

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Запорізький національний технічний університет**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до самостійної роботи  
з дисципліни “Автоматичні лінії, роботи і транспорт у  
зварювальному виробництві” для студентів спеціальності 131  
«Прикладна механіка» усіх форм навчання

2017

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни  
“Автоматичні лінії, роботи і транспорт у зварювальному виробництві”  
для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» усіх форм  
навчання / Укл.: А.О. Шумілов, О.Є. Капустян – Запоріжжя: ЗНТУ,  
2017. - 14 с.

Укладачі: А.О. Шумілов, канд. техн. наук, доцент;

О.Є. Капустян, старш. викл.

Рецензент: Ю.М. Савонов, канд. техн. наук, доцент

Редактор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено

на засіданні кафедри ОТЗВ

Протокол № 8 від 29.03.2017

Рекомендовано до видання

НМК ІФФ

Протокол № 8 від 11.04.2017

**ЗМІСТ**

1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ .....	4
2 РОБОЧА ПРОГРАМА І МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИВЧЕННЯ ТЕМ ДИСЦИПЛІНИ .....	5
3 ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ .....	7
4 КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ .....	8
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА .....	11
Основна .....	11
Додаткова .....	12

## 1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Метою дисципліни «Автоматичні лінії, роботи і транспорт у зварювальному виробництві» є знайомство студентів з особливостями кінематичних схем маніпуляторів, виробів та інструменту, вимогами до механічних частин зварювального обладнання роботів та приладів для технологічної і геометричної адаптації.

Завданням навчальної дисципліни «Автоматичні лінії, роботи і транспорт у зварювальному виробництві» є придбання знань по застосуванню зварювальних роботів у виробництві.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати:

- загальну будову, кінематичні схеми і можливості сучасних зварювальних маніпуляторів, систем керування, методи та засоби адаптації зварювальних роботів;

- застосування зварювальних роботів у виробництві.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен вміти:

- обґрунтовувати застосування зварювальних роботів у виробництві та їх вибір;

- налагоджувати та програмувати роботи на різних сучасних мовах;

- розраховувати та проектувати автоматичні лінії, роботизовано-технологічні комплекти та їх оснастку

Ця дисципліна базується на знаннях з фізики, вищої математики, матеріалознавства, електроніки та схемотехніки, джерел живлення, зварювання тиском та плавленням, теорії зварювальних процесів та інші.

Для того, щоб у повному обсязі та глибоко вивчити предмет, правильно відповісти на поставлені питання при виконанні контрольного завдання і лабораторних робіт, необхідно самостійно працювати з рекомендованою літературою. Ознайомившись з програмою кожного розділу курсу, треба прочитати відповідні літературні джерела, посилання на які наведені в кінці кожного розділу програми.

Вона забезпечується лекційним курсом в обсязі 14 годин,

проведенням лабораторних робіт в обсязі 14 годин та самостійної роботи - 60 годин.

Після вивчення теоретичного матеріалу студент пише контрольні роботи з метою закріплення теоретичних знань та самоконтролю з вивченого предмету.

## 2 РОБОЧА ПРОГРАМА І МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИВЧЕННЯ ТЕМ ДИСЦИПЛІНИ

Теми лекцій, їх зміст і наведені в табл. 2.1

Таблиця 2.1

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	Денна форма				Заочна форма			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
		л	лаб	с.р.		л	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Змістовий модуль 1</b> Особливості роботизації зварювального виробництва.								
Тема 1. Засоби комплексної механізації і автоматизації зварювального виробництва.	12	2	2	8	10,5	0,5		10
Тема 2. Сучасні форми організації зварювального виробництва. Потокове, механізоване і автоматизоване виробництво. Роторні та роторно-конвейерні автоматизовані лінії.								
Тема 3. Гнучкі автоматизовані виробництва. Роботизоване виробництво.	12	2	2	8	10,5	0,5		10
Разом за змістовим модулем 1	50	8	8	34	50,5	2,5		48
<b>Змістовий модуль 2</b> Системи керування зварювальними роботами.								
Тема 4. Вибір об'єктів	8	1	1	6	8,3	0,3		8

