

УДК 378.147:004.896
DOI <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2021.74-3.40>

Е. Д. Шумілова

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін, промислових технологій та безпеки життєдіяльності
Донбаського державного педагогічного університету

Ю. В. Ніколайчук

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін, промислових технологій та безпеки життєдіяльності
Донбаського державного педагогічного університету

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОМИСЛОВОЇ РОБОТОТЕХНІКИ ЯК ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПІД ЧАС ПІДГОТОВЦІ СТУДЕНТІВ ТРУДОВОГО НАВЧАННЯ І ТЕХНОЛОГІЙ

Стаття присвячена формуванню знань і навичок студентів у вивченні основ промислової робототехніки. Автоматизація виробництва передбачає низку заходів щодо розробки прогресивних технологій і високопродуктивного устаткування для їх здійснення, що працює без прямої участі людини.

Промислові роботи є одним із засобів автоматизації, які замінюють людину на важких, шкідливих та монотонних технологічних операціях, поліпшують умови праці. Промислові роботи забезпечують автоматизацію окремих технологічних процесів та операцій, зв'язують їх у системи виробничих комплексів, що працюють автоматично, з гнучко перебудованою технологією. Набір стандартних підпрограм керування ПР та їхня кількість у кожному конкретному випадку відповідає вимогам технологічного процесу і можуть змінюватись. Основними операціями промислових роботів, які обслуговують верстати, є: розвантаження – навантаження верстата заготовками, заміна інструменту, транспортування деталей. Застосування промислових роботів поліпшує використання фондів, підвищує рентабельність і знижує собівартість продукції.

Промисловий робот (ПР), впроваджений у навчальний комплекс, являє собою автоматичну машину, яка виконує транспортні операції. Вивчення характеристик промислового робота забезпечує безумовне закріплення отриманих раніше знань з механіки, гідравліки, пневматики, електротехніки, промислової електроніки і ін. ПР як програмований автомат також дає можливість для вивчення програмних засобів у системі управління. Отриманий досвід у програмуванні та експлуатації сучасного технологічного обладнання сприяє підвищенню рівня професійної підготовки вчителів технологій.

У процесі виконання лабораторної роботи студенти отримують знання про конструкцію робота, принцип його дії, структуру системи управління та її функціонування, вивчають основні характеристики робота, складають цикли переміщення руки маніпулятора, а також отримують навички програмування та обслуговування.

Використання промислових роботів у навчальному процесі – один зі шляхів формування знань, умінь та навичок студентів у підготовці майбутніх учителів трудового навчання і технологій.

Ключові слова: засоби автоматизації, робототехніка, промисловий робот, мікропроцесорний програмний цикловий пристрій (МПЦП), робоча зона, цикл переміщення маніпулятора.

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку суспільства з'явилась необхідність використовувати у навчальному процесі інформаційні технології, які мають істотний вплив на якість підготовки випускників вузів.

Підвищення ефективності виробництва визначається прискоренням науково-технічного прогресу і впровадженням автоматизації. Реальним напрямом переходу до автоматизації виробництва є використання гнучких виробничих систем.

Промислові роботи, які є робочими машинами контрольно-управляючих інформаційних систем, забезпечують автоматизацію окремих технологічних процесів та операцій, зв'язують їх у системи

виробничих комплексів, що працюють автоматично, з гнучкою технологією.

Позитивні зміни у закладах освіти ставлять певні вимоги до навчального процесу:

– вивчення автоматичних програмних методів управління технологічними процесами;

– раціональне використання комп'ютерних технологій і дослідження їх впливу на продуктивність виробництва;

– закріплення сформованих умінь і навичок у процесі індивідуальної і колективної діяльності в процесі навчання.

Основне завдання роботи – формування у майбутнього вчителя технологій знань з питань застосування і умінь експлуатації та управління сучасним технологічним обладнанням.

Актуальність вибраної теми полягає в тому, що підготовлені фахівці в майбутньому зможуть технічно грамотно проводити трудове навчання учнів і брати участь в їх технічному вихованні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемам запровадження новітніх інформаційних технологій у системах автоматизованого управління виробництвом, а також у навчально-виховний процес присвятили свої роботи багато українських та зарубіжних учених: Стеффорд Бир, Е.С. Пуховський, Ю.О. Скрипник, Д.Б. Головка, В.Г. Рубанов, А.С. Кижук, В.З. Магергут, В.О. Кондратець, Ю.Т. Козирев, а також П.М. Таланчук, В.О. Дубровний та ін.

О.М. Торубара зробив значний внесок у вивчення інформаційних технологій у професійній підготовці майбутніх учителів трудового навчання і технологій.

