

факторів на виникнення надзвичайної ситуації в отличие от відомих:

– отримані консеквенти, які використовуються при формуванні вектора параметрів, характеризуючого стан об'єкта;

– отримані ймовірності переходу надзвичайної ситуації в катастрофу.

Достовірність отриманих результатів обґрунтована співпадінням результатів комп'ютерного моделювання з результатами, отриманими при апробації розробленого методу на реальних даних дистанційного зондування і контактних вимірювань. Отримані результати можуть бути використані для визначення граничних параметрів переходу аномальних явищ в катастрофу.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Замірець, О. О. Оцінка процесу розвитку надзвичайних ситуацій за непараметричними критеріями [Текст] / О. О. Замірець // Актуальні проблеми життєдіяльності суспільства : матер. XXI Міжнар. наук.-

практ. конф. студ., аспір. та мол. вчен. – Кременчук, 2014. – С. 153

2. Леоненков, А. В. Нечетке моделювання в середовищі MATLAB і fuzzyTECH [Текст] / А. В. Леоненков – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.

3. Zamirets, O. O., Butenko O. S. The determination of degrees of combinatorial influence of the natural phenomena occurrence's factors [Text] / O. O. Zamirets, O. S. Butenko // Nauka i Studia. – Przemysl, Poland, 2015. – 5 (136) – P. 81-87

4. Бутенко, О. С., Замірець, О. О. Метод визначення ймовірностей виникнення надзвичайних ситуацій з використанням нечеткого моделювання [Текст] / О. О. Замірець, О. С. Бутенко // Технологія приладобудування. – 2014. – Вип. 3. – С. 38–43

5. Замірець, О. О. Методика формування бази дешифровочних ознак в системі прийняття рішень по даним космічного моніторингу [Текст] / О. О. Замірець // Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природо-користування, заходами в надзвичайних ситуаціях : матеріали XIII Міжнар. наук.-практ. конф. – Київ, 2014. – С. 86–92

УДК 681.3.07

## ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ВИРОБНИЧІ СИСТЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ РЕАЛІЗАЦІЇ

Д.т.н. О.М. Цимбал, А.І. Бронніков, Т.М.Л. Нгуєн, А.О. Бекметова, Харківський національний університет радіоелектроніки

*Розглянуто особливості реалізації концепції інтелектуальних виробничих агентів, принципи організації сенсорних систем в умовах статичного і динамічного характеру робочих просторів.*

*Рассмотрены особенности реализации концепции интеллектуальных производственных агентов, принципы организации сенсорных систем в условиях статического и динамического характера рабочих пространств.*

*The specifications of modern intellectual manufacturing agents concept and the principles of sensor systems organizations in static and dynamic robot workspace are considered.*

**Ключові слова:** виробничий агент, система керування, система прийняття рішень, візуальне керування

#### Вступ

Автоматизація сучасного виробництва будується на широкому впровадженні гнучких інтегрованих систем (ГІС) різного типу. Їх ознаками є можливість швидкої адаптації до змін технології виготовлення виробів на рівнях технічного переобладнання окремих вузлів, оснащення та інструментів, можливість перепрограмування відповідно до нових технологічних завдань. Також ключовою ознакою ГІС є їх тісна взаємодія та структурне впровадження в існуючі виробничі системи, що надає можливість поступової модернізації останніх модульним шляхом, полегшує експлуатацію технологічних систем та їх технічне обслуговування. Такий шлях проектування, розробки та

реалізації технічних систем є характерним для сучасних авто-, авіа- та суднобудування, машинобудування, виробництва електронних та інших приладів.

Гнучкі інтегровані виробничі системи (ГІВС) розглядаються як спосіб організації виробництва, що забезпечує повне керування виробничим процесом і передбачає об'єднання верстатів, іншого технологічного обладнання в єдину систему за допомогою локальної комп'ютерної мережі з метою поєднання потоків обробки або збирання деталей, використання ріжучих інструментів та іншого оснащення і відповідних потоків інформації [1].

