

А. О. Панич;

В. Д. Черв'яков, канд. техн. наук, доц.

СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЛЕТЮЧОЇ ПИЛИ НА БАЗІ ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ

Необхідність ресурсозбереження на всіх етапах життєвого циклу технологічних систем потребує застосування об'єктно-орієнтованого підходу до розробки систем керування технологічних машин широкого застосування. Розглядаються процедури і результати створення структурно-алгоритмічного базису об'єктно-орієнтованої системи керування летючої пили як класу технічних об'єктів, що широко застосовуються у різних галузях промисловості для мірного порізу довгомірних матеріалів.

Вступ

Побудова концепції будь-якої автоматизованої технологічної системи передбачає прийняття низки системотехнічних рішень, що потребує виконання досліджень з питань принципів структурної організації та функціонування системи автоматизації технологічного об'єкта у відповідності до вимог технологічного процесу. Летючі пили (ЛП) відносяться до класу технологічних об'єктів широкого застосування [1], тому актуальною є невирішена на цей час проблема побудови об'єктно-орієнтованої системи автоматизації ЛП. Ядром системи автоматизації ЛП є її система керування (СКЛП), яка має інформаційні зв'язки з СК технологічної лінії мірного порізу довгомірного матеріалу (наприклад, сортового прокату) і СК приводів усіх виконавчих механізмів ЛП [2]. Процес розробки об'єктно-орієнтованої СК на початковому етапі передбачає прийняття концептуальних рішень на підставі об'єктного аналізу предметної галузі. Комплекс концептуальних рішень щодо архітектури об'єктно-орієнтованої системи автоматизації ЛП являє собою її структурно-алгоритмічний базис [3]. Концептуальність і об'єктна орієнтованість системотехнічних рішень взаємопов'язані. Такі рішення можуть застосовуватись в будь-яких конкретних екземплярах класу «ЛП зі зворотно-поступальним рухом несучого органу». До числа концептуальних рішень відносяться: об'єктна модель системи автоматизації ЛП, а за необхідністю також її аналог — структурна схема; загальний алгоритм роботи керуючого пристрою СКЛП, за яким здійснюється процедура сигнального супроводження робочого циклу ЛП та координоване керування її виконавчими механізмами; об'єктно-орієнтована функціональна схема системи автоматизації ЛП, яка має відповідати вимогам структурної мінімізації та функціональної достатності. Об'єктна модель системи автоматизації ЛП необхідна для розробки функціональної схеми системи автоматизації. При цьому виключається можливість втрати класотвірних ознак, наслідуваних від класів вищих рівнів. Останнє особливо важливо для проектно-практики відносно витрат на проектування систем суміжних класів.

Метою дослідження є розробка складових структурно-алгоритмічного базису об'єктно-орієнтованої системи автоматизації летючої пили.

Матеріали дослідження

Функціональну структуру системи автоматизації ЛП ілюструє її об'єктна модель, показана на рис. 1.

Об'єктна модель (див. рис. 1) є первинним елементом структурно-алгоритмічного базису системи автоматизації ЛП, який показує організацію інформаційного обміну між СК різних рівнів під час реалізації мірного порізу оброблюваного виробу (ОВ). Функціональне призначення СКЛП (див. рис. 1) полягає в керуванні виконавчими механізмами ЛП шляхом формування і видачі задавальних діянь в СК приводів механізму подачі несучого органу (МПНО) та робочих органів інших виконавчих механізмів (ВМ), розміщених на НО: зчеплення (МЗ), подачі (МП) та обертання (МО) різально-го інструменту. СКЛП структурно складається з керуючого пристрою (КП), інформаційно-

вимірювальної системи (ІВС) та пульта керування (ПК). Атрибути і методи класу СКЛП являють собою сукупності таких для підкласів, якими вона агрегована. Системою керування верхнього рівня по відношенню до СКЛП є СК технологічної лінії (СКТЛ).