У своїх працях усі вчені наголошують, що раціональне використання інформаційних технологій сприяє формуванню комплексних знань учнів і дозволяє орієнтувати сучасний навчальний процес на якісно новий рівень.

Метою статті є вивчення інформаційних систем, які сприяють оволодінню знаннями в галузі управління автоматизованим виробництвом з використанням робототехніки.

Виклад основного матеріалу. Необхідні знання і навички з питань застосування і управління роботою промислових роботів (ПР) студенти отримують під час виконання лабораторних робіт. Вивчення ПР забезпечує закріплення отриманих раніше знань з механіки, пневматики, промислової електроніки і ін. ПР як програмований автомат дає можливість для вивчення програмних засобів у системах управління, а ПР у складі гнучкої виробничої системи дає можливість для вивчення принципів побудови технологічних процесів, питань технічних вимірювань, діагностики, управління якістю продукції та забезпечення точності.

Промислові роботи нині виконують такі основні операції: транспортування деталей, обслуговування пресів та іншого обладнання, фарбування виробів, зварювання, термообробку, пакування, збирання тощо. Наприклад, близько 35% роботів, які діють зараз у нашій країні, обслуговують такі процеси, як кування, штампування, пресування; децю менша їх частка (25%) працює з металообробними верстатами; підйнятно-транспортні операції виконують 10% роботів; 8% фарбують різні предмети; стільки ж обслуговують ливарне устаткування; 6% зайнято гальванічними покриттями, 2% – термічною обробкою та 2% – всіма іншими видами робіт [1, с. 56; 2, с. 36].

Низка лабораторних робіт з робототехніки проводиться з використанням промислового робота «МП-9С».

Процес виконання лабораторної роботи починається з первинної інструкції, яка фіксує заборони

дії студентів з метою виключення помилок, які можуть привести до травм під час виконання роботи. Потім студенти знайомляться з обладнанням, з якого складається навчальна установка, вивчають устрій і принцип дії ПР, досліджують його технічні характеристики, а також знайомляться з мікропроцесорним програмним цикловим пристроєм управління МПЦП [3, с. 21].

Досліджений у цій роботі промисловий робот (ПР) МП-9С належить до класу роботів з цикловою системою управління. Циклове програмне управління є простим у реалізації і не потребує спеціальної підготовки у разі його використання [4, с. 125].

До складу робота входять такі вузли і пристрої: маніпулятор, мікропроцесорний програмний цикловий пристрій МПЦП, вузол підготовки повітря. Привод робота «МП-9С» є пневматичним з робочим тиском 0,4–0,5 МПа. Технічні характеристики промислового робота МП-9С наведені в табл. 1.

Таблиця 1
Технічні характеристики МП-9С:

Вантажопідйомність, кг	0,2
Кількість ступенів свободи	3
Висунення руки, мм	150
Поворот руки, град	30
Час максимального пересування: – рух та підймання, с, не більше – поворот, с, не більше	0,5 0,8
Точність позиціонування, мм	±0,2
Робочий тиск повітря, МПа	0,5
Тип керування	цикловий
Кількість точок позиціонування за кожним ступенем рухомості	2

Маніпулятор призначений для схоплення і переміщення заготовки або деталі за попередньо заданою траєкторією з одного кінцевого положення в інше. Основою маніпулятора є його корпус, у якому розташований вузол розподілу повітря. Він складений з восьми електропневматичних клапанів з дроселями, на основі яких і виконана вся електропневматична розв'язка. Електропневматичні клапани забезпечують подавання повітря на механізми підймання-опускання і повороту колони, а також на механізми висування руки.

Обмеження руху маніпулятора за кожним напрямом забезпечується за допомогою кінцевих регулювальних упорів. Плавність переміщення рухомих елементів забезпечують гідравлічні демпфери. Рука маніпулятора має захватний пристрій (ЗП), який застосовують для схоплення деталі шляхом стиснення чи розтиснення губок (залежно від форми деталі).

Послідовність та кількість рухів відповідно до прийнятої технологічної схеми встановлюється введенням програми на пульті МПЦП.

Мікропроцесорний програмний цикловий пристрій МПЦП застосовується для керування рухом маніпулятора робота «МП-9С» і технологічним обладнанням. Цей уніфікований пристрій може бути використаний для керування іншими маніпуляторами, позиціонування яких відбувається за упорами. Пристрій МПЦП формує сигнали постійного струму з напругою 20...30 В, керуючи електропневматичними клапанами маніпулятора (КЕМ), приймає їхні сигнали про виконання рухів, а також сигнали блокувальних датчиків технологічного обладнання, формує витримки часу.