ГІВС є розвитком відомої концепції гнучких виробничих систем (ГВС), що з'явилася в 60-х роках і реалізує виробничі системи, які задовольняють вимогам багатонаменклатурного виробництва у відношенні ступеня автоматизації і гнучкості, економії трудових ресурсів, продуктивності та ефективності.

Перші ГВС називалися системами, які об'єднували верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК) та транспортні системи, потім верстати з ЧПК та керуючі ЕОМ і транспортні системи. Відповідно до ГОСТ 26228-90 гнучкою виробничою системою (ГВС) є керована засобами обчислювальної техніки сукупність технологічного обладнання, що складається з різних сполучень гнучких виробничих модулів та (або) гнучких виробничих комірок, автоматизованої системи технологічної підготовки виробництва і системи забезпечення функціонування, що має властивість автоматизованого перенастроювання в умовах зміни програми виробництва виробів, різновиди яких є обмеженими технологічними можливостями обладнання.

З точки зору розвитку сучасних виробничих систем, існуючі ГІС виробництва РЕА мають низку істотних недоліків: системи керування ГІС є надмірно централізованими; засоби моделювання роботи технологічного обладнання є застарілими або відсутніми; відсутні автономні засоби керування та моніторингу на робочому місці; відсутні модулі аналізу технологічних завдань, прийняття рішень на окремому робочому місці за результатами моніторингу робочого простору; відсутні модулі адаптації систем прийняття рішень до локальних або глобальних змін у робочому просторі, станах ГПС; відсутні засоби навчання та самонавчання; відсутні розвинені модулі комунікації з іншими ГІС та ГПС. Таким чином, рівень технічного і технологічного розвитку сучасних ГІС є невідповідним викликам виробництва, вимагає підвищеної уваги з боку дослідників і робить дослідження в даній галузі одними з найбільш перспективних [1].

### Інтелектуальні виробничі системи та їх особливості

Сфери використання систем штучного інтелекту постійно розширюються і сьогодні говорять не лише про використання на виробництві ІТ класичних автоматизованих технологій, але і про гнучкі інтелектуальні виробничі системи (ІВС). Усі ІВС включають частини так званого машинного інтелекту. Використання ІВС має витіснити людську ручну працю з виробництва. Концепція ІВС об'єднує системи, які мають здатність підтримки прийняття рішень, отримання знань, навчання та адаптації до змін робочого середовища і взаємодія з реальним обладнанням.

Комп'ютеризовані системи (Computer-Aided, СА-системи) є комп'ютерними системами, що спрямовані на підтримку діяльності на усіх етапах виробництва – від розробки конструкції деталей, проектування технологічних процесів, до виробництва продукції, складання, пакування і складування та її відправки споживачам.

Моделювання, розрахунки, аналіз виробничої діяльності, розробка конструкторської та технологічної документації забезпечують конструкторський та проєктний етапи підготовки виробництва, що забезпечується CAD і CAPP, які інтегруються в CAEW – САПР інженерних робіт.

Наступний (другий) етап характеризується використанням різних автоматизованих комп'ютерних систем, які забезпечують процеси обробки, складання та транспортування виробів. До таких систем належать Computer-Aided Product Engineering (CAPP), CAD, CAM – системи, що інтегрують засоби комп'ютерних систем (e-mail, мультимедіа, засоби 3D-моделювання) в розподіленому в Internet мультимедійному просторі розробника. Якщо в CAD-системах комп'ютери використовуються для розробки та аналізу виробів і процесів, в CAM-системах їх призначення полягає в безпосередньому керуванні і спостереженні (моніторингу) обладнанням та процесами в реальному часі (або поза ним) з метою забезпечення планування та виконання виробничих операцій

Системи CIM (Computer-integrated manufacturing) використовуються для інтеграції різних складових автоматизованого виробництва. CIM застосовують

графічні інтерфейси з мультимедійними засобами для спостереження та керування виробничими процесами [1].