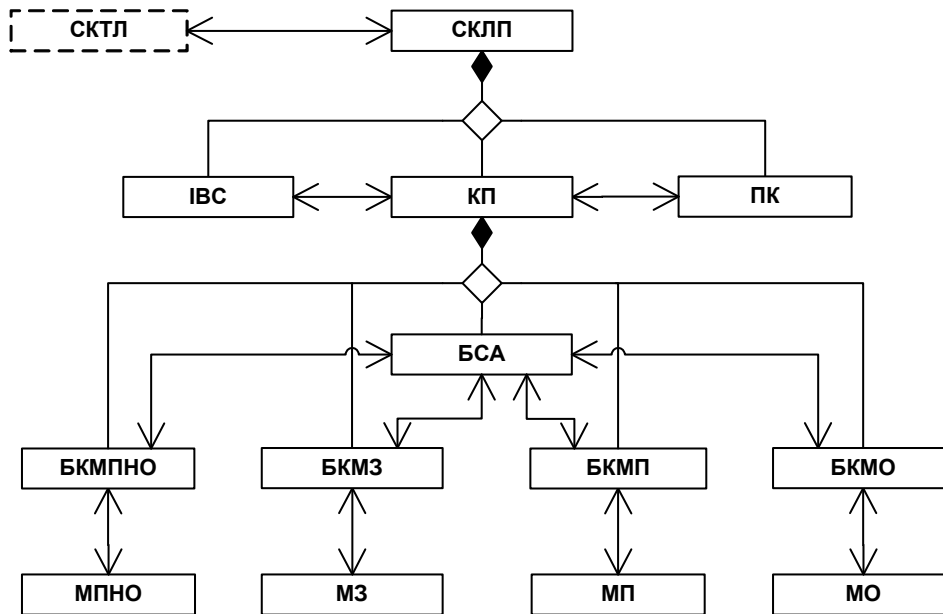


Рис. 1. Об'єктна модель класу «Система автоматизації летючої пили»

Керуючий пристрій КП складається з блоків ситуаційного аналізу (БСА) та блоків керування (БК) всіма ВМ (БКМПНО, БКМЗ, БКМП, БКМО). За виконання СКЛП на базі промислового контролера, структурні елементи КП є програмними модулями, можливо з фізичною реалізацією на окремих платах цього контролера. Центральною ланкою КП є програмний блок БСА, який виконує функції спостереження за відбуванням технологічного процесу та видачі в БКМПНО, БКМЗ, БКМП і БКМО значень логічних сигналів координаційного керування приводами НО та інших ВМ для виконання операцій мірного порізу ОВ [4]. БСА отримує від ПК інформацію про задане значення мірної довжини та режим роботи ТЛ («Робота», тобто продукційний, або «Підготовка», тобто непродукційний), яка надходить в ПК від СКТЛ. Від інших інформаційних пристроїв БСА отримує інформацію про поточний стан і значення координат руху робочих органів виконавчих механізмів, а також про швидкість руху ОВ.

Найскладнішим у функціональному відношенні є БКМПНО, оскільки найскладнішою є задача ресурсозбережного керування електроприводом НО. МПНО має лише один робочий орган — НО, тому правомірно вважати БКМПНО структурним блоком СКЛП, який виконує функцію формування задавальних діянь для СК електропривода НО.

Програмні блоки БКМП, БКМО у функціональному відношенні можуть бути складними, якщо розв'язують задачі оптимізації режимів різання. Однак ці задачі до нашого предмета дослідження не відносяться. МЗ є механізмом дискретної дії, тому його функціонування має бути відображено в алгоритмі роботи БСА операціями спостереження за спрацьовуванням цього механізму.

