

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кременчуцький державний університет
імені Михайла Остроградського

ВІСНИК

Кременчуцького державного університету
імені Михайла Остроградського

№ 3/2010 (62)
частина 1

- Електромеханічні системи та автоматизація
- Електричні машини і апарати
- Енергетика та енергоресурсозбереження
- Діагностика в електромеханічних і енергетичних системах
- Інформаційні системи і моделювання
- Електронні апарати, комп'ютерна техніка і інформаційно-вимірювальні технології
- Нові технології в машинобудуванні
- Нанотехнології та нові матеріали
- Транспорт. Дорожні та будівельні машини
- Геотехнічна і гірнична механіка
- Ресурсозберігаючі технології в проектуванні, землевпорядкуванні та будівництві
- Екологічна безпека
- Природничі науки
- Гуманітарні науки
- Економічні та маркетингові дослідження виробничо-підприємницької діяльності
- Проблеми вищої школи
- Ювілейні дати
- Короткі повідомлення (листи до редакції)

Кременчук – 2010

ISSN 1995–0519

ISSN 2072–8263

Відповідно до постанови президії ВАК України від 08.07.2009 року № 1-05/3 журнал пройшов реєстрацію і внесений до Переліку № 1 фахових видань, в якому можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата технічних наук.

Друкується за рішенням Вченої ради Кременчуцького державного університету імені Михайла Остроградського (протокол ВР № 6 від 29.04.2010 р.).

Свідоцтво про державну реєстрацію серії КВ № 16538–5010 ПР від 24.03.2010 р.

Журнал публікує статті, які містять нові теоретичні та практичні результати в галузях технічних, природничих та гуманітарних наук.

Редакційна рада:

Алферов В.П., д.м.н., проф. (Росія); Андрусенко О.М., д.т.н., проф.; Артамонов В.В., д.т.н., проф.; Бахарев В.С., к.т.н., доц.; Воробйов В.В., д.т.н., проф.; Гаврилук Ю.М., к.т.н., доц.; Гученко М.І., д.т.н., проф.; Джеммі Кейсі, д.н., проф. (США); Драгобецький В.В., д.т.н., проф.; Єлізаров О.І., д.ф.-м.н., проф.; Єфремов Е.І., д.т.н., проф.; Жорняк М.С., к.т.н., доц.; Загірняк М. В., д. т. н., проф. (голова ради); Йоханнес Центнер, д.т.н., проф. (Німеччина); Капустян Г.Т., д.і.н., проф.; Касич А.О., д.е.н., проф.; Никифоров В.В., к.б.н., доц. (відповідальний секретар); Кжиштоф Ключинський, д.т.н., проф. (Польща); Кириленко О.В., д.т.н.; Козловська Т.Ф., к.х.н., доц. (науково-технічний редактор); Комір В.М., д.т.н., проф.; Коренькова Т.В., к.т.н., доц.; Луговой А.В., к.т.н., проф. (заступник голови); Ляшенко В.П., к.ф.-м.н., доц.; Мартинов В.Л., к.т.н., доц.; Маслак В.І., к.і.н., доц.; Маслак О.І., к.е.н., доц.; Маслов О.Г., д.т.н., проф.; Мелявець Даміан, д.н., проф. (Словенія); Мороз М.М., к.т.н., доц.; Мосьпан В.О., к.т.н., доц.; Некрасов А.В., к.т.н., доц.; Павленко О.В., д.т.н., проф. (Росія); Романенко С.С. (заст. відповідального секретаря); Родькін Д.Й., д.т.н., проф.; Саленко О.Ф., д.т.н., проф.; Сінчук О.М., д.т.н. проф.; Сокур М.І., д.т.н., проф.; Солтус А.П., д.т.н., проф.; Фарина С.Я., к.е.н., доц.; Хоменко М.М., д.е.н., проф.; Чебенко В.М., д.т.н., проф.; Чорний О.П., д.т.н., проф.; Шмандій В. М., д.т.н., проф.

© Науково-дослідна частина, 2010 р.