У кожний момент МПЦП може працювати в одному з таких режимів:

- виконання команд, що надходять з пульта керування (ручний режим) «функціональна клавіатура»;
- виконання програми, записаною до пам'яті робочих програм (автоматичне керування);
- покрокове виконання програми;
- запис команд до пам'яті робочих програм (програмування);
- перегляд програми (на дисплеї пам'яті робочих програм).

Модуль процесора (МП) ВІС КР580ИК80 здійснює збирання, цифрову обробку і виведення інформації відповідно до програми, записаної в пам'яті ПЗП (постійний запам'ятовуючий пристрій).

Виконувана програма є невід'ємною частиною МПЦП, невидимою і недоступною для користувача. Її призначення – перетворення інструкцій, що їх вводить оператор з ПК (пристрою керування) або надсилає програма керування, у послідовність кодів машинної мови мікропроцесора, який реалізує інструкції.

Після ознайомлення з принципом роботи і системою програмування робота «МП-9С» студенти отримують завдання і складають алгоритм програми і саму програму для свого варіанта.

Програма керування – програма, яка складається користувачем у кодах команд вхідної мови МПЦП і забезпечує виконання заданого алгоритму керування зовнішнім обладнанням. Вона розміщена у модулях енергонезалежного запам'ятовувального пристрою (ЕНЗП) і зберігається у разі вимкнення первинного живлення МПЦП завдяки використанню батареї елементів.

У цикловій системі програмного управління командна інформація змістить ознаки ланки маніпулятора і напрямку руху. Рух відбувається у вигляді циклів: початок циклу зумовлюється приходом команди на переміщення, кінець – моментом спрацювання упору.

З точки зору теорії автоматичного управління циклова система управління належать до класу розімкнених.

До лабораторної установки входять: ПР «МП-9С», мікропроцесорний програмно-цикловий пристрій МПЦП, предметний стіл з деталями маніпулювання і прийомний пристрій.

У цикловому керуванні ПР існує всього чотири точки позиціонування: чотири вгорі та чотири точки – внизу. Робоча зона переміщення робочого органу ПР у разі виконання різноманітних операцій наведена на рис. 1.

Узгоджена робота ПР з обслуговуванням обладнання відбувається шляхом задавання витримки часу. З особливою увагою слідкують за тим, щоб вага деталей, що їх переносить робот, відповідала його вантажопідйомності.

Усі наведені вище особливості циклового керування роботом були враховані у процесі виконання лабораторних робіт.

В одній точці розташовано прийомний пристрій (у вигляді прозорої склянки), а в других точках розташовані деталі маніпулювання (дерев'яні кубики).

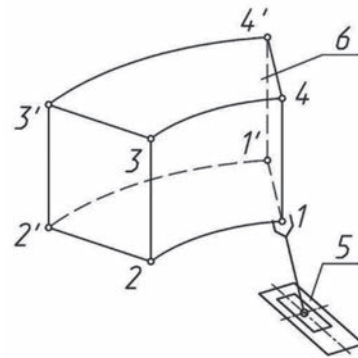


Рис. 1. Робоча зона ПР

Примітки: 1 – 1', 2 – 2', 3 – 3', 4 – 4' – точки позиціонування; 5 – ПР; 6 – робоча зона

Студенти складають програму переміщення кубиків, розташованих у точках позиціонування. Переміщення одного кубика з точки позиціонування в прийомний пристрій являє собою цикл роботи ПР. Залежно від кількості кубиків і послідовності їх переміщення (заданого циклу) складається програма.

У разі необхідності кубики розташовуються в точках позиціонування на двох рівнях (на гору), маніпулятор може захоплювати деталь на двох рівнях, що відповідає ступені рухомості (на гору-до низу), крім того, використовуються ступені рухомості (вперед-назад) і кутовий поворот.

Програма складається у спеціальних командах МПЦП у режимі «Функціональна клавіатура». Формат команди включає у себе шістнадцяткові поля адреси команд, код операції і операнд.

Режим «функціональна клавіатура» використовується для керування маніпулятором за допомогою клавіатури, в ручному режимі з використанням підпрограм, записаних до ПЗП (постійного запам'ятовувального пристрою).

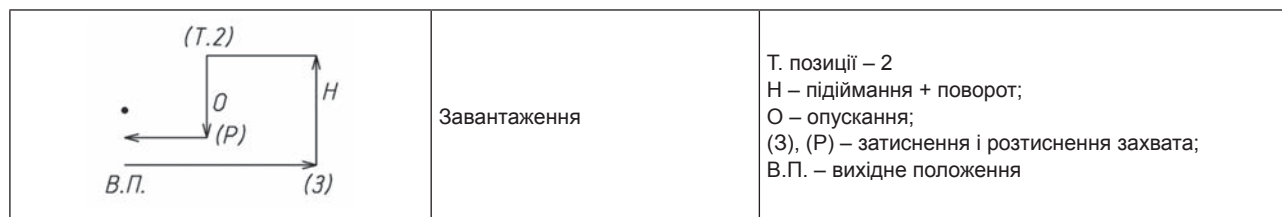


Рис. 2. Цикл переміщення робочого органу робота

Примітки: В.П. – Вт., Оп., Пр.(т.1), (P); Вт. – рука ПР втягнута; Оп. – опущена; Пр.(т.1) – повернена праворуч; (P) – захват розтиснений (див. рис. 1)

Модуль процесора ВІС КР580ІК80 здійснює збирання, цифрову обробку і виведення інформації відповідно до програми, записаної в пам'яті ПЗП.