Загальний алгоритм роботи СКЛП, очевидно, повинен залишатися незмінним при адаптації об'єктно-орієнтованої СКЛП до конкретних застосувань. Алгоритми роботи блоків БКМПНО, БКМЗ, БКМП і БКМО не можуть бути відображені в структурно-алгоритмічній базисі об'єктно-орієнтованої системи автоматизації, тому що вони залежать від постановки і способів виконання завдань керування процесами руху робочих органів цих механізмів у конкретних реалізаціях летючих пил. Запропоновану блок-схему загального алгоритму роботи КП подано на рис. 2. При її створенні прийнято, що в будь-який момент часу відомі значення змінних, які поставляються інформаційними пристроями (у реальних контролерах ця умова виконується шляхом періодичного відновлення даних у пам'яті).

КП аналізує значення сигналу x_{20} про перехід ТЛ в продукційний режим ($x_{20} = 1$). Значення $x_{20} = 0$ означає неможливість уведення ТЛ у продукційний режим або зупинення ТЛ (можливо, внаслідок аварії або для налагодження).

Отримуючи сигнал готовності $x_{20} = 1$, КП переходить до виконання програми керування виконавчими механізмами ЛП (блоки 4—8), яка містить програми роботи блоків БСА, БКМПНО, БКМЗ, БКМП і БКМО. Якщо ж $x_{20} = 0$ (ТЛ не готова), то КП надає оператору право прийняти рішення щодо припинення очікування готовності ТЛ (блок 9) і завершення програми роботи КП (наприклад, командою завершення роботи ЛП на сенсорній панелі). Запропонована комплексна процедура підготовки ЛП до роботи (блоки 1, 2, 3, 9) може бути прийнята за базисну, оскільки вона передбачає всі необхідні підготовчі операції.

