рис. 1. Основні компоненти інтелектуальної системи БДМ

Основою інтелектуальної системи БДМ є модель реального процесу. До неї входять три компоненти: модельний стан, що описує реальний робочий процес у часі; функція модифікації станів, тобто перехід від одного модельного стану до іншого за сигналами датчиків, та функція прогнозування–встановлення модельного стану та формування набору машинних команд виконавчим органам. «Інтелект» машини зосереджено у польовому контролері, який формує сигнали керування за інформацією сенсорів. Так, для побудови інтелектуальної системи керування «Дорога» необхідно обрати елементну базу, а також прилади оперативного контролю якості дорожніх та будівельних матеріалів, що укладаються. Функціональну схему інтелектуальної системи «Дорога» подано на рис. 2. Система складається із задавальної частини I, частини II, що контролює та стежить, і програмно-керувальної частини III.

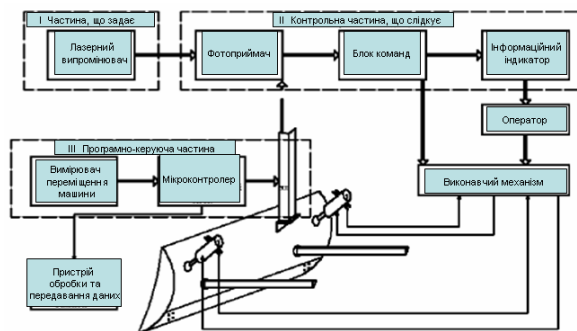


Рис. 2. Функціональна схема інтелектуальної системи «Дорога»

Задавальна частина за допомогою лазерного випромінювача задає паралельно проектній поверхні дороги світову опорну площину. Частина II, що контролює та стежить, перетворює лазерний сигнал фотоприймача в електричний, що поступає у блок команд управління, де формуються сигнали керування для виконавчих механізмів з одночасним відображенням на індикаторному табло положення кромки відвала відносно проектної поверхні.

Програмно-керувальна частина III складається з вимірювача переміщення машини, мікропроцесорного блока формування команд керування висотним положенням фотоприймача, його механізму переміщення та пристрою запису даних. Фотоприймач автоматично тримається у площині лазерного випромінювача, а величина його переміщення несе інформацію щодо нерівностей дороги.

Світлова опорна поверхня дозволяє не тільки керувати роботою машини, а також здійснювати постійний контроль геодезії висотних відміток у точках на будь-якому етапі будівництва дороги. Проведемо вибір засобу контролю положення об'єкта спостереження для системи керування. Зараз існує широка лінійка інтелектуальних пристроїв систем контролю для БДМ. Як було згадано вище, «Інтелект» машини зосереджено у польовому контролері, який формує сигнали керування за інформацією сенсорів. Так, наприклад, основні параметри й технічні характеристики сенсорів (тахеометрів) наведено у табл. 1.

Обираємо для інтелектуальної системи БДМ «Trimble 5600 DR» за функціональними та витратними критеріями. Польовий контролер застосовується для керування тахеометрами та GPS-приймачами. Отримані дані з кожно-

го пристрою записуються в робочий файл, це дозволяє визначати координати різними методами, включаючи інформацію із супутників. Проведемо аналіз технічних характери-

стик польових контролерів, які подано у табл. 2. За функціональними та витратними критеріями обираємо польовий контролер «TRIMBLE Recon».

Таблиця 1 Технічні характеристики тахеометрів

Технічні характеристики	Види тахеометрів				
	Оптичний теодоліт, ЗТ2КП	Trimble 5600 DR	Тахеометр Sokkia SET510R	Trimble M3DR	Trimble S6
Кутова точність, %	2,2	<b>1,5</b>	1,6	2	1
Збільшення, κ	30	<b>32</b>	30	40	25
Час вимірювання, с	2,2	<b>1</b>	1,2	0,8	1,2
Найменша відстань спостереження, м	0,8	<b>0,8</b>	1,3	1,5	0,5
Вид сигналу	безперервний	<b>цифровий</b>	цифровий	цифровий	цифровий
Вага, кг	4	<b>6,2</b>	3,4	3,9	5,2
Захист від пилу, бруду	–	+	–	+	+
Вартість, грн	15100	<b>45300</b>	18250	80000	58450