ISSN 1995–0519

ISSN 2072–8263

Адреса редакції: 39600, м. Кременчук, вул. Першотравнева, 20. Кременчуцький державний університет імені Михайла Остроградського. МОВ, к. 3210.

Телефон: (05366) 3-62-17. E-mail: nich@kdu.edu.ua

УДК 681.513.2 + 621.34

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ НА СТАДІЇ СИНТЕЗУ АВТОМАТИЗОВАНИХ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ

Черв'яков В.Д., к.т.н., доц., Панич А.О., ст.викл., Журавльов О.Ю., к.т.н., ст.викл.

Сумський державний університет, м.Суми

вул.Римського-Корсакова, 4000, м.Суми, Кафедра КСУ, СумДУ, 2

E-mail: info@ksu.sumdu.edu.ua

Виділення класів технологічних машин по загальних конструктивно-технологічних ознаках і задачах керування створює передумови для вирішення задач ресурсозбереження на всіх стадіях життєвого циклу цих машин. Пропонується методологія розробки електромеханічних систем керування рухом робочих органів технологічних машин на основі об'єктно-орієнтованого підходу.

Ключові слова: енергоресурсозбереження, електромеханічна система, система керування, синтез.

Вступ. Методологічні принципи розробки систем керування (СК), як одного з етапів створення автоматизованих технологічних машин (ТМ), повинні відбивати сучасну методологію створення об'єктів нової техніки. На стадії розробки автоматизованої ТМ закладаються концептуальні рішення, зосереджені основні зусилля розробників з вирішення проблем, що виникають у зв'язку зі складністю технологічної системи та процесу її створення. При вирішенні задач системного аналізу на стадіях розробки автоматизованих ТМ все більше застосування знаходить об'єктно-орієнтований підхід (ООП), який дозволяє отримувати практичні результати у вигляді об'єктних моделей класів різних рівнів ієрархії та їх структурно-алгоритмічних базисів [1, 2], які вирішують актуальну на цей час задачу ресурсозбереження в електромеханічних системах на стадіях розробки та експлуатації.

Аналіз попередніх досліджень. Сучасні комп'ютерні СК технологічним обладнанням являють собою складні багаторівневі системи, що здійснюють обробку інформації для керування технологічними параметрами й перетворенням енергії відповідно до поставлених цілей. Задачі створення таких систем містять у собі розробку апаратної частини, алгоритмічного й програмного забезпечення. У поглядах на процес створення таких систем можна побачити наявність етапу прийняття концептуальних рішень, пов'язаного з аналізом системи й побудовою її структурної й функціональної схем, а також загального алгоритму роботи. Саме на етапі прийняття концептуальних рішень виникає найбільший відсоток помилок, причому витрати на виправлення таких помилок на пізніших стадіях життєвого циклу ТМ є досить відчутними. Правильна структуризація проблеми на ранніх етапах створення системи дозволяє конкретніше поставити завдання й значно зменшити кількість помилок.

Одним з основних факторів, що визначають методологію створення складних систем, є боротьба зі складністю з метою зниження вартості проектування [2]. При розробці складної системи виконується алгоритмічна декомпозиція процесів керування технологічною машиною. Такий (структурний) підхід заснований на ідеї поділу складної системи на відносно самостійні великі частини (модулі), які реалізу-

ють задані функції та утворюють певну ієрархію інформаційних взаємозв'язків.

Аналізуючи різні галузі промисловості, можна сказати, що в них існують об'єкти, які мають загальні технологічні ознаки, що дозволяє виділити окремі класи ТМ. Спільність технологічних ознак екземплярів класу знаходить своє інформаційне відбиття в спільності завдань керування, покладених на СК, створює передумови для створення їхнього концептуального базису (еталона), організовуючи розрізнені системи в класи. Основою для такої структуризації є ООП, що є методологічною базою ресурсозбереження на стадіях розробки життєвого циклу автоматизованих ТМ. На цей час можна назвати чимало прикладів застосування ООП для вирішення проблем створення СК автоматизованих ТМ [3-5].

