

Рис. 6. Результати вимірювань C<sub>7</sub>, C<sub>50</sub>, C<sub>80</sub>

**Висновки**

На основі апаратно-програмного комплексу, пропонується для проведення вимірювань, були отримані практичні результати по поставленим напрямкам досліджень.

УДК 69. 075

## ЗАДАЧА ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ СУЧАСНИХ БУДІВЕЛЬНО-ДОРОЖНІХ МАШИН

К.т.н. Т.В. Плуґіна, В.О. Стоцький, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

У даній роботі розглядається задача інтелектуалізації сучасних будівельно-дорожніх машин. Пропонується структурна схема інтелектуалізації. Висунуто критерії, що визначають необхідність і можливість використання діагностичного параметру при безперервному моніторингу технічного стану машини.

В даній роботі розглядається задача інтелектуалізації сучасних будівельно-дорожніх машин. Пропонується структурна схема інтелектуалізації. Висунуто критерії, що визначають необхідність і можливість використання діагностичного параметру при безперервному моніторингу технічного стану машини.

The task of intellectualization modern road-building machines is considered. The block diagram of intellectualization is proposed. Criteria determining the need for and use of diagnostic parameters with monitoring of the technical condition of the car are nominated.

**Ключові слова:** інтелектуалізація, моніторинг технічного стану, експлуатація будівельно-дорожніх машин

**Вступ.** Інтелектуалізація будівництва зараз засновується на широкому використанні машин різного призначення зі змінними робочими органами, що адаптуються під робочий процес, сенсорним обслуговуванням та комп'ютерним управлінням. Це необхідно напрямки у розробці високо продуктивної дорожньо-будівельної техніки.

**Аналіз літератури та досягнень.** На сучасному етапі підвищення ефективності дорожньо-будівельних робіт забезпечується реалізацією іновативних тенденцій машинобудування [1]:

Полученные методики проведения исследований позволили сформировать лабораторный практикум для студентов по дисциплинам "Измерения на звуковых частотах", "Акустика студий звукового и телевизионного вещания", "Теоретические основы акустики" в рамках подготовки бакалавров по направлению "Акустотехника".

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:**

1. *Fundamentals to perform acoustical measurements/ Dr. W. Ahnert, Dr. W. Schmidt//Appendix to EASERA. - 2005. - P. 1-49p.*
2. *EASERA Users Manual/Dr.W. Ahnert, Dr. W. Schmidt. - 2005. - 212 p.*
3. *EASERA Tutorial/Dr. W. Ahnert,Dr.W. Schmidt. -2006. - 170p.*
4. *Алдошина И. Субъективные и объективные методы оценки разборчивости речи// Звукорежиссер. - 2002. - №8. - с.49-51.*
5. *EASERA SysTune Software Manual/Dr. W. Ahnert,Dr.W. Schmidt. -2007. - 142p.*
6. *AdobeAudition 2.0. Профессиональная обработка звука: официальный учеб. Курс: [пер. с англ.]. - Москва: Издательство ТРИУМФ, 2006. - 288 с.: ил.*

- повна комп'ютеризація машин;
- розвиток бортових комп'ютерних систем управління та контролю;
- розвиток високого рівня інтелектуалізації машин.

Сучасні інформаційно-технологічні системи змінюють структуру механізації будівельних робіт. Практична реалізація концепції електронного офісу поступово приводить до зміни стилю і методів керування [2]. Спостерігається інтеграція алгоритмічних методів керування складними об'єктами й методів штучного інтелекту для завдань з невизначеністю вихідної інформації. До таких завдань можна віднести: оцінку ситуації; прогноз поведінки об'єкта в штатному режимі та розвитку аварійних ситуацій; синтез і оцінку можливих дій оператора й вибір найкращих [3].

Відмінною рисою інтелектуальних систем є здатність до планування поведінки, адаптації й навчання.

Розвиваються та впроваджуються мережочентричні технології в ефективному супроводженні дорожньо-будівельної техніки [4].

Розвивається більш ускладнена структура системи інтелектуалізації будівельно-дорожніх машин (БДМ). Основними підсистемами цієї структури є:

- підсистема високошвидкісних комп'ютерних пристроїв;
- підсистема інформаційних високоточних сенсорів;
- підсистема математичних моделей оптимізації параметрів та режимів роботи машин.

