

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки



## **ЗБІРНИК**

**студентських наукових статей**

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

**ADED-2020**

(Випуск 1)

[електронне видання]



<http://nure.ua/department/kafedra-komp-yuterno-integrovanih-tehnologiy-avtomatizatsiyi-ta-mehatroniki-kitam>



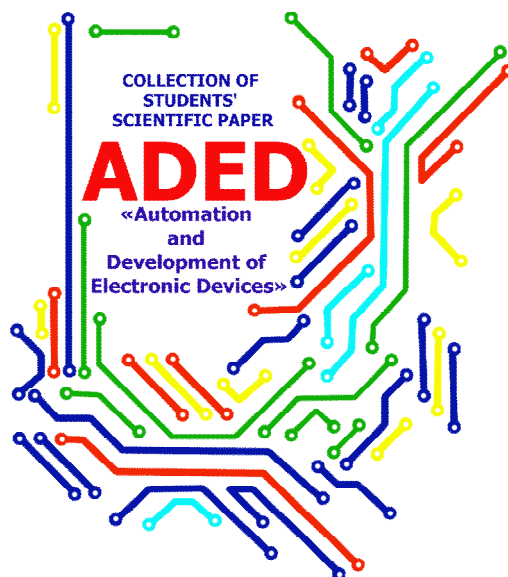
<http://itez.zntu.edu.ua/>



<http://kafea.kdu.edu.ua>

Харків 2020

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки  
кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки  
(КІТАМ)



## **ЗБІРНИК**

**студентських наукових статей**

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

**ADED-2020**

(Випуск 1)

[електронне видання]

Харків 2020

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

**Голова:** **Невлюдов Ігор Шакирович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

**Филипенко Олександр Іванович**, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики та комп'ютеризованих технологій, Харківського національного університету радіоелектроніки.

**Цимбал Олександр Михайлович**, доктор технічних наук, професор, кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

**Палагін Віктор Андрійович**, доктор технічних наук, професор кафедри автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки

**Косенко Віктор Васильович**, доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства «Харківського науково-дослідного інституту технології машинобудування».

**Замірець Микола Васильович**, доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування.

**Свищ Володимир Митрофанович**, доктор технічних наук, професор, радник директора Державне науково-виробниче підприємство «Об'єднання Комунар».

**Фомовська Олена Владиславівна**, кандидат технічних наук, доцент завідувач кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.

**Кухаренко Дмитро Володимирович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

**Шило Галина Миколаївна**, доктор технічних наук, доцент завідувач кафедри Інформаційних технологій електронних засобів, Запорізького національного технічного університету.

**Фурманова Наталія Іванівна**, кандидат технічних наук, доцент кафедри Інформаційних технологій електронних засобів, Запорізького національного технічного університету.

**Відповідальний редактор:** **Євсєєв Владислав В'ячеславович**, кандидат технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2020) [Електронний ресурс] : збірник студентських наукових статей / Харківський національний університет радіоелектроніки ; [редкол.: І.Ш. Невлюдов та ін.]. – Харків : ХНУРЕ, 2020. – Вип. 1. – 232 с.

COLLECTION OF STUDENTS' SCIENTIFIC PAPER «AUTOMATION AND DEVELOPMENT OF ELECTRONIC DEVICES» ADED-2020 Part 1 (Key infrastructure 2020) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National University of Radio Electronics [electronic edition], 2020.- 232 p with.

Рекомендовано рішенням  
Науково-технічної ради  
Харківського національного  
університету радіоелектроніки  
протокол №6 від 29.11.2018

Рекомендовано рішенням Вченої ради  
факультету Автоматики і комп'ютеризованих  
технологій  
Харківського національного  
університету радіоелектроніки  
протокол № 8 від 28.05.2020

Збірник містить наукові статті студентів кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки (КІТАМ) Харківського національного університету радіоелектроніки, кафедри Інформаційних технологій електронних засобів (ІТЕД) Запорізького національного технічного університету та кафедри Електронних апаратів (ЕА) Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського які навчаються за спеціальностями: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 172 Телекомунікації та радіотехніка, 171 Електроніка та 163 Біомедична інженерія, першого (бакалаврського), другого (магістерського) рівнів вищої освіти. Статті надані в авторській редакції.