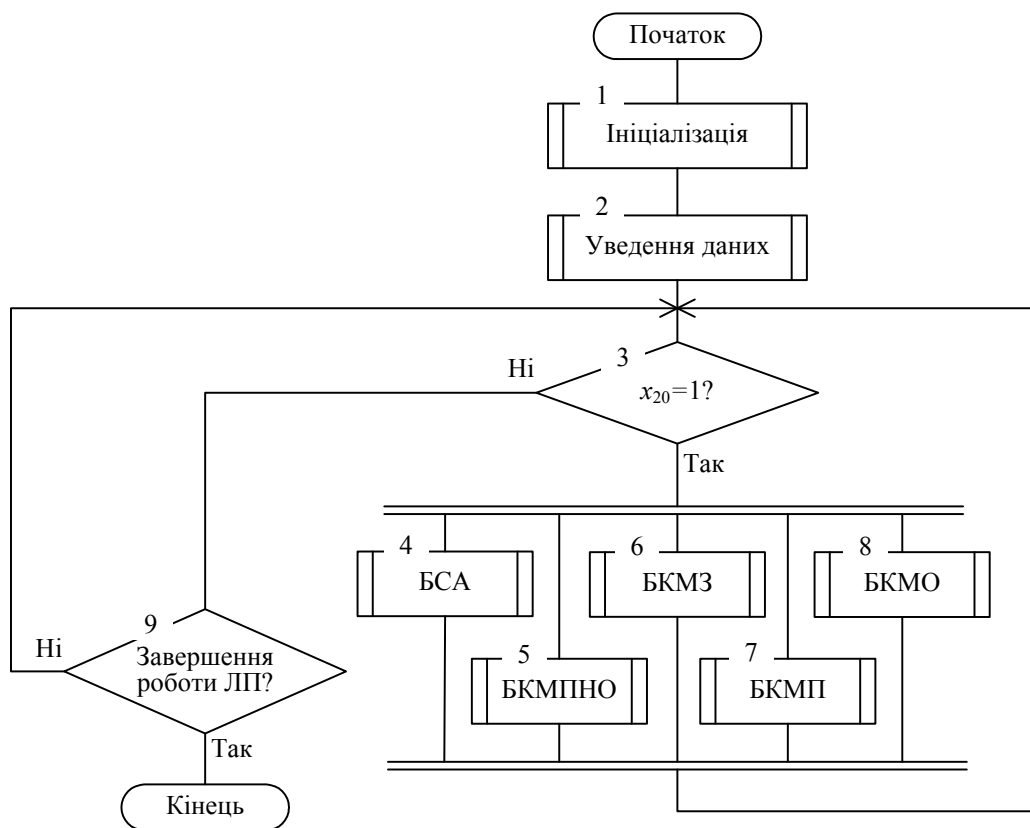


Рис. 2. Блок-схема загального алгоритму керування летючою пилою

Алгоритм керування виконавчими механізмами ЛП (рис. 2, блоки 3—8) виконується циклічно. Циклічність визначається послідовністю технологічних процедур відрізання «штук» профілю мірної довжини L_m . За програмою реалізації цього алгоритму виконується мірний поріз однієї полоси профілю за декілька робочих циклів ЛП. Робочий цикл ЛП являє собою послідовне виконання п'яти етапів [1]: початок циклу, переведення НО з «вихідного» в «початковий» стан з вибиранням люфтів; формування цільказівки, очікування команди на запуск НО, який перебуває в нерухомому стані; запуск привода НО та відпрацювання ним цільказівки на переслідування перерізу різання на профілі й синхронізацію руху НО з перерізом різання (режим розгону—синхронізації); продовження руху НО в напрямку переміщення оброблюваного виробу, виконання його порізу; встановлення НО у вихідне положення, перехід ЛП у вихідний стан.

Алгоритм роботи БСА (рис. 3) передбачає формування сигналів $x_1—x_5$ спостереження етапів робочого циклу ЛП та командних сигналів $x_6—x_{10}$ переходів від поточного етапу до наступного. Перехід до чергового робочого циклу ЛП здійснюється при наявності сигналу $x_{12} = 0$ (блок 30). Значення змінної $x_{12} = 1$ свідчить про закінчення порізу полоси профілю. В алгоритмі рис. 3 використовуються також логічні змінні $x_{13}—x_{19}$, що формуються в блоках БКМПНО, БКМЗ, БКМП і БКМО керування приводами виконавчих механізмів. Змінна x_{13} має значення 1, коли двигун привода НО на першому етапі робочого циклу розвиває момент $M_2 = M_8$, достатній для вибору люфтів у передавальному механізмі, але не достатній для приведення НО в рух. Значення сигналу

$x_{14} = 1$ формується тільки за швидкості НО $V_2 = 0$. Сигнал x_{15} формується сигналізатором спрацьовування МЗ. Значення $x_{15} = 1$ означає перехід до етапу 4 робочого циклу, а зміна значення x_{15} з 1 на 0 означає перехід до етапу 5 (режиму зворотного ходу). Значення $x_{16} = 1$ є ознакою обертання різального інструменту. Значення $x_{16} = 0$ свідчить про непрацездатність ЛП, отже й всієї ТЛ. Змінна x_{17} формується на етапі 2 за спеціальним алгоритмом й зміна її значення з 0 на 1 є сигналом закінчення послідовних процедур визначення закону руху електропривода НО в режимі розгону—синхронізації та завершення «вистою» НО перед запуском привода НО «на поріз». Змінна x_{18} має значення 1, коли опорна площина НО (різальний диск) перебуває в початковій частині зони обробки, вона використовується в алгоритмі керування приводом МЗ. Для розпізнання моменту завершення п'ятого етапу робочого циклу сигналів $x_5 = 1$ і $x_{14} = 1$ недостатньо, треба ще використати сигнал x_{19} , який має значення 1, коли $M_2 \geq 0$.