На стадії експлуатації життєвого циклу технологічних систем і, зокрема автоматизованих електромеханічних систем керування (ЕМСК) процесами руху робочих органів ТМ, задача ресурсозбереження вирішується шляхом дотримання вимог до точності обробки виробів, зниження динамічних навантажень в елементах силового каналу електропривода (ЕП), зниження енерговитрат. Вирішенню задач ресурсозберігаючого керування в системах ЕП в наш час приділяється велика увага [6].

Незважаючи на суттєві досягнення в окремих аспектах методології створення ресурсозберігаючих ЕМСК, ця методологія в цілому не визначена.

Мета роботи. Методологічне узагальнення процедур синтезу ресурсозберігаючих ЕМСК процесами руху робочих органів технологічних машин.

Матеріал і результати дослідження. Ідеологія ООП заснована на фундаментальному принципі керування складними системами, відповідно до якого при розробці СК технологічного об'єкта виконується алгоритмічна декомпозиція процесу керування. Виділення класів ТМ по загальних конструктивно-технологічних ознаках і задачах керування створює передумови для вирішення задач ресурсозбереження на всіх етапах життєвого циклу СК цих машин.

Використання будь-якої об'єктно-орієнтованої методології припускає наявність базових блоків у вигляді класів і їхніх екземплярів – об'єктів. Незважаючи на велику кількість методологій і поглядів на ООП, можна виділити наступні концептуальні прин-

ципи останнього: абстрагування, обмеження доступу, модульність, ієрархія, спадкування. Концепції, на яких заснований ООП, дозволяють ефективно працювати зі складними системами, забезпечують відносну простоту внесення змін у систему на всіх стадіях її життєвого циклу, дозволяють повторно використовувати окремі компоненти розробки в різних проектах як при початковому проектуванні, так і при модернізації систем. Розробка системи на базі ООП має ітеративний характер, що дозволяє створювати СК при неповній інформації про ТМ на початкових етапах розробки. Базові принципи ООП призводять до ієрархічної структуризації ключових абстракцій (класів, об'єктів, відносин) у розглянутому класі ТМ. Важливе значення має додержання принципу самодостатності (модульності й обмеження доступу), відповідно до якого об'єкти, що утворюють систему, повинні "знати" про механізм функціонування один одного тільки необхідний мінімум – перелік виконуваних функцій без механізму їхньої реалізації. У підсумку виходить структура об'єктів, пов'язаних між собою відносинами агрегації, спадкування, взаємодії й ієрархії. Спосіб реалізації цих відносин виражається об'єктною моделлю СК, а розподіл абстракцій системи по модулях підводить розробника до функціональної схеми СК.

Об'єктна модель класу (ТМ або СК) визначає структуру об'єктів, зв'язаних між собою відносинами агрегації, спадкування, взаємодії й ієрархії. Відносини спадкування властивостей класів їхніми підкласами дозволяють виносити їхні загальні ознаки на верхній рівень ієрархії, що зменшує ресурсоемність створення об'єктів нижнього рівня ієрархії (специфічних підкласів). Об'єктна модель ЕМСК задає об'єктно-орієнтовану функціональну схему цієї системи.

Ця задача в усіх її аспектах вирішується комплексно, шляхом розробки та практичної реалізації оптимальних або субоптимальних законів руху ЕП робочого органу ТМ за критерієм мінімізації енерговитрат на всіх етапах робочого циклу, з урахуванням обмежень координат руху ЕП (швидкості, прискорення, ривка, електромагнітного моменту двигуна та його похідної за часом, величин переміщень робочого органу тощо).

Функції ресурсозберігаючого керування процесами руху робочого органу виконує автоматизована ЕМСК, що ієрархічно підпорядковується СК технологічної машини, на яку покладаються функції координації роботи всіх робочих органів (рис. 1). ЕМСК процесами руху робочого органа має ієрархічну структуру, в якій підсистемою верхнього рівня є СК електроприводом робочого органа. ЕП робочого органа являє собою автоматизовану електромеханічну систему, що містить силовий канал (керований перетворювач – електродвигун – передатний пристрій – робочий орган) та локальну СК, точніше – систему автоматичного регулювання електричних і механічних параметрів електропривода. Саме на СК електроприводом покладаються функції визначення

