

# ***Гнучке автоматизоване виробництво і роботизовані комплекси***

***НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК***

“Магнолія 2006”

Львів

**УДК 681.5**

*Відтворення цієї книги або будь-якої її частини заборонено без письмової згоди видавництва. Будь-які спроби порушення авторських прав будуть переслідуватися у судовому порядку.*

**Д 81**

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для вищих навчальних закладів*

**Рецензенти:**

**Максимів В. М.** – д. т. н., професор Українського державного лісотехнічного університету (м. Львів);

**Марущак Я. Ю.** – д. т. н., професор Національного університету “Львівська політехніка” (м. Львів).

**Д 81 Дудюк Д. Л., Мазепа С. С., Мисик М. М.**

Гнучке автоматизоване виробництво і роботизовані комплекси:  
Навчальний посібник. – Львів: “Магнолія 2006” – 278 с.

**ISBN 966-8340-53-1**

У посібнику описані в об’ємі навчальної програми курсу “Гнучке автоматизоване виробництво і роботизовані комплекси” системи керування робототехнічними комплексами та гнучким автоматизованим виробництвом. Описані системи циклового, позиційного, контурного програмного керування промисловими роботами першого покоління.

Адаптивні системи керування роботами другого покоління розглянуті в сукупності зі сучасними структурами роботехнічних комплексів. Подані приклади застосування таких систем у виробництві прецизійних виробів та для керування транспортно-маніпуляційними роботами.

Розглянуті функціональні структури роботів зі штучним інтелектом третього покоління. Дана характеристика, описані функції та структури гнучких автоматизованих виробничих систем.

Показані принципи побудови та описані особливості систем автоматизованого контролювання та керування технологічним процесом і гнучким автоматизованим виробництвом.

**УДК 681.5**

# ЗМІСТ

Передмова .....	6
Список основних скорочень .....	8

## РОЗДІЛ 1. ПРОМИСЛОВІ РОБОТИ ТА РОБОТОТЕХНІЧНІ

КОМПЛЕКСИ .....	10
-----------------	----

1.1. Класифікація промислових робіт .....	13
1.2. Робототехнічні комплекси .....	19

## РОЗДІЛ 2. ПРИВОДИ ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ .....

2.1. Пневмоприводи .....	31
2.2. Гідроприводи та електрогідроприводи .....	35
2.2.1. Гідроприводи .....	35
2.2.2. Електрогідроприводи .....	36
2.3. Електроприводи. Точне позиціонування робіт .....	38
2.3.1. Замкнена система електроприводу .....	41
2.3.2. Розімкнена система дискретного електроприводу .....	51
2.3.3. Точне позиціонування робіт .....	55
2.4. Високочастотні віброприводи .....	57

## РОЗДІЛ 3. СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

РОБОТАМИ .....	61
----------------	----

3.1. Особливості систем автоматичного керування роботами ...	61
3.2. Програмне керування промисловими роботами .....	67
3.3. Системи програмного керування роботами першого покоління .....	71
3.3.1. Циклові системи програмного керування .....	71
3.3.2. Позиційні та контурні системи програмного керування ...	81
3.4. Ієрархічне керування роботами .....	91
3.5. Багатопроцесорні системи керування роботами .....	94
3.6. Системи керування роботами вищих поколінь .....	102
3.6.1. Адаптивні системи керування .....	102
3.6.2. Інтелектуальні системи керування .....	105
3.7. Групове керування роботами у зоні зіткнень .....	114

## **РОЗДІЛ 4. ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ**

<b>ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ .....</b>	<b>126</b>
4.1. Інформаційне забезпечення промислових роботів .....	126
4.2. Ідентифікація об'єктів роботизації .....	128
4.3. Ідентифікація об'єктів роботизації в матеріальних потоках складальних виробництв .....	130
4.4. Реалізація систем технічного зору .....	133
4.5. Силомоментні інформаційні системи .....	137
4.6. Системи вимірювання переміщень елементів промислових роботів .....	140
4.7. Локаційні інформаційні системи .....	143
4.8. Системи контролювання якості .....	144

## **РОЗДІЛ 5. ЗАСТОСУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ**

<b>РОБОТІВ У РТК .....</b>	<b>147</b>
5.1. Обслуговування різальних верстатів .....	147
5.2. Транспортування та складання виробів .....	155
5.3. Прецизійне мікрозварювання .....	161

## **РОЗДІЛ 6. ГНУЧКІ АВТОМАТИЗОВАНІ**

<b>ВИРОБНИЧІ СИСТЕМИ .....</b>	<b>165</b>
6.1. Передумова створення ГВС .....	165
6.2. Характеристика і структури гнучких виробничих систем ...	167
6.3. Етапи розвитку гнучких виробничих систем .....	169
6.4. Функції та структура ГАВ .....	173
6.5. Модульність побудови ГВС .....	178
6.6. Класифікація та оцінка гнучкості виробничих систем .....	181

## **РОЗДІЛ 7. ОБЛАДНАННЯ ГВС .....** **188** |

7.1. Основне технологічне обладнання .....	188
7.2. Модулі автоматизованих транспортно-складських систем ..	189
7.3. Автоматизована система інструментального обслуговування ...	194
7.4. Системи автоматизованого контролювання .....	195
7.5. Автоматизована система винесення відходів .....	201