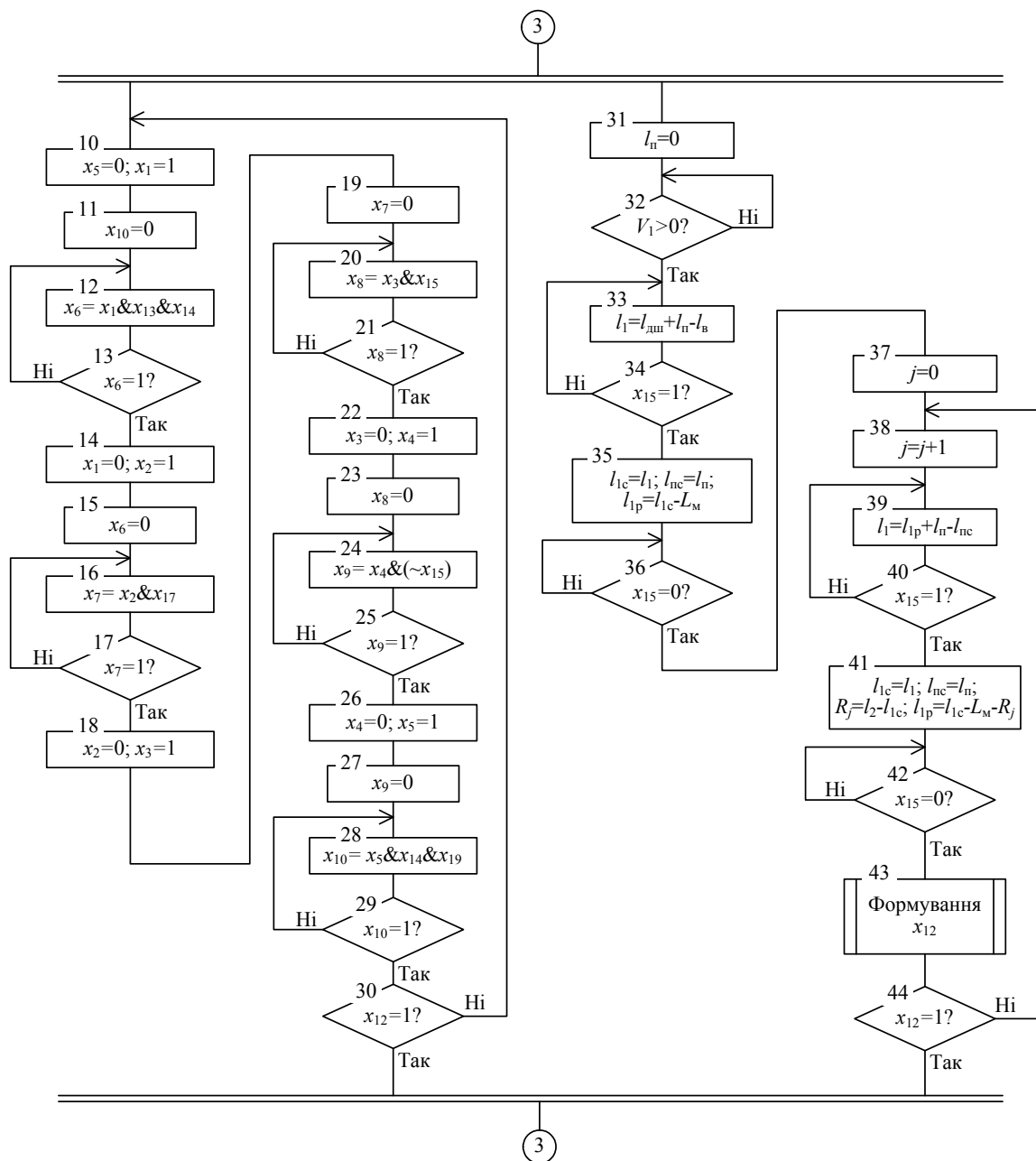


Рис. 3. Алгоритм ситуаційного аналізу

Частина алгоритму рис. 3, що подана гілкою у складі блоків 31—44, виконує функції спостереження за поточним значенням координати $l_1(t)$ положення перерізу порізу, обчислення відхилення