Наступним етапом розробки сучасних виробничих систем стає використання інтелектуальних систем керування виробництвом. Для кращого розуміння терміну «інтелектуальні виробничі системи» необхідно порівнювати їх з ГВС. Сьогодні автоматизованою виробничою системою є виробнича система з різними рівнями автоматизації процесів виробничого і невиробничого призначення, різними рівнями інтеграції підсистем:

- технологічні (набір технологічного обладнання);
- транспортні та маніпуляційні (реалізовані за допомогою промислових та маніпуляційних роботів, транспортерів);
- контрольно-наглядова (супервізорна) (включається до пристроїв, що не мають засобів спостереження за процесами).
- керуюча (забезпечення керування усіма пристроями та системами).

Використання інтелектуальних виробничих систем обумовлюється ефективністю усіх підсистем, що містять дані системи. Визначення ГВМ, ГАЛ та ГВС в іноземних авторів є аналогічним до вітчизняних.

Інтелектуальна виробнича система (intelligent manufacturing system) є системою з вбудованою властивістю адаптації до непередбачуваних змін, зокрема змінам необхідного асортименту товарів, вимог ринку, технологічних змін, соціальних вимог. Однак, інтелектуальність таких систем часто розуміється як керування програмним забезпеченням і не як реалізація сучасних технологій машинного штучного інтелекту. Інтелектуальні виробничі системи містять підсистеми, подібні ГВС: технологічні, транспортні, маніпуляційні. Підсистеми мають оснащатися засобами, що надають підсистемам певний рівень інтелекту. Їх слід розглядати як вищу фазу ГВС.

До функціональних можливостей ІВС мають належати [2]:

- інтелектуальне проєктування;
- інтелектуальне забезпечення технологічних операцій;
- інтелектуальне керування;
- інтелектуальне планування;
- інтелектуальна підтримка процесів.

Цілями впровадження ІВС є:

- зниження виробничих витрат;
- зниження витрат часу на виробництво;
- легка інтеграція нових процесів, підсистем та технологій, їх оновлення, забезпечення операційної взаємодії;
- зменшення виробничого браку, впливу на навколишнє середовище;
- швидка реконфігурація, адаптація до очікуваних та неочікуваних подій.

В плані автоматизації найбільшу складність мають операції складання. Визначення послідовностей захоплення, орієнтації та позиціонування деталей, що входять до збиральної системи у контейнері, є доволі простою для людини, але є досить складним для виробничих систем. Відсутність загальних засобів роботи у непорядкованому просторі в ГВС намагаються

компенсувати використанням систем подачі, палет або спеціалізованих конвеєрів [1, 2].

Вимоги до функціонування ІВС потребують створення її у вигляді відкритої архітектури з модульною структурою, що дозволяє використати різні методи подання знань та їх інтеграцію у виробничі системи, у процеси прийняття рішень і набуття знань.

ІВС має інтегрувати наступні методи і технології обробки знань і процесів прийняття рішень:

- штучні нейронні мережі, що є засобом ІШ, здатним моделювати складні функції, імітувати процеси навчання головного мозку людини;

- нечітка логіка — набір технологій і методів формалізації природної мови, лінгвістичної та кількісної обробки даних;

- генетичні алгоритми та методи еволюційного моделювання, що включають алгоритми навчання, які ґрунтуються на теоретичних досягненнях еволюційної теорії, збагаченої технологіями штучного інтелекту.

Комбінація вказаних засобів, в яких знання представлені символічно, з експертною системою надають можливість створення складних комплексних програмних засобів для розв'язання завдань прийняття рішень на кожній стадії функціонування виробництва.

Структурна організація ІВС ґрунтується на основному правилі об'єктно-орієнтованих методів, в яких процеси моделювання інформації та процесів співпадають. Також передбачається, що процес розробки ґрунтується на концептуальному описі об'єкта. Підхід має враховувати методологію розробки і впровадження комп'ютерно-інтегрованих підприємств CISMOSA (Open System Architecture for CIM), розробленою в рамках проєктів Європейського Союзу.

Інтелектуальна система керування може розглядатися як розподілена система у наступний спосіб:

$$IMS = \langle M, R(M), F(M), F(IMS) \rangle,$$

де  $M = \langle Mi \rangle$  - набір формальних або логіко-лінгвістичних моделей, що представляють певні інтелектуальні функції;

$R(M)$  — функція вибору необхідних моделей (набору моделей) для певної ситуації;

$F(M) = \{F(M)i\}$  — набір функцій модифікації моделей;

$F(IMS)$  — функція модифікації ІСК та її базових елементів  $M, R(M), F(M)$ . Концептуальна структура ІСК представлена на рисунку 1.