## ЗМІСТ

<i>Нікітін Д.О.</i> Дослідження параметрів лазерної обробка на точнісні та якісні показники виробу ..	8
<i>Близнюк Д.С.</i> DUALXCARRIAGE. Точне налаштування 3D принтеру .....	14
<i>Запорожець В.А.</i> Розробка програмного забезпечення керування мобільним роботом <i>SPHERO 2.0</i> ...	17
<i>Імшенецький Я.О.</i> Автоматизована система керування природнім освітленням на приладобудівному виробництві .....	23
<i>Коваленко О.П.</i> Розробка стенда для автоматизації процесу контролю якості світло діодів .....	27
<i>Коритченко В.К.</i> Підтримка прийняття багатокритеріальних рішень у комп'ютеризованих і робототехнічних системах .....	31
<i>Кугір А.В., Павленко Т.І.</i> Сенсорна система мобільного робота .....	36
<i>Поляков В.А.</i> Виробництво керамічних елементів з використанням 3D-друку .....	41
<i>Мандзина В.И.</i> Анализ задач разработки и внедрения электронных модулей отображения текущих цен товаров на торговых предприятиях .....	46
<i>Стрілець Р.С.</i> Вибір способу управління фотополімерного 3D – принтера .....	50
<i>Усенко Р.К.</i> Автоматизована система керування природнім освітленням на приладобудівному виробництві .....	53
<i>Артеменко В.О.</i> Моніторинг стану людини з використанням мобільного кардіографу приєднаного до хмарних технологій .....	57
<i>Акуленко О.А., Воробйов А.О., Федулов І.Г.</i> Системний підхід до аналізу вимірювальних приладів та біосенсорів .....	61
<i>Шевченко А.Г.</i> Аналіз розробки штучного м'язового волокна його моделювання .....	66
<i>Синельник М.Д.</i> Аналіз функцій програмного забезпечення робота-маніпулятора для гнучких автоматизованих ліній .....	70
<i>Коцюба А.О.</i> Моделювання роботи мережі <i>logawan</i> для автоматизованої системи контролю та обліку електроенергії .....	74
<i>Корсун Д.О.</i> Розробка елементу SCADA-системи для конверного виробництва .....	80
<i>Крамарова В. О.</i> Сучасний стан застосування систем машинного зору в робототехнічних системах ..	87
<i>Михайлов А.С.</i> Системи орієнтації роботів в робочому просторі .....	91
<i>Олімпієв В.В.</i> Автоматизована система інформаційної підтримки виробничого комплексу .....	96
<i>Стеценко К.В.</i> Аналіз ітерферометрів для контролю форм поверхонь .....	100

<i>Карікова К.Р.</i>	
Проектування програмно-апаратного шлюзу для мережі розподілених пристроїв обліку даних .....	106
<i>Мамонько Д.В.</i>	
Розробка програмного для забезпечення керування траєкторією руху мобільної платформи .....	112
<i>Скрипник К.Е.</i>	
3D-печать металами .....	117
<i>Борисовський А.С.</i>	
Модернізація системи керування та програмного забезпечення робота-маніпулятора MR-999e .....	121
<i>Аспідов І.О.</i>	
Управління виробничим процесом за допомогою мобільних додатків .....	125
<i>Долгуля А.В., Поддубняк І.А.</i>	
Застосування сучасних робототехнічних систем з елементами штучного інтелекту в приладобудуванні .....	129
<i>Кравченко С.В., Заїкін В.О.</i>	
Використання експертних систем для вирішення технологічних задач виробництва деталей приладів .....	134
<i>Маслов О.А., Теміров М.С.</i>	
Сучасні тенденції розвитку інтелектуальних виробничих систем .....	138
<i>Наливкін О.Д.</i>	
Вибір середовища моделювання та проектування для забезпечення якості гнучких структур у виробі електронної техніки .....	143
<i>Бойко Д.О.</i>	
Аналіз механічних частин 3D принтера .....	147
<i>Чікель Д.М.</i>	
3D принтер. Порівняння плат керування .....	153
<i>Шило Н.Ю., Павленко Т.І.</i>	
Метод монте-карло в програмуванні .....	157
<i>Кугір А.В.</i>	
Робот-маніпулятор як частина автоматизованої лінії .....	161
<i>Тітов В.А.</i>	
Розробка віртуальної 3D моделі виробничого приміщення .....	166
<i>Шостенко С.</i>	
Проектування п'єзоелектричного мікро двигуна .....	171
<i>Білоус М. Ю., Медова К. Г.</i>	
Огляд сучасних технологій нанопристроїв та мікросистемної техніки .....	178
<i>Скрипкін А.А.</i>	
Розробка апаратної складової мобільного робота на RPi3 model B + .....	182
<i>Медова К. Г., Білоус М. Ю.</i>	
Аналіз поновлюваного альтернативного джерела отримання електричної енергії ...	189
<i>Миронов А.О.</i>	
Технологія каскадного регулювання у системі кондиціонування та вентиляції виробничого приміщення .....	193
<i>Шило Н.Ю., Павленко Т.І.</i>	
Аналіз програмних застосунків та сервісів для дистанційного навчання у вузах технічного профілю .....	198