Кожна з цих підсистем характеризується набором програмно-технічного забезпечення зі своїми вимогами щодо функціонування та експлуатації (рис.1).

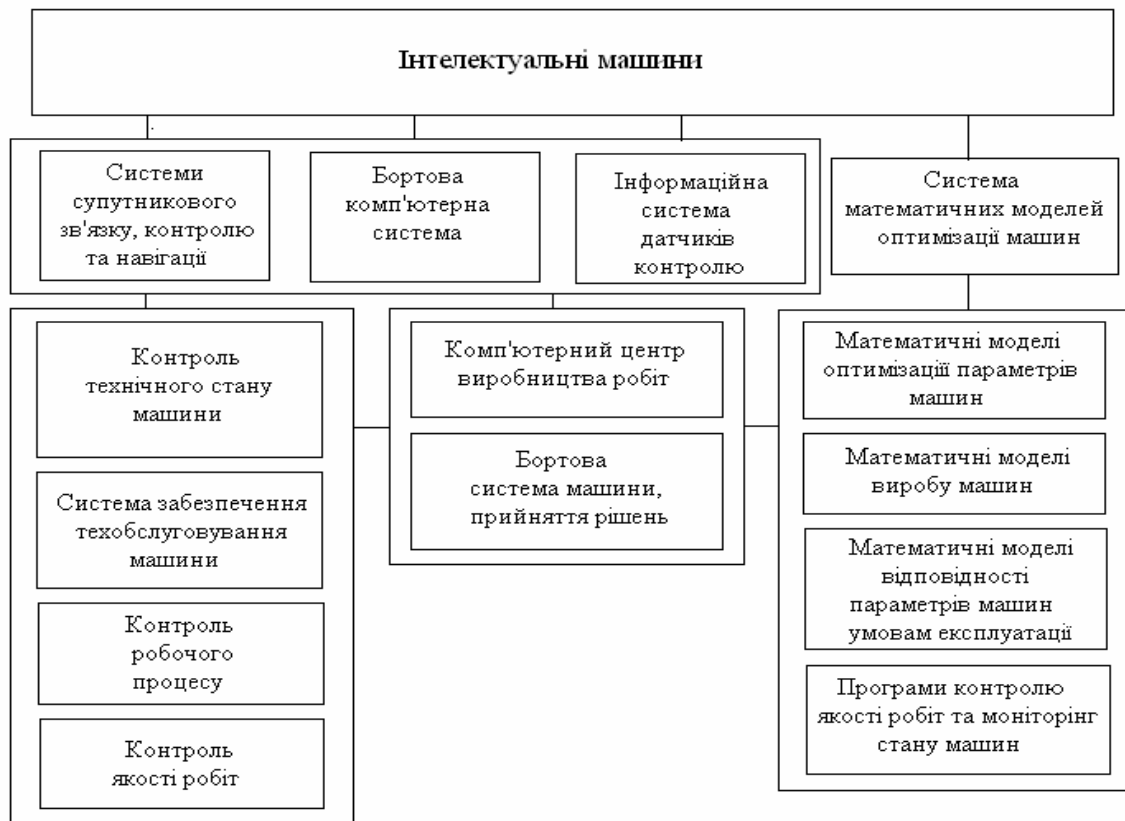


Рис. 1. Структурна схема інтелектуалізації будівельно-дорожніх машин

**Актуальність.** Для ефективної роботи такої складної структури необхідно використовувати принцип фізичної, метрологічної, інформаційної та експлуатаційної сумісності. А також необхідно розробляти програмне забезпечення для аналізу ефективності параметрів і режимів роботи машини, та адаптації техніки залежно від умов експлуатації. Постає питання ефективного супроводження машини, вирішення якого перекладається на інтелект самої машини, завдяки безперервному дистанційному моніторингу робочого процесу.

**Мета та задачі роботи.** Метою роботи є визначення основних складових задачі інтелектуалізації сучасних будівельно-дорожніх машин. Розглядається структура системи інтелектуалізації, а також висунуто критерії, що визначають необхідність і можливість використання діагностичного параметру при безперервному моніторингу технічного стану машини.