Таблиця 2 Технічні характеристики польового контролера

Технічні характеристики	Модель польового контролера		
	TRIMBLE Recon	TSC2	TSC3
Процесор	<b>400 МГц Intel PXA250 XScale</b>	520 МГц Intel PXA 270 XScale	Texas Instrument Sitara™ серія 3715 ARM® Cortex™-A8 (800 МГц)
Пам'ять, (МБ):	<b>64 Мб</b>	128 Мб SDRAM, 512 Мб вбудована флеш-пам'ять	256 MB RAM
Програмне забезпечення	<b>TRIMBLE DIGITAL FIELDBOOK</b>	польова програма Trimble Survey Controller	польова програма Trimble Access
Порти	<b>послідовний RS232</b>	послідовний RS232	послідовний RS232
Дісплей, (піксель)	<b>240 x 320</b>	240 x 320	640 x 480
Час роботи від батареї, (год)	<b>16</b>	30	34
Діапазон робочих температур, °С	<b>–30 ... +60</b>	–30 ... +60	–30 ... +60
Вологозахисність:	<b>IP67</b>	IPX7	IPX7
Габарити, см	<b>16,5 x 9,5 x 4,5</b>	26,6 x 13,1 x 4,8	14,1 x 27,8 x 6,4
Вага, кг	<b>0,49</b>	0,95	1,04
Вартість, грн	<b>22617</b>	40825	37625

Контролер «TRIMBLE Recon» може використовуватися при роботі в суворих польових умовах. Він дуже легкий і настільки міцний, що задовольняє навіть вимоги військових стандартів до падіння, вібрації, занурення у воду і діапазону температур. Крім того, він оснащений потужною батареєю для забезпечення максимальної продуктивності й мінімального часу простою. Для збільшення

часу безперервної роботи можна розширити обсяг пам'яті контролера, використовуючи два слоти для карт CompactFlash. Потужний процесор Intel Xscale з частотою 400 МГц і швидкісна флеш-пам'ять об'ємом 256 Мб надають широкі можливості настройки контролера «Trimble Recon» під конкретні потреби і завдання.

### Висновки

Таким чином, розглянуто інтелектуальну систему керування БДМ, її елементну базу, технічні засоби реалізації. Розроблено схему мікропроцесорної системи керування, обрано контролер та сенсор контролю положення об'єкта інтелектуальної системи «Дорога».

### Література

1. Плугіна Т.В. Проектирование интеллектуальных операторских станций распределенных систем управления / Т.В. Плугіна, Д.А. Маркозов // Вестник ХНАДУ: сб. науч. тр. – 2013. – Вып. 63. – С. 93–97.
2. Кириченко І.Г. Проектування інтелектуальних операторських станцій розподілених систем керування будівельними й дорожніми машинами / І.Г. Кириченко, Т.В. Плугіна, А.В. Єфименко // Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Интенсификация рабочих процессов строительных и дорожных машин. Серия: Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование: сб. науч. тр. – 2013. – №72. – С. 206–210.
3. Кириченко І.Г. Сучасні засоби обробки інформації системи управління БДМ / І.Г. Кириченко, О.В. Єфименко, Т.В. Плугіна // Проблеми розвитку дорожньо-транспортного і будівельного комплексів: зб. ст. і тез міжнародн. наук.-практ. конф. 2013. – Кіровоград, ПП «Ексклюзив–Систем», 2013. – С. 170–175.
4. Плугіна Т.В. Задача інтелектуалізації сучасних дорожньо-будівельних машин / Т.В. Плугіна, В.О. Стоцький // НТЖ Технология приборостроения: сб. науч. тр. – 2014. – №1. – С. 40–43.

Рецензент: О.В. Черніков, професор, д.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 12 березня 2016 р.