Таким чином, сучасні тенденції розвитку виробничих систем полягають у застосуванні технічних засобів із біоподібними та людиноподібними властивостями (інтелект, досвід, пізнання) і можуть полягати у застосуванні ІСК. ІСК мають будуватися як відкриті структури, що об'єднують існуючі інформаційні системи з підсистемами, що використовують методи штучного інтелекту для створення інтегрованого середовища розв'язання завдань інтелектуальних виробничих систем (ІВС). Одночасно, слід зважувати на підвищення адаптивних та інтелектуальних засобів технологічного та обслуговуючого обладнання, зокрема промислових та транспортних роботів, що викликає необхідність удосконалення математичного, організаційного, алгоритмічного та програмного

забезпечення систем прийняття рішень роботизованих систем.

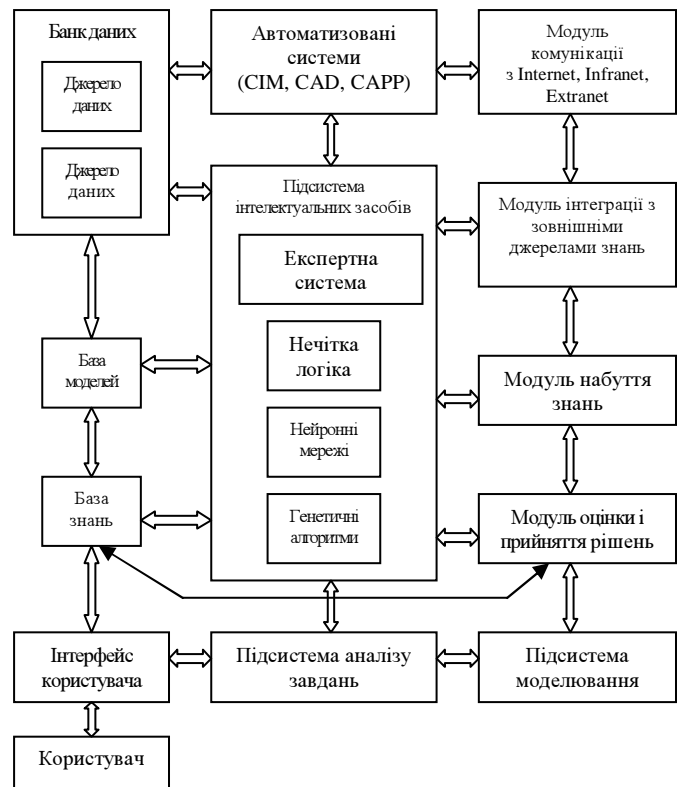


Рис. 1. Концептуальна структура інтелектуальної виробничої системи [2]

Таким чином, сучасні тенденції розвитку виробничих систем полягають у застосуванні технічних засобів із біоподібними та людиноподібними властивостями (інтелект, досвід, пізнання) і можуть полягати у застосуванні ІСК. ІСК мають будуватися як відкриті структури, що об'єднують існуючі інформаційні системи з підсистемами, що використовують методи штучного інтелекту для створення інтегрованого середовища розв'язання завдань інтелектуальних виробничих систем (ІВС). Одночасно, слід зважувати на підвищення адаптивних та інтелектуальних засобів технологічного та обслуговуючого обладнання, зокрема промислових та транспортних роботів, що викликає необхідність удосконалення математичного, організаційного, алгоритмічного та програмного забезпечення систем прийняття рішень роботизованих систем.

### Особливості реалізації гнучких інтегрованих виробничих систем з елементами ІВС

В умовах ГІВС адаптивність означає наявність можливості зберігати працездатність виробничої системи в умовах змін умов її функціонування, зумовлених чинниками зовнішнього (інші ГІВС, робота ТС, енергосистем, систем вентиляції тощо) та внутрішнього (робота окремих ОЦ та верстатів з ЧПК, дії персоналу, ТС та ін.) походження.