<i>Піщур Ю.М., Скрипкин А. А.</i>	
Проектування пристрою вимірювання для дослідження основних параметрів світло діодів .....	202
<i>Шило Н.Ю.</i>	
Аналіз методів синтезу систем автоматичного управління .....	207
<i>Вакуленко В.К.</i>	
Визначення підмножини ефективних варіантів в задачі оптимізації технологічних процесів .....	212
<i>Губаренко М.С.</i>	
Реінжиніринг топологічної структури розподільчої мережі регіональної електроенергетичної системи .....	217
<i>Сідорчук Є.І.</i>	
Структурно-параметрична оптимізація технологічних процесів за методом аналога	222
<i>Пащенко А.В.</i>	
Аналіз перемикачів оптоволоконного сигналу .....	226
<i>Алфавітний список</i> .....	231

## ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ З ЕЛЕМЕНТАМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПРИЛАДОБУДУВАННІ

**А.В. Долгуля, І.А. Поддубняк**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: artem.dolhulia@nure.ua, illia.poddubniak@nure.ua

**Анотація:** Розглядаються питання застосування сучасних інтелектуальних технологій в приладобудуванні. Викладаються теоретичні передумови використання елементів штучного інтелекту для управління інтелектуальними виробничими комплексами. Досліджуються питання використання сучасних робототехнічних виробничих модулів і інтелектуальних систем управління ними. Наводяться приклади створення структур управління інтелектуальними виробничими комплексами з використанням елементів штучного інтелекту.

**Ключові слова:** штучний інтелект, робототехніка, промислова робототехніка, приладобудування.

## APPLICATION OF EXPERT SYSTEMS FOR SOLVING TECHNOLOGICAL PROBLEMS OF MANUFACTURING DETAILS OF APPLIANCES

**A.V. Dolhulia, I.A. Poddubniak**

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky ave., 14

E-mail: artem.dolhulia@nure.ua, illia.poddubniak@nure.ua

**Annotation:** The questions of the application of modern intelligent technologies in instrumentation are considered. The theoretical prerequisites for the use of elements of artificial intelligence for the management of intelligent industrial complexes are described. The issues of using modern robotic manufacturing modules and their intelligent control systems are investigated. Examples of creating structures for managing intellectual production complexes using elements of artificial intelligence are given.

**Key words:** artificial intelligence, robotics, industrial robotics, instrument making.

В сучасній промисловій робототехніці важливим є можливість контролювання робототехнічних систем людиною. Для цього при створенні систем штучного інтелекту (СШ), які управляють автоматизованими процесами, важливим є забезпечення легкості сприйняття СШ людським розумом (природним інтелектом). Саме за цієї умови результати функціонування СШ можуть бути зрозумілі людині і перебувати під її контролем.

Під штучним інтелектом розуміють створення обчислювальної системи, що імітує людські навички та переробляє інформацію на рівні людського мозку та за її законами. Штучний інтелект можна віднести до інтелектуальної системи – технічної та програмної системи, що здатна вирішувати завдання, які традиційно вважаються творчими.

На рисунку 1 зображена структурна схема управління інтелектуальним робототехнічним модулем. Створення інтелектуальних роботів пов'язано, як правило, з наданням їм людських якостей. Це здатність розпізнавати образи, брати участь в інтерактивних операціях, ставити завдання і приймати рішення.

Застосування обчислювальної техніки в системах управління і програмного забезпечення дозволяє реалізувати інтелектуальні здібності людини і замінити її у сфері оцінки ситуації та прийняття рішень. Сукупність інтелектуальних і механічних здібностей робототехнічної системи дозволяє замінити людину у сфері її виробничої діяльності.