(похибки) R фактичної довжини відрізаної «штуки» від заданої мірної довжини L_M . Значення l_{π} являє собою накопичене значення переміщення полоси відносно давача швидкості (інкрементального), розміщеного за координатою $l_{\text{дш}}$ відносно вибраного початку відліку. У разі відрізання переднього кінця полоси з технологічних міркувань задається його довжина l_b . При зчепленні МЗ з ОВ змінним l_{1c} та l_{1c} (значенням координат l_1 та l_{π} в момент зчеплення) присвоюються поточні значення l_1 та l_{π} , відповідно, а також обчислюється значення похибки R та величина l_{1p} , що формує значення координати $l_1(t)$ у наступному циклі ЛП (блок 41). Змінна j є лічильником робочих циклів. Обчислення похибки R надає можливість аналізувати якість роботи СКЛП та застосовувати інтелектуальні алгоритми підвищення точності порізу. У найпростішому випадку поточне значення R може бути враховане під час розрахунку величини l_{1p} для наступного циклу (блок 41). Змінна x_{12} формується за алгоритмом (блок 43), залежним від конструктивно-технологічних особливостей ТЛ: геометричних параметрів, діапазонів швидкостей руху ОВ та мірної довжини, присутності додаткових давачів переміщення та наявності виробу та ін. У простому випадку може використовуватись давач наявності профілю, сигналу якого відповідає змінна x_{11} . Він знаходиться в останньому обробному модулі ТЛ перед давачем швидкості. Запропоновані алгоритми реалізуються у об'єктно-орієнтованій функціональній схемі системи автоматизації ЛП, описаній в [5].

Наглядне уявлення про взаємопов'язані рухи НО та інших ВМ і ситуаційну зміну значень інформаційних та командних впливів протягом робочого циклу ЛП надає рис. 4, яким підтверджується працездатність запропонованого загального алгоритму роботи СКЛП. Змінні x_{11} , x_{12} , x_{16} та x_{20} мають значення «1» протягом всього робочого циклу ЛП, тому на рис. 4 вони не показані.