В таких умовах ГІВС має адаптуватися до наявних умов і змінювати розклад (план) роботи всієї системи або її окремих вузлів, забезпечуючи адаптацію стратегій свого функціонування.

Постановка завдання адаптації стратегій функціонування виходить з певних умов реального механоскладального виробництва, зокрема корпусних деталей паливної апаратури авіаційної техніки ВО «ФЕД», радіоелектронного обладнання на НДВО «Комунар».

Технологічний процес механічної обробки та збирання має здійснюватися у одному або декількох цехах, що містять оброблювані центри, верстати з ЧПК, промислові та транспортні роботи, накопичувачі та транспортну систему, що пов'язує технологічне обладнання з автоматизованим складом.

Недоліками організації виробничого процесу у зазначених механозбиральних цехах, зокрема є:

- фіксований характер роботи транспортної системи та малий рівень її автоматизації із обмеженим використанням транспортних роботів;
- наявність ручних способів завантаження для верстатів з ЧПК;
- відсутність автоматизованих засобів усунення нештатних або нестандартних виробничих ситуацій.

З метою подолання вказаних недоліків пропонується:

- ввести до складу обладнання гнучкої інтегрованої системи цехів мобільний транспортно-складальний робот (рис. 2);
- розробити математичне, алгоритмічне та програмне забезпечення вказаного робота.

Мобільний транспортно-складальний робот має відповідати наступним вимогам:

- забезпечується вільне пересування в межах цехів поза робочих просторів окремих одиниць технологічного обладнання;
- робот забезпечує доставку заготовок та інших матеріалів до робочої зони оброблювальних центрів та верстатів з ЧПК;
- робот забезпечує доставку необхідного інструменту або оснащення за регулярними або терміновими викликами;
- робот забезпечує виконання окремих збиральних операцій;
- робот забезпечує спостереження за технологічним обладнанням та іншим устаткуванням цехів;
- робот здійснює контроль роботи технологічного обладнання.

Для забезпечення своєї функціональності транспортно-збиральний робот має відповідати наступним конструктивним вимогам:

- наявність шасі мобільної платформи;
- наявність маніпулятора (або декількох маніпуляторів);
- наявність вантажного відсіку для перевезення заготовок, деталей, інструмента та оснащення;
- наявність телекомунікаційної системи;
- наявність системи керування на основі бортової ЕОМ;
- наявність сенсорної системи шасі і маніпулятора.

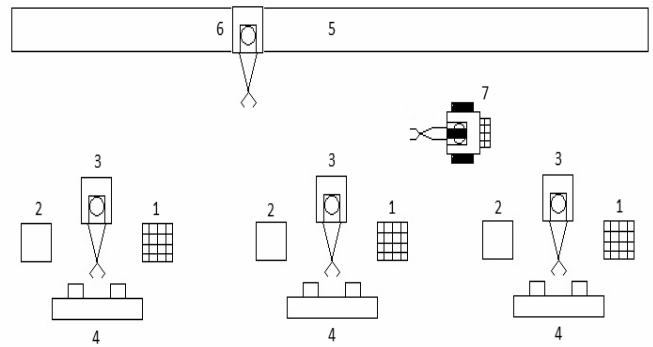


Рис. 2. Структура гнучкої автоматизованої ділянки (1, 2 – вхідні та вихідні накопичувачі, 3 – промисловий робот, 4 – верстат з ЧПК, 5 – транспортна система, 6 – транспортний робот, 7 – інтелектуальний транспортно-збиральний робот)

Транспортно-збиральний робот має обиратися на основі існуючих моделей транспортних роботів та маніпуляторів.

Окремим елементом системи керування мобільного транспортно-складального робота є система підтримки прийняття рішень (СППР). У відповідності до динамічного характеру робочого простору робота СППР має забезпечити розв'язання завдань переміщення транспортно-складального робота до окремих робочих місць, планувати необхідні операції завантаження та розвантаження технологічного обладнання, інструмента та оснащення, планувати проведення окремих складальних операцій. Динамічний характер робочого простору транспортно-складального робота, що визначається виробництвом, висуває вимоги адаптації стратегій функціонування, які мають забезпечити підвищення стабільності роботи гнучких інтегрованих виробничих систем.