Варіант завдання наведений на рис. 2.

Приклад складеної програми відповідно до заданого циклу.

```
00 0000
01 F000 – Висунення вперед
02 Fb00 – Затиснення захвата
03 F400 – Підіймання
04 F300 – Поворот ліворуч
05 F500 – Опускання
06 FA00 – Розтиснення
07 F100 – Втягування назад
08 F200 – Поворот праворуч
09 0800 – Стоп
```

Після перевірки правильності складання програми студенти відробляють її у режимі «Функціональна клавіатура», записують до пам'яті і відробляють в автоматичному режимі.

Другим завданням для студентів було складання циклу роботи ПР за заданою програмою. Для того щоб лабораторні завдання виявились цікавими і посильними для всіх студентів, в інструкціях студентам вказано:

- завдання у загальному вигляді;
- вказівки до завдання, які допоможуть самостійно виконати роботу;
- опис одного із можливих варіантів виконання завдання.

Досвід показав, що такі роботи дають уявлення про сутність інформаційних технологій і здійснюють їх зв'язок із сучасним обладнанням.

На завершення роботи студенти аналізують результати дослідження, оформлюють звіт і відповідають на контрольні питання.

Висновки. Таким чином, у процесі виконання такої роботи студенти вивчають структуру, принцип дії, основні характеристики та призначення промислового робота МП-9С з цикловою системою управління, який виконує транспортні функції і являє собою засіб автоматизації виробництва. Студенти вивчають особливості програмування мікропроцесорного програмного циклового пристрою МПЦП, що забезпечує формування у них відповідних знань і вмій і сприяє підвищенню рівня професійної підготовки.

Список використаної літератури:

1. Кижук А.С. Микроконтроллеры в системах управления : учебное пособие. Белгород : БГТУ имени В.Г. Шухова, 2009. 203 с.
2. Пуховский Е.С. Технологические основы гибкого автоматизированного производства : учебное пособие. Киев : Выща шк., 1989. 280 с.
3. Микропроцессорное программируемое цикловое устройство (МПЦУ). Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Тольятти : Волжский автомобильный завод, 1992. 175 с.
4. Торубара О.М. Інформаційні технології у професійній підготовці майбутніх учителів трудового навчання : монографія. Чернігів : ЧДПУ імені Т.Г. Шевченка, 2009. 304 с.

Shumilova E., Nikolaichuk Yu. Application of industrial robotics as a means of automation in the training of students of labour education and technologies

The article is devoted to the formation of knowledge and skills of students in the study of the basics of industrial robotics. Production automation involves a number of measures to develop advanced technologies and high-performance equipment for their implementation, working without direct human intervention.

Industrial work is one of the means of automation, which replaces people with heavy, harmful and monotonous technological operations, improves working conditions. Industrial works provide automation of separate technological processes and operations, connect them in systems of the industrial complexes working automatically, with flexibly rebuilt technology. The set of standard PR control routines and their number in each case meets the requirements of the technological process and may vary. The main operations of industrial robots that service machines are: unloading – loading the machine with workpieces, tool replacement, transportation of parts. The use of industrial robots improves the use of funds, increases profitability and reduces production costs.

The industrial robot (PR), implemented in the training complex, is an automatic machine that performs transport operations. The study of the characteristics of an industrial robot ensures the unconditional

consolidation of previously acquired knowledge in mechanics, hydraulics, pneumatics, electrical engineering, and industrial electronics. PR, as a programmable machine, also provides opportunities for the study of software in the control system. The experience gained in the programming and operation of modern technological equipment helps to increase the level of professional training of technology teachers.

In the process of laboratory work, students gain knowledge about the design of the robot, the principle of its operation, the structure of the control system and its operation, study the basic characteristics of the robot, make cycles of moving the manipulator, and programming and maintenance skills.

The use of industrial robots in the educational process is one of the ways to form students' knowledge, skills and abilities in the training of future teachers of labour education and technology.

Key words: *automation means, robotics, industrial robot, microprocessor software cycle device (MPCP), working zone, manipulator cycle.*