роботизованного зварювання. Методика оцінювання технологічності роботизованого зварювання виробів, комплексний показник технологічності.								
Тема 5. Функціональна схема РТК для дугового зварювання. Структурні схеми механізмів переносних та орієнтуючих переміщень маніпуляторів інструменту.	8	1	1	6	8,3	0,3		8
Тема 6. Апаратура контролю та управління зварювальними роботами. Програмування траєкторії переміщення інструменту зварювального робота. Засоби і методи адаптації роботів.	11	2	2	7	11,5	0,5		10
Разом за змістовим модулем 2	38	6	6	26	39,5	1.5		36
<b>Змістовий модуль 3. Вимоги до конструювання зварних виробів і пристроїв для автоматизованого збирання, зварювання і транспортування.</b>								
Тема 7. Особливості конструкцій зварювальних пальників, пристрої захисту їх від поламання і автоматичного очищення пальника від бризок металу.	11	2	2	7	11,4	0,4	1	10
Тема 8. Методи конструювання виробів з кутами, з'єднань труб з пластинами та стержнями. Зразки виконання коробчастих конструкцій.	11	2	2	7	11,4	0,4	1	10
Тема 9. Пристрої для роботизованого збирання і зварювання. Схеми базування конструкцій у пристроях з опорними елементами, механічні притискачі, універсальні прилади	11	2	2	7	11,4	0,4	1	10

для збирання.								
Разом за змістовим модулем 3	22	4	4	14	22,8	0,8	2	20
<b>Змістовий модуль 4.</b> Комплексна механізація і автоматизація складально-зварювального виробництва.								
Тема 10. Організація потокового виробництва. Обладнання та принцип дії потоково-механізованої лінії виготовлення зварних двотаврових балок. Індустріальне виготовлення зварних великогабаритних листових конструкцій.	11	2	2	7	11,4	0,4	1	10
Тема 11. Роботизоване виробництво кузовів легкових автомобілей.	11	2	2	7	11,4	0,4	1	10
Разом за змістовим модулем 4	22	4	4	14	22,8	0,8	2	20
<b>Усього годин</b>	88	14	14	60	90	4	2	84

### 3 ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

При вивченні дисципліни студенти повинні отримати практичні навички з теорії керування зварюванням. Це відбувається при проведенні лабораторних робіт (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Перелік лабораторних робіт

№	Найменування роботи	К-сть годин	Графік виконання, тиждень
1.	Вивчення пристрою і принципу дії промислового робота типу ПР-601/60	4	1
2.	Вивчення системи енергоживлення і керування промисловим роботом типу ПР-601/60	4	3
3.	Дослідження пристрою та принципу дії промислового робота МП-9С	4	5
4.	Розробка програми керування траєкторією маніпулювання ПР МП-9С	4	7

5. Дослідження РТК листового штампування	4	9
--	---	---

## 4 КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Виконання контрольного завдання має на меті забезпечити ритмічність самостійної роботи студентів заочної форми навчання.

На всі питання слід давати чіткі, вичерпні відповіді згідно з програмою курсу; при необхідності ілюструвати відповіді рисунками, схемами, діаграмами і т.п. Перед кожним питанням повинен стояти його номер, а сам текст питання повністю переписаний.

В процесі вивчення даного предмету можна користуватися не тільки рекомендованою літературою. Можна аналізувати інформацію, подану в Інтернеті, сучасних періодичних технічних виданнях тощо.

Студент виконує той варіант завдання, що дає викладач. Заміна питань або варіантів контрольного завдання без дозволу викладача неприпустима.

Контрольне завдання підписує студент.

Контрольні роботи повинні бути виконані та вислані на кафедру для рецензування відповідно до терміну, зазначеного у навчальному плані, але не пізніше, ніж за два тижні до початку заліково-екзаменаційної сесії.

Якщо після перевірки роботи вона не буде зарахована, то студент має право внести необхідні поправки у виді окремого доповнення до даної роботи, що висилається на повторну рецензію разом з не зарахованою роботою.