### Реалізація експериментальних гнучких інтегрованих систем складання радіоелектронних виробів

В якості виконавчого суб'єкта ГІС складання радіоелектронних виробів було використано промисловий робот РФ-202М (рисунком 3), який призначається для обслуговування та виконання операцій складання радіоелектронної апаратури. Він має пневматичний привід, оснащений двома маніпуляторами, кожен з яких керується окремо і характеризується 4-ма ступенями рухливості.

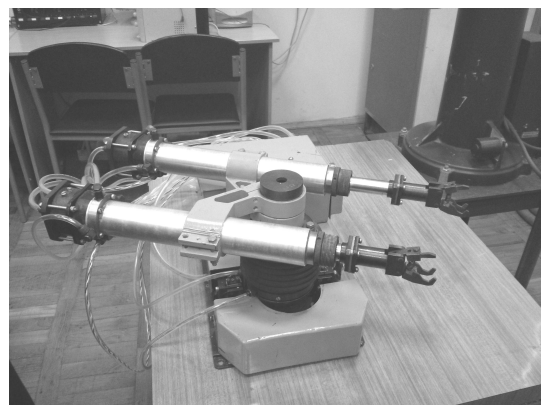


Рис. 3. Промисловий робот РФ-202М

У стандартному виконанні робот комплектується пристроєм програмного керування, який є морально застарілим і не забезпечує поєднання РФ-202М з іншим технологічним обладнанням.

Для забезпечення включення робота до складу ГІС було розроблено пристрій керування, здатний забезпечувати ефективне керування роботом, в тому числі на рівні його підключення до ПЕОМ та включення до складу гнучких інтегрованих систем різного типу. Крім того, розроблено програмне забезпечення, яке дозволяє здійснювати керування роботом у ручному режимі, його навчання та розробку прикладного програмного забезпечення із виконання технологічних операцій складання. Програмне керування здійснюється передаванням керуючих сигналів через послідовний порт ПЕОМ. Розробка прикладного програмного забезпечення ведеться у режимі навчання.

Розроблений пристрій керування може використатися і для інших промислових роботів. Його модернізована версія забезпечує керування промисловим роботом МРЛУ-200.

Система керування роботом РФ-202М може використатися у режимі автономного керування та застосовуватися для роботи у складі ГІС. Для відправлення режимів роботи у складі ГІС робот РФ-202М було функціонально поєднано з автоматом складання деталей мобільних телефонів Tradex 5133 (див. рис. 3). При цьому функція робота полягає у подачі корпусу мобільного телефону до приймального лотка автомата, який у автоматичному режимі забезпечує виконання операцій складання (гучномовців та інших компонентів) у корпус мобільного телефону, із наступним вивантаженням зібраного виробу. Крім того, досліджувалася можливість сумісного використання пристрою керування роботом РФ-202М також із іншими складальними автоматами.

Наступним об'єктом експериментальних досліджень є ГІС складання електронних елементів на базі установки автоматизованого паяння УАП-1 (рис. 4).

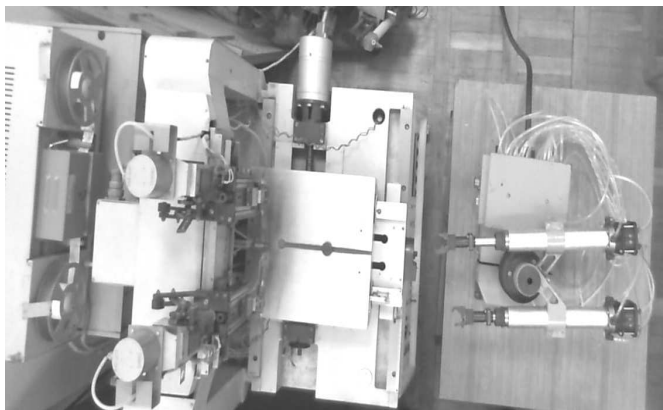


Рис. 4. Експериментальна ГІС у складі установки автоматизованої пайки УАП-1, промислового робота РФ-202М, пристрою керування та ПЕОМ