**РОЗДІЛ 8. СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ГНУЧКИМ**

<b>АВТОМАТИЗОВАНИМ ВИРОБНИЦТВОМ .....</b>	<b>203</b>
8.1. Завдання та принципи керування .....	203
8.2. Оперативне керування .....	207
8.3. Класифікація систем керування гнучким автоматизованим виробництвом .....	212
8.4. Скінченно-автоматна інтерпретація керування в ГАВ .....	214
8.5. Логіко-програмне керування в ГАВ .....	216
8.6. Пристрої контролювання та вимірювання в ГАВ .....	219
8.7. Мікропроцесори в системах керування ГАВ .....	224
8.8. Реалізація систем керування ГАВ .....	227

**РОЗДІЛ 9. МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ ГНУЧКОГО**

<b>АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА .....</b>	<b>234</b>
9.1. Формалізовані методи опису виробничих процесів .....	234
9.1.1. <i>Моделі РТК на основі систем масового обслуговування ...</i>	<i>237</i>
9.2. Мережі Петрі як моделі автоматизованих процесів .....	245
9.2.1. <i>Модель інформаційної комірки .....</i>	<i>247</i>
9.2.2. <i>Представлення моделі інформаційної комірки     мережею Петрі .....</i>	<i>249</i>
9.2.3. <i>Приклад моделювання ГАВ мережею Петрі .....</i>	<i>252</i>
9.2.4. <i>Критерії ефективності .....</i>	<i>255</i>
9.3. Імітаційне моделювання процесів у гнучкому автоматизованому виробництві .....	257
9.3.1. <i>Характеристика методу .....</i>	<i>257</i>
9.3.2. <i>Процес створення імітаційної моделі .....</i>	<i>259</i>
9.3.3. <i>Методи побудови концептуальних моделей ГАВ і РТК ...</i>	<i>262</i>
9.3.4. <i>Програмні засоби створення імітаційних моделей     виробничих систем .....</i>	<i>263</i>
<b>Висновки .....</b>	<b>272</b>
<b>Література .....</b>	<b>276</b>

## ПЕРЕДМОВА

*Абсолютно нові можливості у промисловому виробництві відкрили гнучкі автоматизовані системи і робототехнічні комплекси, призначені для роботи в умовах динамічного серійного та дрібносерійного виробництва. Застосування промислових роботів, технологічного обладнання з числовим програмним керуванням та ЕОМ дає змогу вирішити проблему комплексної автоматизації багатонаменклатурного виробництва в умовах ринкової економіки.*

*Література на цю тему переважно є монографічною і не відповідає вимогам навчального процесу, змісту робочих програм. Тому підготовка видання, яке концентрує матеріал відповідно до навчальної програми, є потрібним і актуальним завданням.*

*У посібнику описані (в об'ємі навчальної програми курсу “Гнучке автоматизоване виробництво і роботизовані комплекси”) системи керування робототехнічними комплексами та гнучким автоматизованим виробництвом, чим було виконане завдання збору матеріалу і розкриття основного змісту побудови і структур таких систем, створення їх моделей у зв'язку з вимогами виробництва.*

*У посібнику описані системи керування роботами трьох поколінь. Це системи циклового, позиційного, контурного програмного керування промисловими роботами першого покоління, а також використання їх для керування роботами, що здійснюють операції завантаження-розвантаження, транспортування та складання виробленого продукту.*

*Адаптивні системи керування роботами другого покоління розглянуті в сукупності зі сучасними структурами робототехнічних комплексів. Подані приклади застосування таких систем у виробництві прецизійних виробів та для транспортно-маніпуляційних роботів другого покоління.*

*Розглянуті функціональні структури роботів зі штучним інтелектом третього покоління. Показано логічний перехід від систем програмного керування промисловими роботами до багатоконтурних систем з самоорганізацією інтегральних роботів.*

*Дана характеристика, описані функції та структури гнучких автоматизованих виробничих систем.*

*Показані принципи побудови й описані особливості систем автоматизованого контролювання та керування технологічним процесом*

## **Передмова**

---

*і гнучким автоматизованим виробництвом.*

*Така структура навчального посібника, в основу якого покладена праця [1] з відповідним опрацюванням та доповненнями авторів, дає можливість студентам полегшити самостійне вивчення курсу “Гнучке автоматизоване виробництво і роботизовані комплекси”, а також поповнити знання з робототехніки магістрам, аспірантам та інженерам такого профілю.*

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

*Дудюк Дмитро Лук'янович  
Мазепа Святослав Степанович  
Мисик Михайло Михайлович*

## **ГНУЧКЕ АВТОМАТИЗОВАНЕ ВИРОБНИЦТВО І РОБОТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ**

*Навчальний посібник*

Формат 60×90/16. Папір офсетний.  
Гарнітура Тип Таймс.  
Умовн. друк. арк. 16,8.

ПП “Магнолія 2006”  
, м. Львів-60, 79060, Україна.  
Тел. +3805037019570; E-mail: [magnol06@ukr.net](mailto:magnol06@ukr.net)  
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до  
Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів  
видавничої продукції: серія ДК № 2534 від 21.06.2006 року,  
видане Державним комітетом телебачення і радіомовлення України

Віддруковано у друкарні видавництва “Магнолія 2006”