### Перелік питань

- 1 Автоматичні лінії. Розрахункові параметри.
- 2 Апаратура контролю та управління зварювальними роботами.
- 3 Апаратура подавання зварювального дроту та захисних газів в РТК для дугового зварювання.
- 4 Безконтактні датчики.
- 5 Визначення положення трьох базових точок у випадковому повороті плоского елемента.
- 6 Визначення положення шести базових точок у



випадковому повороті елемента у просторі.

7 Використання у ролі датчика зварювального дроту.

8 Вимоги до РТК для зварювання. Засоби відносного переміщення інструмента та виробу.

9 Вимоги до обладнання РТК контактного точкового зварювання.

10 Вимоги до приладів для збирання під зварювання РТК.

11 Відеосенсорна система адаптації з використанням випромінювання зварювальної дуги.

12 Відеосенсорна система адаптації із зовнішнім освітленням лінії з'єднання додатковим освітлювачем.

13 Відеосенсорні пристрої.

14 Джерела живлення для РТК дугового і точкового зварювання.

15 Засоби зварювання кратера шва та розрахунок головних параметрів режиму.

16 Засоби очищення пальників від металевих бризок.

17 Засоби підвищення надійності запалювання дуги.

18 Засоби підвищення технологічності виготовлення зварних конструкцій на РТК.

19 Засоби програмування роботів.

20 Засоби прямого копіювання.

21 Захватні пристрої промислових роботів.

22 Зварювальна дуга у ролі датчика адаптації.

23 Ієрархічна структура управління РТК для зварювання.

24 Індукційні датчики та схеми їх розташування.

25 Інтеграція операцій при роботизованому зварюванні.

26 Кінематичні схеми маніпуляторів виробів.

27 Кінематичні схеми механізмів орієнтуючих переміщень.

28 Кінематичні схеми механізмів переносних переміщень роботів.

29 Кінематичні схеми та технологічні дані програмуючих маніпуляторів виробів.

30 Класифікація гнучких виробничих систем для зварювання.

31 Комплексна роботизація виготовлення зварних виробів.

32 Конструкції пальників РТК дугового зварювання.

33 Конструкція та принцип дії відео сенсора, вмонтованого в пальник.

- 34 Конструкція та принцип дії резольвера та хвильового редуктора.
- 35 Методи та засоби адаптації зварювальних робіт.
- 36 Методи та мови програмування зварювальних робіт.
- 37 Методика вибору виробів для їх роботизованого виробництва.
- 38 Організація робіт по роботизації виробництва зварних виробів.
- 39 Основні задачі, що вирішуються на 1-му, 2-му і 3-му рівнях ієрархії РТК.
- 40 Особливості роботизації зварювального виробництва.
- 41 Особливості характеристик зварювальних робіт.
- 42 Перелік показників технологічності об'єктів роботизованого зварювання і розрахунок комплексного показника.
- 43 Питання економічної ефективності роботизованого зварювання.
- 44 Пошук базових точок у прямокутвих чарунках з використанням індукційних датчиків.
- 45 Приводи промислових робіт.
- 46 Приклади виконання технологічних з'єднань труб з пластинами і стержнями.
- 47 Приклади підвищення технологічності виготовлення коробчастих балок.
- 48 Пристрій кріплення і захисту пальників для дугового зварювання. Методи підвищення надійності роботи пальників.
- 49 Пристрій управління УКМ-772.
- 50 Пристрої для збирання і роботизованого зварювання.
- 51 Програмування робота на мові VAL.
- 52 Програмування робота ПР 601.
- 53 Пульт програмування робота ПР-601.
- 54 Розрахунок мінімальних радіусів закруглень та максимальних переносних швидкостей маніпуляторів при зварюванні нерухомих закруглень.
- 55 Розрахунок мінімальних радіусів закруглень та максимальних переносних швидкостей маніпуляторів при зварюванні виробів, що повертаються під час зварювання.
- 56 Розрахунок показників технологічності роботизованого зварювання.