Для обслуговування установки також використовується однотипний з попереднім прикладом промисловий робот РФ-202М. Це дозволило уніфікувати

пристрій керування двох експериментальних ГІС. Відмінністю даної системи є використання системи комп'ютерного зору, що забезпечує спостереження за робочим простором, процесом установки деталей на друковану плату, процесом паяння на автоматі УАП-1. У залежності від поставленого завдання та конфігурації електронних компонентів на друкованій платі має змінюватися послідовність виконання технологічних переходів, що виконуються за допомогою промислового робота РФ-202М. Таким чином досягається більший рівень гнучкості ГІС та на основі рішення про зміну порядку виконання технологічних переходів – адаптація технологічного процесу складання електронних компонентів.

Таким чином, проведені експериментальні дослідження систем керування промисловим роботом РФ-202М показали її простоту і надійність, можливість адаптації до умов функціонування у ГІС різного типу. Експериментальна перевірка працездатності експериментальної ГІС показує, що її використання забезпечує зменшення періоду навчання обслуговуючого персоналу на 20%, часу навчання обладнання ГІРС – на 15%, сумарне поліпшення характеристик ГІРС – на 10 %.

#### Моделювання функціонування ГІС ліній поверхневого монтажу

Як вже вказувалося, властивості сучасного виробництва радіоелектронних засобів визначаються частими змінами номенклатури продукції, що випускається, відповідно вимог ринкової економіки. В умовах швидкої зміни номенклатури випуск серій радіоелектронних засобів займає нетривалий час (декілька днів: 48-64 годин), після чого виробництво має припинитися та переналаштуватися до випуску інших типів виробів. Такий режим роботи є прикладом контрактного (на замовлення) радіоелектронного виробництва. За подібним принципом організовано роботу підприємств компанії Jabil, розташовані у 23 країнах, в тому числі в Україні (м. Ужгород).

Нетривалість серій та відносно малий об'єм випуску визначають необхідність реалізації виробництва радіоелектронних засобів за допомогою гнучких інтегрованих систем у складі спеціалізованого технологічного обладнання різного типу.

До прикладів практичного впровадження концепції гнучких інтегрованих систем належить організація ліній технології поверхневого монтажу (surface-mount technology lines). Приклад реалізації таких виробничих систем показано на рисунку 5.

Як видно, виробничі лінії поверхневого монтажу складаються з технологічного обладнання різного типу, зокрема до переліку обладнання входять:

- автомати завантаження та розвантаження друкованих плат (PCB-loader / PCB-unloader, PCB – printed circuit board);
- оплавлювачі (reflowers);
- дозатори (dispensers);
- автомати нанесення пасти на друковані плати (DEK-машини);

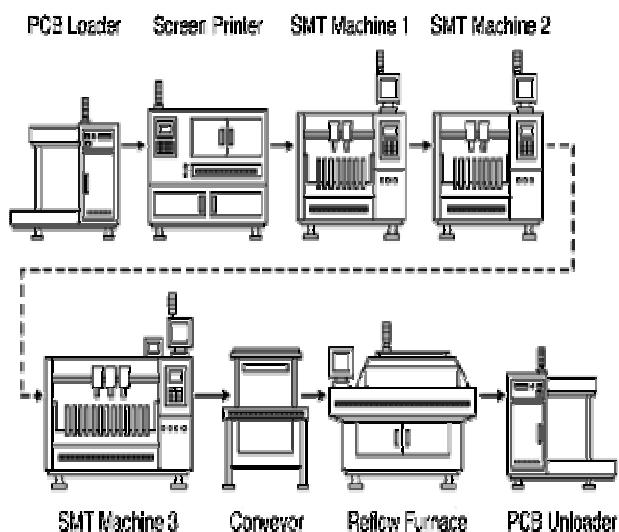


Рис. 5. Реалізація виробничої лінії поверхневого монтажу фірми iBright

- пристрої трафаретного друку (screen printers);
- пристрої встановлення елементів (chip mounters);
- автомати поверхневого монтажу (SMT-машини);
- машини вимірювання температурного профілю;
- автомати селективної пайки (selective soldering machine);
- автоматичні лінії лиття пластмас.