**Задача інтелектуалізації сучасних будівельно-дорожніх машин.** Існуючі математичні моделі оптимізації параметрів будівельно-дорожніх машин дозволяють підібрати раціональний режим роботи. А машини з такою системою забезпечують більш ефективне виконання робіт з максимальною продуктивністю, мінімальною вартістю одиниці продукції та максимальним прибутком.

Оптимальні потужність та швидкість машини у процесі робочого циклу повинні регулюватися в залежності від збурень, що з'являються, та змін експлуатаційних параметрів відповідно встановленим закономірностям.

Поточна інформація (про якість виконуваних робіт, якість дорожнього покриття, фізико-механічних

властивостях середовища, що розробляється, та інших параметрах) поступає від сенсорів, що вбудовано на робочих органах та елементах підсистем машини. З'являється реальна можливість вже на етапі будівництва здійснювати контроль за станом та відповідністю машини об'єкту, що розробляється, а об'єкта - проекту. Бортова система контролю та супутникова навігаційна система зв'язку забезпечують контроль робочого процесу у строгій відповідності з проектом та попереджує можливі незаплановані витрати.

Сучасні будівельні й дорожні машини володіють високими технічними характеристиками і, відповідно, високою вартістю. Незважаючи на наявність систем самодіагностики й фірмове технічне обслуговування брендової техніки, висока вартість і складність конструкції машин вимагають підвищеної уваги при забезпеченні їхньої працездатності й продуктивності на належному рівні протягом усього строку експлуатації.

Для будівельно-дорожніх машин характерно розташування місць роботи на великій відстані від центрів керування. Поширюються та розвиваються так звані електронні офіси.

Електронний офіс втілює концепцію всебічного використання в офісній діяльності засобів обчислювальної техніки та зв'язку з одночасним збереженням та підсиленням переваг традиційного та виробничого офісу. Інформаційно-обчислювальні потужності в електронному офісі також персоналізуються із збереженням електронного зв'язку в середині офісу, з централізованими базами даних та віддаленими підрозділами. Спільний розвиток та поступове об'єднання обчислювальної та комунікаційної техніки забезпечує службовцям офісу необмежений доступ до

## Технологія приборостроєння

будь-якої потрібної інформації та користування обчислювальними потужностями, незалежно від місцезнаходження працюючого в офісі.

Впровадження у дорожньо-будівельній галузі електронних офісів виявилось практично можливим насамперед завдяки широкому розповсюдженню комп'ютерів із відкритою архітектурою, що дозволяє змінювати конфігурацію машини з орієнтацією на виконання конкретних робіт, різноманітних проблемно-орієнтованих програмних продуктів, а також високоефективних засобів автоматизації БДМ.

Робоче місце оператора поєднується в єдину систему (мережу), що має доступ до всіх обчислювальних ресурсів офісу, баз даних, а також до зовнішніх джерел інформації. При цьому значно прискорюється можливість інформаційного обміну між користувачами мережі, автоматизуються деякі традиційні операції, зв'язані з корекцією робочих параметрів. Усі програмні продукти такої системи повинні бути не тільки уніфіковані, але й інтегровані між собою. Використовуючи інформацію від вбудованих у робочі органи машини мікродатчиків та за допомогою систем навігації, бездротового зв'язку, на керуючому комп'ютері у режимі реального часу відображаються як фізико-механічні властивості середовища, що розробляється, так і техніко-експлуатаційні та економічні параметри машини, а також згідно розробленим математичним моделям визначається відповідність машини реальним умовам експлуатації.

Практична реалізація концепції електронного офісу поступово приводить до перерозподілу функцій виконавців, а також висуває високі вимоги щодо кваліфікації операторів. Ці обставини викликають необхідність підвищення оперативності усунення несправностей і прогнозування технічного стану машин шляхом дистанційного моніторингу технічного стану машин. Роботи зі створення подібної системи ведуться в Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті. Сучасні засоби технічних комунікацій повною мірою дозволяють вирішити дане завдання, але виникає задача вибору оптимальної кількості й переліку діагностичних параметрів, необхідних для обробки й аналізу у віддаленому технічному центрі.