- 57 Склад РТК для дугового зварювання.
- 58 Спеціалізовані роботи на УЦП-663.
- 59 Спеціалізовані роботи на УЧПУ «Размер-2М».
- 60 Спеціалізовані роботи на УЧПУ 2М43.
- 61 Спеціалізовані роботи на УЧПУ Н 33-2М.
- 62 Спеціалізовані роботи на УЧПУ Н55-1.
- 63 Способи зварювання кратера шва та розрахунок головних параметрів режиму.
- 64 Структурна схема УКМ-772 та її дія.
- 65 Структурні схеми механізмів орієнтуючих переміщень зварювальних роботів, та їх коротка характеристика.
- 66 Структурні схеми механізмів переносних переміщень зварювальних роботів, та їх коротка характеристика.
- 67 Схеми базування зварних конструкцій у збиральних пристроях.
- 68 Схеми технологічних та нетехнологічних зварних з'єднань.
- 69 Тактильні датчики.
- 70 Техніка безпеки при роботизації зварювального виробництва.
- 71 Технічні характеристики та системи програмування робота МП-9С.
- 72 Транспортні засоби у зварювальному виробництві.
- 73 Триангуляційний метод виміру положення лінії з'єднання.
- 74 Характеристика спеціалізованих роботів для зварювання. Структурна схема навчання.
- 75 Шляхи вдосконалення технології дугового зварювання роботами.

## **РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

### **Основна**

1. Тимченко В.А., Сухомлин А.А. Роботизация сварочного производства. - К.: Техника, 1988. - 175 с.

2. Промышленные роботы и манипуляторы. Каталог. - М: Высшая школа, 1982. – 101 с.
3. Патон Б.Е. и др. Промышленные роботы для сварки. К.: Техника, 1980. – 255 с.
4. 6 Козырев Ю.Г. Промышленные роботы. Справочник. - М.: Машиностроение, 1983. – 376 с.
5. Красовский А.И. Основы проектирования сварочных цехов. - М: Машиностроение, 1980. – 319 с.

#### **Додаткова**

1. Сварочные роботы // В. Геттерт, Г. Герден, Х. Гюттер и др.; Под ред. Г. Гердена; Пер. с нем. Г.Н. Клебанова, Д.Г. Тесменицкого. - М.: Машиностроение, 1988. - 288 с.
2. Инструкция по оценке экономической эффективности создания и использования автоматических манипуляторов с программным управлением промышленных роботов // - М.: НИИНМаш, 1983. – 102 с.
3. Асфаль Р. Роботы и автоматизация производства: Пер. с англ. - М.:Машиностроение,1989.-448 с.
4. Механика промышленных роботов: Учебное пособие для вузов : в 3 кн. // Под ред. К.В. Фролова, Е.И. Воробьева. Кн.1: Кинематика и динамика // Е.И. Воробьев, С.А. Попов, Г.И. Шевелева. - М.: Высш.шк.1988.-304 с. Кн.2: Расчет и проектирование механизмов // Е.И. Воробьев, О.Д. Егоров, С.А. Попов. - М.: Высш. шк., 1988. - 367 с.Кн.3: Основы конструирования // Е.И. Воробьев, А.В. Бабич, К.П. Жуков и др. - М.: Высш.шк., 1989. - 383 с.
5. Фу К., Гонсалес Р. Ли К. Робототехника: пер. с англ. - М.: Мир, 1989. - 624 с.
6. Краснопрошина А.А., Скаржепа В.А., Яковлев В.Б. Электрические элементы систем управления промышленными роботами, под ред. А.А. Краснопрошиной. - К.: Высш. шк., 1990. - 248 с.
7. Куркин С.А., Ховов В.М., Рыбачук А.М. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций:

Атлас. - М.: Машиностроение, 1989. - 328 с.

8. Понаморов В.А., Чугунихин И.С., Бородин Ф.В.. Универсально-сборочные приспособления для сборочно-сварочных работ: Альбом. - М.: Машиностроение, 1981. - 152 с.

9. Сборочно-разборочные приспособления с пазами 16 мм для сварочных работ // Справочник. Издательство стандартов, 1976. - 94 с.