Основними рисами промислових роботів є їх механічна досконалість та безперервно зростаючий інтелект, який розширює сферу застосування робототехніки, яка вже охоплює промисловість, сільське господарство, транспорт, медицину та наукові дослідження практично у всіх областях знань.

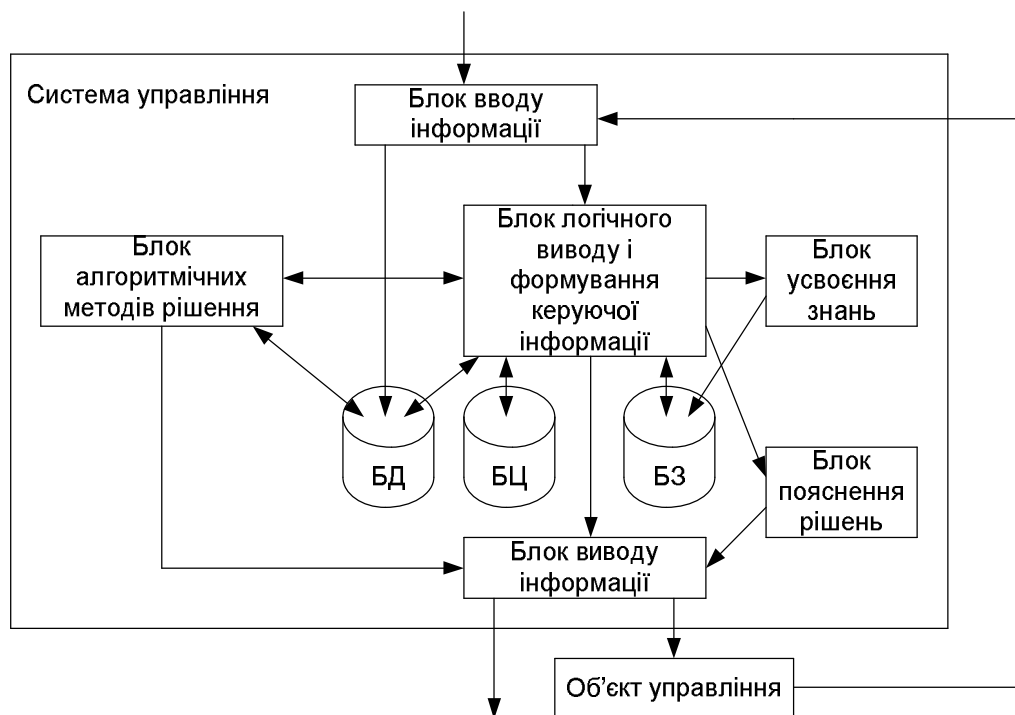


Рисунок 1 – Структурна схема управління інтелектуальним робототехнічним модулем

У загальному випадку робот складається з чотирьох систем. Виконавча система (маніпуляційна) – для цілеспрямованого впливу на навколишнє середовище;

Інформаційно-вимірювальна система (сенсорна) – для забезпечення робота інформацією про стан навколишнього середовища, про результати впливу маніпуляційної системи на навколишнє середовище (або взаємодії системи робот – об'єкт – середовище) і стану самого робота відповідно до вимог керуючої системи;

Керуюча система (інтелект) – потрібна для формулювання законів управління маніпуляційної системою на підставі даних, що надходять від інформаційної системи, а також для організації спілкування робота з людиною або іншими функціональними пристроями, з якими взаємодіє робот; інтелектуальні здібності робота визначаються головним чином алгоритмічним і програмним забезпеченням його керуючої системи;

Система зв'язку – для організації обміну інформацією між роботом і людиною або іншими функціональними пристроями (в тому числі роботами) на зрозумій їм мові.

Рівні інтелекту та інформаційного забезпечення промислового робота визначаються характеристикою навколишнього середовища, з якою взаємодіє (на яку впливає) виконавча система робота.

Штучний інтелект промислових комплексів полягає в можливості розпізнавати деталі і їх поверхні з точки зору якості та відповідності заданим геометричним розмірам за кресленням, управляти технологічним процесом і приймати рішення щодо його зміни. У свою чергу, прийняття рішення включає формування проміжних цілей для виконання поставленого завдання.

Структура інформаційної системи інтелектуального робота зображена на рисунку 2.