Критеріями, що визначають необхідність і можливість використання того або іншого структурного, регульовального або діагностичного параметру при безперервному моніторингу технічного стану вилученого об'єкта, можуть бути наступні фактори:

- інтегральність параметрів (продуктивність машини, потужність двигуна, витрата палива) вимагає наступного поглибленого пошуку несправностей, але дозволяють оперативно реагувати на можливу зміну показників працездатності машин і зменшують кількість переданої інформації;
- наявність систем самодіагностики будівельно-дорожніх машин;
- вплив контрольованих параметрів на інтенсивне зношування елементів;
- можливість прогнозування на основі одержуваної інформації;
- необхідність встановлення додаткових датчиків, що не входять у штатну комплектацію;
- вартість технічного контролю обраних параметрів.

Для визначення оптимального складу діагностичної інформації на підставі певних пріоритетів (техніко-економічні показники, ресурсні показники, показники безпеки, можливості комунікаційної системи й т.п.) створюється матриця діагностичних параметрів. Діагностична матриця представляє собою логічну модель, що описує зв'язки між діагностичними параметрами і можливими несправностями об'єкта [5]. Найбільш важливою величиною, що характеризує процес діагностики будь-якого об'єкта, є інформативність діагностичних параметрів, що визначається чутливістю цих параметрів до структурних змін в об'єкті й однозначністю в постановці діагнозу. Постановка діагнозу істотно ускладнюється, якщо доводиться користуватися декількома діагностичними параметрами. Тоді необхідно з множини всіх можливих станів об'єкту виділити одне, найбільш імовірне. Тому, завданням діагнозу за багатьма параметрами є розкриття множинних зв'язків між структурними й відповідними їм діагностичними параметрами. При складанні матриці прагнуть застосовувати мінімальне число діагностичних параметрів. Для цього використовують тільки найбільш чутливі й інформативні параметри. У той же час число діагностичних параметрів повинне бути достатнім для одержання достовірного й однозначного діагнозу. Основним недоліком таких діагностичних матриць є відсутність елемента прогнозування технічного стану об'єкта діагностики в процесі його експлуатації. Це пояснюється тим, що логічна двозначна модель дозволяє лише визначити справний або несправний об'єкт. Фізична сутність рішення даного завдання полягає у виключенні несправностей, несумісних з існуванням певної комбінації обмірюваних діагностичних параметрів. Процес виявлення несправності можна розглядати як зниження ступеня невизначеності технічного стану об'єкту, що діагностується.

**Висновки.** Інтелектуальна система БДМ повинна бути оснащена усім необхідним програмним забезпеченням та обладнанням для моніторингу машини:

- необхідна кількість основних та вторинних ІТ центрів, інтегрованих серверів, підключених через захисні мережі;
- комплекс сучасних комп'ютерів, оснащених програмами Windows 7 та Office Pro;
- програмне забезпечення, як для внутрішнього, так і для стандартного користування інструментами виробництва;
- електронні системи управління документацією для проведення спільної роботи із захищеним і оптимальним доступом (Intranet, Bentley ProjectWise, Microsoft Sharepoint).

ІТ центр повинен сприяти подальшому розвитку і удосконаленню ефективних інструментів у всіх областях будівельних робіт: управління проектом, проектування та дослідження, контролю робіт, стійкого розвитку і т.п.

З метою оптимізації нагляду за виконанням робіт, необхідно високопродуктивне програмне забезпечення, яке включає в себе багаточисленні інтерфейси, для встановлення ідеального сполучення між дослідженнями проектування та управлінням роботами (управління передбаченими об'ємами робіт і постачанням на стадії завершення, моніторинг земляних робіт, проектування та дослідження розташування траси доріг у трьох вимірах).

При проектуванні та розробці інтелектуальних систем БДМ необхідно використовувати модульний принцип. Така система дозволить розробляти високоінтелектуальні будівельно-дорожні машини, забезпечити ефективне використання техніки в умовах, де вона дає найбільший виробничий ефект та буде сприяти підвищенню якості виконуваних робіт.

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Баловнев В.И. Задача создания систем интеллектуальной дорожно-строительной техники - М.: Наука и техника в дорожной отрасли, № 4, 2012.

2. Амелин В.М. Электронные системы управления и контроля строительных и дорожных машин / В.М. Амелин, Ю.М. Иньков, В.И. Марсов. - М.: Интекст, 1998.