У залежності від типу виробу, що збирається на лінії поверхневого монтажу, зазначене технологічне обладнання встановлюється у певному порядку. Частина з нього встановлюється в порядку, що визначається загальними принципами організації технологічних процесів складання РЕА, частина – особливостями конкретної технології складання кожного зі зразків РЕА.

Враховуючи специфіку розробки технологічних процесів складання виробів РЕА, слід вказати, що найбільш суттєві зміни у порядку встановлення технологічного обладнання стосується автоматів поверхневого монтажу (SMT-машин). Структура технологічних операцій є такою, що електронні компоненти виробів мають встановлюватися у певному порядку, і цей порядок визначає послідовність встановлення в технологічну лінію окремих SMT-машин, що забезпечують установку електронних елементів окремих типів. Таким чином, визначення порядку встановлення технологічної лінії в залежності від вимог виробництва стає актуальним науково-практичним завданням.

Завданням системи керування гнучкого інтегрованого роботизованого виробництва є підтримка працездатності в різних виробничих умовах. Тому зміна виробничого завдання має означати такі дії системи керування, що спрямовуватимуться на адаптацію існуючого порядку здійснення технологічного процесу до випуску нової продукції. Навіть на сучасних підприємствах радіоелектронних виробів (фірм Jabil та

iBright), адаптація виробництва здійснюється вручну і є складним процесом. Автоматизація процесу планування виробництва потребує розробки адаптивної системи підтримки прийняття рішень системи керування виробництвом, яка за поставленим технологічним завданням зможе визначати порядок розміщення технологічного обладнання, здійснювати його автоматичне налаштування і переміщення до нових виробничих позицій за допомогою автономних транспортно-складальних роботів.

Окремі завдання формування ГІС поверхневого монтажу полягають у визначенні порядку встановлення електронних компонентів. У залежності від типу виробу, що складається на лінії, визначається порядок встановлення касетних автоматів поверхневого монтажу, заповнених електронними компонентами певного типу. Враховуючи, що порядок встановлення технологічного обладнання гнучкої лінії поверхневого монтажу визначається набором технологічних правил, вимогами конкретного виробу, об'ємом випуску та іншими параметрами, пропонується застосувати моделі та метод адаптації стратегій функціонування, запропоновані в [3]. Метою їх застосування є кінцева конфігурація та склад гнучкої лінії поверхневого монтажу в умовах адаптації до випуску нових типів радіоелектронних виробів.

Впровадження програмного забезпечення, що забезпечуватиме подібного типу зменшує простий технологічного обладнання, скорочує час адаптації на випуск нової продукції, забезпечує більш точний вибір конфігурації гнучких інтегрованих ліній складання і, таким чином підвищує ефективність автоматизованої систем керування виробництвом. Прогнозований економічний ефект складає ~5%.

## Висновки

Таким чином в запропонованій статті розглянуто основні особливості реалізації інтелектуальних компонентів системи керування виробничого агента, а саме, розглядається опис даних завдання прийняття рішень підсистеми планування стратегій функціонування інтелектуальної ГІС, розглядається побудова сенсорних підсистем виробництва таких як підсистема адаптивного візуального керування, підсистема детектування виробничого агента на основі класифікатора Хаара. Описується проведення експериментів з розпізнавання моделі виробничого агента (мобільної платформи) при різних рівнях освітлення та кутах поворотів.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Невлюдов, И.Ш. Интеллектуальное проектирование технологических процессов роботизированной сборки [Текст] / И.Ш. Невлюдов, А.М. Цымбал, С.С. Милютіна. – Харьков: НТМТ, 2010. – 206 с.
2. Цымбал О.М., Бронников А.И., Куценко О.И., Шейн С.С. Концепция интеллектуальных производственных агентов та особливості її реалізації / Восточно-Европейский журнал передовых технологий, Харьков, 2014, № 1/2 (67), С. 9 - 13.
3. Цымбал А.М., Бронников А.И. Моделирование адаптивного принятия решений в ИСУ роботом // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород. – 2013. – №4, С. 173-176