Рисунок 2 – Структура інформаційної системи інтелектуального робота

В робототехніці системи штучного інтелекту і сприйняття навколишнього середовища знайшли досить широке застосування. Виділяють наступні напрямки розвитку інтелектуальних роботів:

1. Промислові роботи, що працюють у виробничій сфері і які замінюють людей при виконанні технологічних операцій. Інтелект зазначених роботів полягає в їх здатності автоматично розпізнавати якість обробленої поверхні, контролювати режими обробки і коригувати їх залежно від поставленої мети, наприклад, мінімізувати похибки, зменшувати енерговитрати, вибирати технологію обробки в залежності від типу деталі та вимог до її вихідних характеристик. В даний час це основний клас роботів, до яких має бути приділена особлива увага, так як заміна людини в сфері виробництва якісно змінить її життєдіяльність;

2. Ігрові роботи;

3. Спеціальні роботи, здатні працювати у військових умовах, а також в умовах, які є особливо небезпечними для життєдіяльності людини.

Головна вигода від використання роботів в промисловості – гнучкість. Це можливість в рекордно короткі терміни впроваджувати нові вироби і модифікувати існуючі, не втрачаючи стабільності при повторних діях. Як наслідок, підприємство може оперативнo реагувати на вимоги ринку.

Наочним прикладом промислових роботів є робот-верстат. Поняття «робот-верстат» описує верстатне обладнання, побудоване на механізмах паралельної структури, яке дозволяє за допомогою одного і того ж механізму виконувати різні транспортні операції і операції обробки. Вигляд типового робота-верстата зображено на рисунку 3.

Сучасний промисловий робот-верстат в більшості випадків застосовується для заміни ручної праці. Робот може використовувати пристрій для автоматичної зміни інструментів для фіксації і користування різними інструментами та здійснення обробки деталі, або тримати саму заготовку для того, щоб подавати її в робочу зону на подальшу обробку.

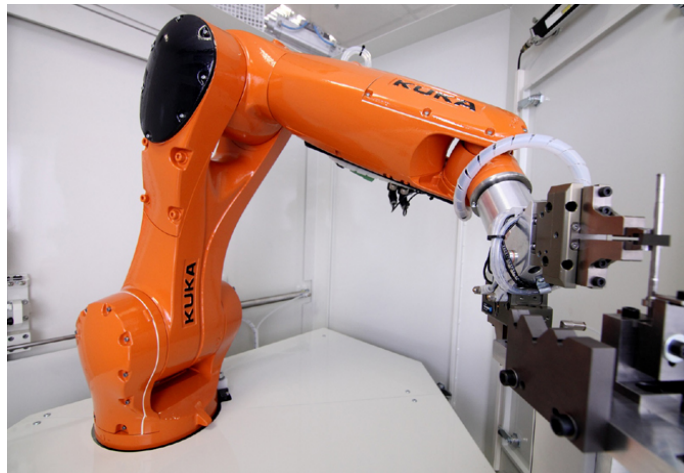


Рисунок 3 – Типовий вигляд робота-верстата

Робот має ряд обмежень, таких як: зона досяжності, вантажопідйомність, необхідність уникнути зіткнення з перешкодами, необхідність попереднього програмування кожного руху. Але, при його правильному застосуванні і попередньому аналізі роботи системи, робот здатний забезпечити виробництву низку переваг та підвищити якість і ефективність робочого процесу.

Головною відмінною рисою робота-верстата є універсальність, яка проявляється в багатьох кінематичних можливостях переміщення його механізмів. З набору роботів-верстатів можна побудувати розподілений обробний центр. Механізми паралельної структури розширили можливості виконавчих механізмів роботів-верстатів, зробили їх більш полегшеними і універсальними. Наявність паралельних кінематичних ланцюгів дозволяє управляти одною вихідною ланкою по декількох паралельних каналах, забезпечуючи одночасне управління по розташуванню, швидкості та по силі.

Для оцінки актуальності впровадження робота в процес обробки можна навести ряд переваг і недоліків застосування робототехніки на підприємстві:

1. Продуктивність. При застосуванні робота продуктивність зазвичай підвищується. Перш за все, це пов'язано з більш швидким переміщенням і позиціонуванням в процесі обробки, але також відіграє роль і такий фактор, як можливість автоматичної роботи 24 години на добу без перерв.

Однак при широкій номенклатурі виробів, постійних переналагодженнях, необхідності великої кількості периферійного обладнання для різних деталей продуктивність може і знижуватися, роблячи процес неефективним і складним.