3. Плугина Т.В. Проектирование интеллектуальных операторских станций распределенных систем управления / Т.В. Плугина, Д.О. Маркозов - Вестник ХНАДУ, Вып.57, 2013.

4. Хмара Л.А. Сетецентрические технологии в эффективном сопровождении дорожно-строительной техники / Л.А. Хмара, С.И. Кононов. - Вестник ХНАДУ, Вып.57, 2012.

5. Колчин В.С. Основы диагностики и технической эксплуатации автомобилей: Учебное пособие. - Иркутск: Изд-во ИргТУ, 2006. - 156 с.

УДК 681.5

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ АВТОГРЕЙДЕРА З ВИКОНАВЧИМ ОРГАНОМ

К.т.н. А.Б. Бінковська, М.Д. Скотаренко, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

*В роботі розглядаються питання з автоматизації дорожньо-будівельних машин. Було проведено математичний аналіз роботи автогрейдера, на основі якого була складена математична модель.*

*В работе рассматриваются вопросы автоматизации дорожно-строительных машин. Было проведено математический анализ работы автогрейдера, на основе которого была составлена математическая модель.*

*In the work questions of automation roadbuilding machines. Was conducted mathematical analysis of the grader, on the basis of which was made up mathematical model.*

**Ключові слова:** дорожньо-будівельні машини, автоматизація, автогрейдер, гідроциліндр, аналіз, математична модель

**Вступ.**

Дорожнє будівництво, не дивлячись на зовнішню простоту технологічних процесів і обслуговуючих агрегатів, стикається з рядом специфічних труднощів, які виникають у зв'язку з необхідністю збільшення об'ємів робіт, підвищення якості і зниження собівартості готової продукції, що можна досягти лише методами автоматичного управління і контролю. Однією з основних причин, яка гальмує процес автоматизації дорожнього будівництва, є обмеженість даних про динамічні властивості об'єктів і технологічних процесів. Задачі синтезу систем автоматичного регулювання з високими якісними характеристиками виявляються часто нереалізованими через неможливість зміни динамічних властивостей об'єкту автоматизації без складних конструктивних переробок.

Вимоги автоматизації дозволяють по-новому оцінити особливості протікання виробничих процесів, відмовитися від застарілої технології або так змінити ту, що вже використовується, щоб виявити її потенційні можливості для поліпшення основних показників: продуктивності, надійності об'єму і маси металоконструкцій, якості готової продукції.

**Аналіз публікацій.**

Автогрейдери являють собою самохідні машини, основним робочим органом яких служить повноповоротний грейдерний відвал з ножами, встановлений під кутом до поздовжньої осі автогрейдера та розміщений між переднім і заднім мостами пневмоколісного ходового устаткування. При русі автогрейдера ножі зрізують ґрунт, і відвал зрушує його убік [1].

Автогрейдери застосовують для планувальних і профілювальних робіт при будівництві доріг, спорудження невисоких насипів і профільних виїмок, відриття дорожнього корита й розподілу в ньому кам'яних матеріалів, зачищення дна котлованів, планування територій, засипання траншей, ровів, каналів і ям, а також очищення доріг, будівельних майданчиків, міських магістралей і площ від снігу в зимовий час.

Автогрейдери використовують на ґрунтах I...III категорій. Процес роботи автогрейдера складається з послідовних проходів, при яких здійснюється різання ґрунту, його переміщення, розрівнювання й планування поверхні спорудження. Сучасні автогрейдери конструктивно подібні та виконані у вигляді самохідних тривісних машин з повноповоротним грейдерним відвалом, з механічною й гідромеханічною трансмісією та гідравлічною системою керування робочими органами.

За останні роки в розвитку конструкції автогрейдерів намітилися наступні тенденції: підвищення потужності двигунів без істотного збільшення ваги автогрейдерів; впровадження гідромеханічних трансмісій для ходової частини машини: застосування двигунів, пристосованих для роботи при значних кренах, а також в умовах низьких і високих температур і при умовах високої запиленості повітря; підвищення транспортної швидкості автогрейдерів; автоматизація керування з метою забезпечення автоматичного профілювання по заданому профілю; значне поліпшення умов роботи водія; застосування шин низького тиску із централізованим регулюванням тиску повітря, що подається від компресора двигуна [2,3].