і розрахунку параметрів оптимальних (або субоптимальних) законів руху ЕП на всіх етапах робочого циклу [7] у відповідності з командами від СК ТМ та передачі управляючих впливів в локальну СК електропривода. Викладений принцип структурно-функціональної побудови СК ТМ будь-якого призначення відповідає концептуальним положенням ООП і конкретизується до конкретної ТМ за алгоритмами роботи СК різних рівнів ієрархії та їхніми інформаційними взаємозв'язками. Як приклад застосування викладеної методології можна навести матеріали розробки структурно-алгоритмічного базису та об'єктно-орієнтованої функціональної схеми системи керування летучої пили зі зворотно-поступальним рухом несучого органу [8-10].

Проведені аналітичні дослідження дозволяють запропонувати наступний алгоритм послідовного виконання системотехнічних розробок і досліджень для досягнення мети створення ресурсозберігаючої ЕМСК процесами руху робочого органу ТМ.

1. Створення об'єктної моделі суперкласу технологічних машин, поєднаних за принципами єдності конструктивно-технологічних ознак. Вона дозволяє представити всю сукупність найбільш істотних ознак і відносин, структурні аспекти суперкласу й дає можливість забезпечити спільність елементів розробок для різних підкласів технологічних машин.

2. Створення об'єктної моделі підкласу технологічних машин, для яких розробляється система керування. Модель відбиває ієрархічну побудову класоутворюючої ТМ, її виконавчих механізмів й відповідну їй ієрархічну супідрядність систем керування. У моделі розділяються матеріально-енергетичні й інформаційні відносини, розмежовані функції керування між системами керування ТМ і ЕМСК процесами руху робочих органів цієї машини. Дана модель є методологічною базою прийняття концептуальних системотехнічних рішень при розробці СК ТМ, зокрема є основою для побудови об'єктної моделі системи керування.

3. Створення об'єктної моделі СК ТМ шляхом виділення з попередньої моделі відповідних класів. Ця модель є основою для побудови структурно-алгоритмічного базису СК ТМ.

4. Розробка структурно-алгоритмічного базису системи керування технологічної машини. Він відображає принципи структурної побудови машини й задає структурну та функціональну СК, загальні алгоритми, що виконуються елементами системи. Безпосередній зв'язок вказаних схем з об'єктними моделями забезпечує ефект ресурсозбереження на стадії розробки.

5. Створення об'єктної моделі ЕМСК процесами руху конкретного робочого органу. Розробка алгоритмів енергоресурсозберігаючого керування електроприводом. Вони повинні реалізовувати енергозберігаючі закони руху ЕП з обмеженнями за вимогами технології та надійності елементів ЕМСК. Ця функція належить до СК електроприводом (рис. 1).