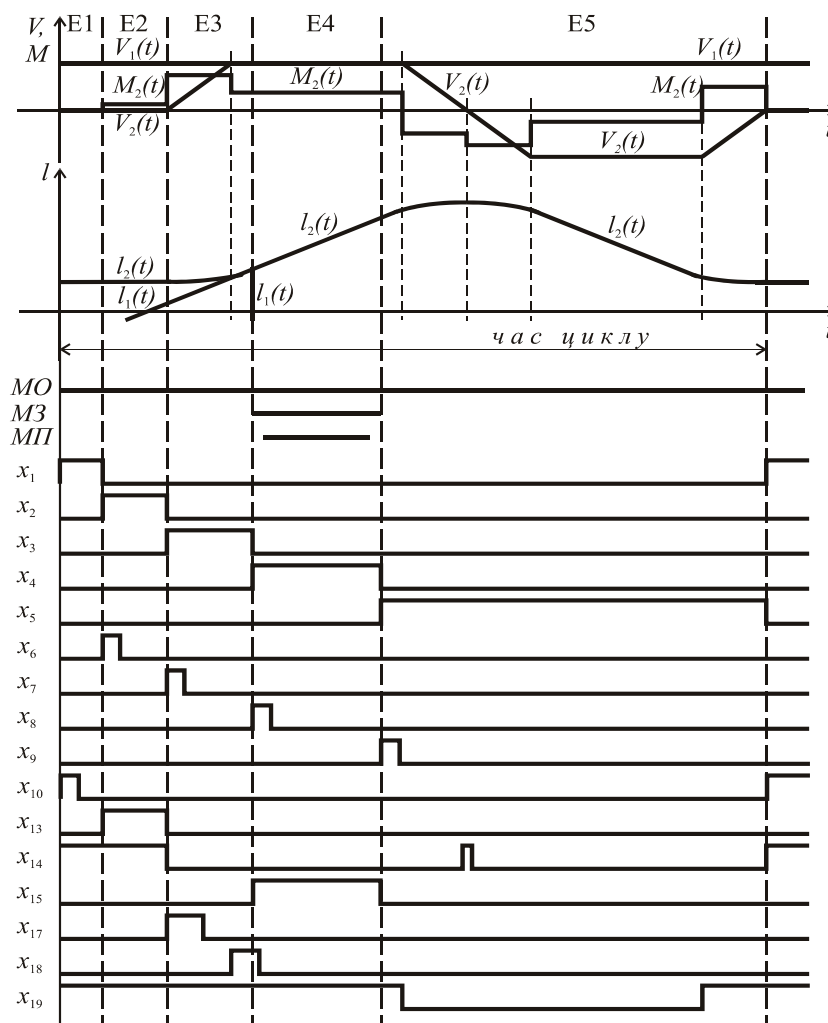


Рис. 4. Циклограма роботи ЛП і формування сигналів ситуаційного аналізу

Висновки

Використання об'єктно-орієнтованої методології дає можливість побудови об'єктної моделі системи автоматизації ЛП, тобто виконання першого етапу її концептуальної розробки. Ця модель є первинним елементом структурно-алгоритмічного базису системи автоматизації, який показує організацію інформаційного обміну між СК різних рівнів при реалізації мірного порізу довгомірного матеріалу. Запропонована система автоматизації ЛП у цілому і СКЛП у її складі мають модульну структуру. Організаційно-функціональна структура СКЛП відзначається двома істотними ознаками об'єктно-орієнтованих систем: універсальністю (у розумінні застосовності до будь-яких ЛП зі зворотно-поступальним рухом несучого органа) і мінімальним набором структурних блоків. Ідеологічними принципами розробленого алгоритму роботи СКЛП є ситуаційний аналіз технологічного процесу мірного порізу й прогнозування переходів до чергових етапів робочого циклу ЛП, розрахунки технологічних, силомоментних і просторових параметрів, формування сигналів керування приводами виконавчих механізмів. Така структура може застосовуватись у інших технологічних об'єктах класу «Летуча технологічна машина».

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Червяков В. Д. Летучие механизмы как класс рабочих машин в аспекте задач управления / В. Д. Червяков, А. А. Паньч // Электротехнические системы и комплексы : Межвузовский сборник научных трудов. — Магнитогорск : МГТУ. — 1998. — Вып. 3. — С. 176—182.
2. Червяков В. Д. Синтез объектно-ориентированных систем управления технологическими машинами на этапе концептуального проектирования / В. Д. Червяков, А. А. Паньч // Компрессорное и энергетическое машиностроение. — 2005. — № 2(2). — С. 69—73.
3. Паньч А. А. Структурно-алгоритмический базис объектно-ориентированной системы управления летучими пилами / А. А. Паньч, В. Д. Червяков // 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. — Вінниця: «УНІ-ВЕРСУМ-Вінниця». — 1999. — С. 66—72.
4. Червяков В. Д. Сигнальный анализ в объектно-ориентированной системе управления летучей пилой / В. Д. Червяков, А. А. Паньч // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. — Херсон : ХГТУ. — 1999. — № 1(4). — С. 119—124.
5. Червяков В. Д. Функциональная схема объектно-ориентированной системы управления летучими пилами / В. Д. Червяков, А. А. Паньч // Проблемы создания новых машин и технологий. Научные труды КГПИ. Вып. 1. — Кременчуг : КГПИ. — 1999. — С. 60—64.

Рекомендована кафедрою комп'ютерних систем управління

Стаття надійшла до редакції 12.11.12
Рекомендована до друку 16.11.12

Панич Андрій Олександрович — старший викладач, **Черв'яков Володимир Дмитрович** — доцент.

Кафедра комп'ютерних наук, Сумський державний університет, Суми