2. Поліпшення економічних показників. Замінюючи людину, робот ефективно знижує витрати на оплату фахівців. Особливо даний фактор важливий в економічно розвинених країнах з високими заробітними платами робітників і необхідністю великих надбавок за переробку, нічний час тощо У разі застосування робота або автоматизованої системи, в цеху необхідна лише наявність оператора, який контролює процес, при цьому оператор може контролювати відразу кілька систем.

3. Якість обробки. Часто причиною впровадження технологічної системи на базі промислового робота стає необхідність забезпечення якості обробки, що задана в документації на виріб. Висока точність визначення позиції промислових роботів на окремих ринкових сегментах та їх здатність до повторюваності дій забезпечують належну якість виробу і усувають можливість виробничого браку. Виключення людського фактора призводить до мінімізації робочих помилок і збереженню постійної повторюваності на всій виробничій програмі.

4. Безпека. Застосування робота досить ефективно на шкідливому виробництві, яке має негативний вплив на здоров'я людини, наприклад, в ливарній промисловості, при зачистці зварювальних швів, фарбувальних роботах, зварювальних процесах тощо У випадках, коли

застосування ручної праці обмежується законодавством, впровадження робота може бути єдиним рішенням. При роботі в цеху периметр робочої зони захищається різними пристроями для запобігання проникнення людини в зону дії робота. Наявність захисних систем є головним і невід'ємним умовою безпечної роботи роботизованих систем по всьому світу.

5. Мінімізація робочого простору. Правильно скомплектована робоча зона на базі промислового робота більш компактна, ніж робоча зона для виконання ручних робіт. Це досягається більш ергономічною конструкцією складальних кондукторів, невеликим розміром місця, займаного роботом, можливістю його розміщення в підвішеному стані тощо

6. Мінімальне обслуговування. Сучасні промислові роботи, завдяки застосуванню асинхронних двигунів і якісних редукторів відносно рідко потребують обслуговування. Виготовляються спеціальні моделі роботів з нержавіючої сталі, наприклад, для роботи в медичній і харчовій промисловості, при високих і низьких температурах і в агресивних середовищах. Це робить їх менш сприйнятливими до навколишнього середовища і підвищує зносостійкість обладнання.

Помилково вважається, що область застосування промислового робота – це тільки масове виробництво, проте роботи дуже широко застосовуються для виконання разових операцій, наприклад обробки траєкторії великогабаритної або корпусної деталі, виконання шва тощо

Проведене дослідження дозволяє зробити такі висновки: при створенні систем штучного інтелекту, які управляють автоматизованими процесами, важливим є забезпечення легкості сприйняття системи штучного інтелекту людським розумом для того, щоб результати функціонування системи були зрозумілі людині-керівнику системи. Штучний інтелект приладобудувальних роботів дає їм можливість розпізнавати деталі і їх поверхні, управляти технологічним процесом і приймати рішення щодо його зміни. Розширення сфери застосування робототехніки зумовлено механічною досконалістю та безперервно зростаючим інтелектом роботів. Основні напрямки розвитку інтелектуальних роботів: промислові, ігрові та спеціальні роботи. Робот-верстат – один з найпоширеніших видів промислових роботів, який може використовувати різні інструменти без значних змін у його програмному та апаратному забезпеченні, що зумовлено його універсальністю. Основні переваги застосування робота-верстата у приладобудуванні: продуктивність, безпека, мінімізація робочого простору, якість обробки, поліпшення економічних показників та їх мінімальна потреба у обслуговуванні. Галузь приладобудування продовжує розвиватися разом із поширенням галузей штучного інтелекту та є невід'ємною частиною сучасного технологічного прогресу.

## ЛІТЕРАТУРА

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. Tsybmal A.M., Bronnikov A.I. Decision-making in Robotics and adaptive tasks / EWDT'S'2012: Proceedings of IEEE East-West Design & Test Symposium // Kharkov National University of Radio Electronics (Kharkov, Sept. 14-17, 2012), Kharkov: KhNURE, 2012. –P. 417–420.

3. Валетов В.А., Орлова А.А., Третьяков С.Д. Интеллектуальные технологии производства приборов и систем. Учебное пособие, - СПб: СПб ГУИТМО, 2008. – 134 с.

*Науковий керівник: Токарева Олена Віталіївна, доц., к.т.н., доцент кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки.*