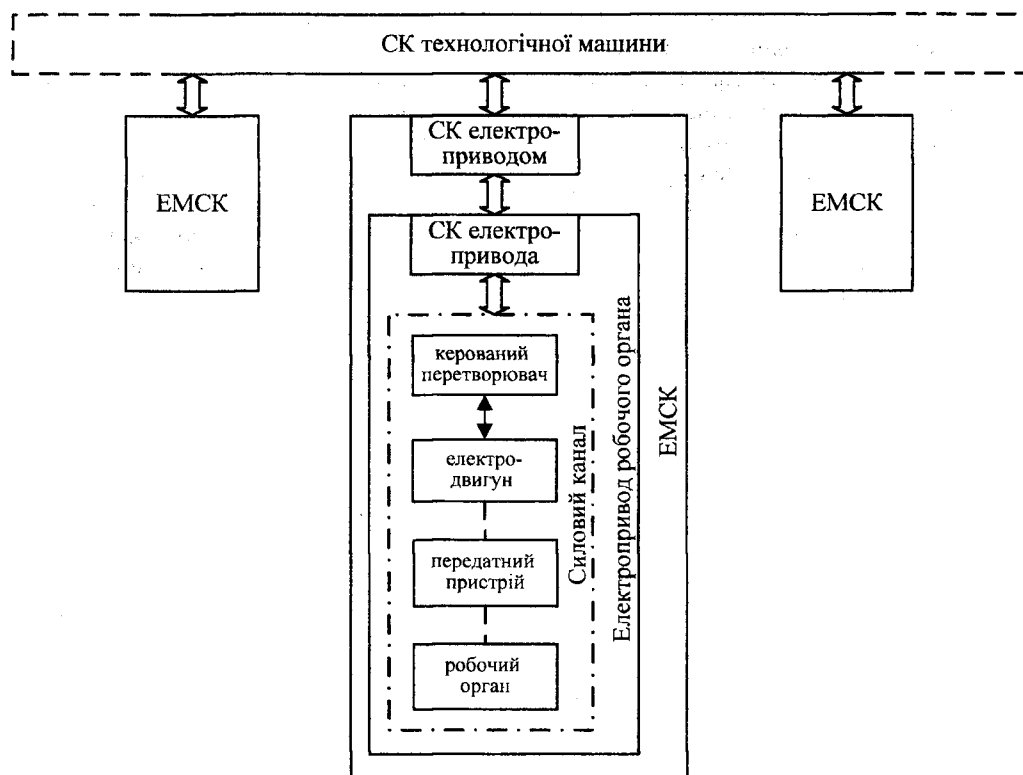


Рисунок 1 – Структура системи керування технологічної машини

6. Аналіз можливостей технічної реалізації енергоефективних законів руху робочого органа ТМ засобами сучасного регульованого ЕП та мікропроцесорних пристроїв керування. У випадку отримання негативного результату проведеного аналізу – розробка відповідних технічних засобів.

7. Підтвердження ефекту енергоресурсозбереження у синтезованій ЕМСК засобами комп'ютерного або фізичного моделювання. Якщо ефект не підтверджується за допомогою вибраних технічних засобів, то слід повернутись до розробки алгоритмів з метою їх спрощення (зниження вимог).

В якості базового інструмента для побудови об'єктних моделей доцільно використовувати мову UML. Позитивні результати розробки ЕМСК процесами руху робочого органа конкретної ТМ можуть використовуватись у подальшому розробниками систем керування ТМ того ж суперкласу з ефектом ресурсозбереження на стадії синтезу цих систем.

Висновки. Сучасною методологічною базою технології розробки СК технологічних об'єктів є ООП. Іншими сучасними тенденціями є комп'ютеризація систем керування й ресурсозбереження на всіх стадіях життєвого циклу створюваних об'єктів. Процес розробки будь-якої СК містить етап прийняття концептуальних рішень, пов'язаний з об'єктним аналізом системи й побудовою її структурної та функціональної схем, а також загального алгоритму роботи. Прийняття концептуальних рішень на основі ООП дозволяє знизити ймовірність помилковості цих рішень. Економічний аспект ООП до задач створення СК технологічних машин поля-

гає в тому, що його застосування дає можливість помітно заощаджувати ресурси (часові й матеріальні) при розробках нових систем шляхом ефективного використання відпрацьованих фрагментів інших проектів.

Згідно до принципів системного підходу, зокрема ООП, функції ресурсозберігаючого керування процесами руху виконує ЕМСК, ієрархічно підпорядкована СК технологічної машини. ЕМСК процесами руху робочого органа ТМ має ієрархічну структуру, в якій підсистемою верхнього рівня є СК електроприводом робочого органа, що виконує функції визначення й розрахунку параметрів законів руху ЕП робочого органа та передачі їх до виконання в локальну СК електропривода.

На підставі проведеного аналітичного дослідження сучасного стану методології синтезу ресурсозберігаючих ЕМСК процесами руху робочих органів технологічних машин запропонований процедурний алгоритм послідовного виконання етапів розробки і дослідження таких систем. Наведений короткий опис основних результатів, які потрібно досягти при поетапному виконанні цього алгоритму.