10. Gurstelle W. - Building Bots. Designing and Building Warrior Robots – 2002

11. Intermediate Robot Building, David Cook, - 2010

12. Make an Arduino-Controlled Robot, Michael Margolis, - 2012

13. Robot Building for Beginners, David Cook, - 2009

14. Введение в робототехнику. Накано Э., Москва: Мир, 1988 - 334 с.

15. Воронников С.А. Информационные устройства робототехнических систем: Учеб. пособие. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. — 384 с

16. Занимательная анатомия роботов. Мацкевич В.В., М.: Радио и связь, 1988. – 128 с.

17. Как самому сделать робота Д. Хейзерман. - М.: Мир, 1979. – 196 с.

18. Конструирование роботов П. Андре Ж-М. Кофман Ф.Лот Ж-П. Тайар. Пер. с франц. М.: Мир, 1986. – 360 с.

19. Механика промышленных роботов. Под ред. К. В. Фролова, Е. И. Воробьева. Учеб. пособие для вузов. - М.: Высш. шк., 1989. — 383 с.

20. Мехатроника и робототехника. Системы микроперемещений с пьезоэлектрическими приводами. Учебное пособие, Смирнов А.Б., 2003. - 160 с.

21. Юревич Е.И., Моделирование и программирование робототехнических комплексов. Основы робототехники, 2005. - 252 с.

22. Юревич Е.И. Основы робототехники Л.: Машиностроение, 1985, 271 с.

23. Настольная книга разработчика роботов. Бишоп О. - К.: МК-Пресс, СПб.: КОРОНА-ВЕК, 2010. – 400 с.

24. Основы робототехники Н.В. Василенко, КД. Никитан, В.П. Пономарёв, А.Ю. Смолин. – Томск: МГП РАСКО, 1993. -470 с.

25. Основы робототехники. Юревич Е. И. - 2-е изд., перераб.

и доп. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 416 с.

26. Оуэн Бишоп Настольная книга разработчика роботов. - МК-Пресс, Корона-Век, 2010. – 400 с.

27. Популярно о робототехнике. Боголюбов А.Н., 1989. – 200 с.

28. Предко М. 123 эксперимента по робототехнике. Пер. с англ. В. П. Попова. - М.: НТ Пресс, 2007. – 544 с.

29. Программируемые роботы. Создаем робота для своей домашней мастерской / Дж. Вильяме ; пер. с англ. А. Ю. Карцева. - М.: НТ Пресс, 2006. - 240 с.

30. Программируемый робот, управляемый с КПК / Д. Вильяме ; пер. с англ. А. Ю. Карцева. - М.: НТ Пресс, 2006. - 224 с.

31. Промышленные роботы агрегатно-модульного типа. Воробьев Е.И., 1988. - 240 с.

32. Козырев Ю. Г. Промышленные роботы. Справочник 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1988. – 392 с.

33. Робототехника Янг Дж. Ф. Пер. с англ./Ред. М. Б. Игнатъев. — Л.: Машиностроение. 1979. —300 с.

34. Роботы вертикального перемещения Грядецкий В.Г., Рачков М.Ю. - М.: ТИП. МИН. Образования РФ, 1997. - 223 с.

35. Роботы и автоматизация производства Асфаль Р. Пер. с англ. М. Ю. Евстегнеев и др. - М.: Машиностроение, 1989. – 448 с.

36. Сборка и программирование мобильных роботов в домашних условиях / Ф. Жимарши; пер. с фр. М.А. Комаров. - М.; НТ Пресс, 2007. - 288 с, ил.

37. Гибкие производственные системы, промышленные роботы, робототехнические комплексы. Практ. пособие. В 14-ти кн. Кн. 14 / О.П. Михайлов, Р.Т. Орлова, А.В. Пальцев. Современный электропривод станков с ЧПУ и промышленных роботов; Под ред. Б.И. Черпакова. - М.: Высш. шк., – 1989. – 111 с. (djvu)

38. Устройства управления роботами. Схемотехника и программирование. Предко М. (пер. с англ). ДМК Пресс, 2005. - 404 с.