Результати проведеного дослідження можуть використовуватись при розробці нових та реконструкції діючих автоматизованих технологічних систем. Методологія синтезу ресурсозберігаючих електромеханічних систем керування процесами руху робочих органів технологічних машин може бути корисно застосована в навчальному процесі підготовки фахівців за напрямками електромеханіки та системної інженерії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Буч Г. Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения: Пер. с англ. / Буч Г. – М.: Конкорд, 1992. – 519 с.
2. Тимченко А. А. Основы системного проектирования та системного аналізу складних об'єктів: Основы САПР та системного проектирования складних об'єктів: Підручник / За ред. В. І. Бикова. – 2-ге вид. / Тимченко А. А. – К.: Либідь, 2003. – 272 с.
3. Майсян И. Г. Объектно-ориентированный анализ привода СУМП-1000МВ // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы / И. Г. Майсян, М. В. Максимов. – Херсон: ХГТУ. – 1998. – №1. – С. 158-165.
4. Звенигородский А. С. Объектно-ориентированная модель системы управления движением интеллектуального мобильного робота // Искусственный интеллект / Звенигородский А. С. – 2001. – №1. – С. 177-182.
5. Мороз В. І. Застосування об'єктно-орієнтованого підходу в моделюванні керування електромеханічних систем // Вісник Державного університету "Львівська політехніка". Електроенергетика та електромеханічні системи / Мороз В. І. – 2000. – №400. – С. 111-113.
6. Закладний О. М. Энергозбереження засобами промислового електропривода: Навч. посібн. / Закладний О. М., Праховник А. В., Соловей О. І. – К.: Кондор, 2005. – 408 с.

7. Герасимьяк Р. П. Оптимальные системы автоматического управления электроприводов: Учеб. пособие / Герасимьяк Р. П. – Одесса: ОГПУ, 1998. – 72 с.
8. Червяков В. Д. Синтез объектно-ориентированных систем управления технологическими машинами на этапе концептуального проектирования // Компрессорное и энергетическое машиностроение / Червяков В. Д., Паных А. А. – 2005. – № 2(2). – С. 69-73.
9. Паных А. А. Структурно-алгоритмический базис объектно-ориентированной системы управления летучими пилами // Контроль і управління в складних системах (КУСС-99). Книга за матеріалами п'ятої міжнародної науково-технічної конференції. м. Вінниця, 3-5 лютого 1999 року. У 3-х томах. Том 2. / А. А. Паных, В. Д. Червяков – Вінниця: "УНІВЕРСУМ-Вінниця". – 1999. – С. 66-72.
10. Червяков В. Д. Функциональная схема объектно-ориентированной системы управления летучими пилами // Проблемы создания новых машин и технологий. Научные труды КГПИ. Вып. 1 / Червяков В. Д., Паных А. А. – Кременчуг: КГПИ. – 1999. – С. 60-64.

Стаття надійшла 1.03.10 р.
Рекомендовано до друку к.т.н., доц.
Кореньковою Т.В.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ НА СТАДИИ СИНТЕЗА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

*Червяков В. Д., к. т. н., доц., Паных А. А., ст. преп., Журавлев А. Ю., к. т. н., ст. преп.
Сумский государственный университет, г.Сумы
ул. Римского-Корсакова, 2, 40007, г.Сумы, Украина
E-mail: info@ksu.sumdu.edu.ua*

Выделение классов технологических машин по общим конструктивно-технологическим признакам и задачам управления создает предпосылки для решения задач ресурсосбережения на всех этапах жизненного цикла этих машин. Предлагается методология разработки электромеханических систем управления движением рабочих органов технологических машин на основе объектно-ориентированного подхода.

Ключевые слова: энергоресурсосбережение, электромеханическая система, система управления, синтез.

THE METHODOLOGICAL ASPECTS OF THE ENERGY AND RESOURCE- SAVING ON THE AUTOMATED ELECTROMECHANICAL SYSTEMS SYNTHESIS STAGE

*Chervyakov V.D., associate prof., Panych A.O., senior teacher, Zhuravlev O.Y., senior teacher
Sumy State University, Sumy
Rimsky-Korsakov St., 2, 40007, Sumy, Ukraine
E-mail: info@ksu.sumdu.edu.ua*

The selection of the of technological machines classes by the common constructional-technological features and control tasks makes the premises for resource-saving problems solving at all stages of these machines life cycle. The methodology of the development of the technological machines driven elements movements electromechanical control systems on the basis of the object-oriented approach is offered.

Key words: energy and resource-saving, electromechanical system, control system, synthesis.