

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«Харківський політехнічний інститут»

М. В. Аніщенко

**СИСТЕМИ
ЧИСЛОВОГО ПРОГРАМНОГО
КЕРУВАННЯ**

Навчальний посібник
для студентів вищих навчальних закладів
Рекомендовано Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України

Харків
Підручник НТУ «ХПІ»
20 12

УДК 62-503.55:681.513
ББК 32.965.7
А67

Рецензенти:

Б. І. Кузнецов, доктор технічних наук, професор, НТЦ магнетизму
технічних об'єктів НАН України;

О. М. Сінчук, доктор технічних наук, професор, Кременчуцький
національний університет ім. М. Остроградського.

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України
як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів
(лист № 1/11-5218 від 17.04.2012 р.)*

Аніщенко М. В.
А67 Системи числового програмного керування : навч. посіб. /
М. В. Аніщенко. - Харків : Підручник НТУ «ХПІ», 2012. -312 с.

ISBN 978-966-2426-42-7

Подано основні поняття, визначення і принципи побудови систем числового програмного керування, розглянуто основні теоретичні та деякі практичні питання підготовки керуючих програм для металорізальних верстатів з ЧПК, наведено огляд структурних схем різних пристроїв ЧПК, а також розглянуто основні задачі керування систем ЧПК і принципи побудови сучасних електроприводів верстатів та промислових роботів.

Призначено для студентів спеціальності 7.05070204 «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» базового напрямку 6.050702 «Електромеханіка», а також для аспірантів та інженерно-технічних працівників.

Іл. 157. Табл. 21. Бібліогр. 25 назв.

УДК 62-503.55:681.513

ББК 32.965.7

© М. В. Аніщенко, 2012

ISBN 978-966-2426-42-7

© Підручник НТУ «ХПІ», 2012

ЗМІСТ

Вступ.....	3
Розділ 1. Загальні питання підготовки керуючих програм	5
1.1. Загальні відомості про системи ЧПК.....	5
1.1.1. Основні визначення систем ЧПК.....	5
1.1.2. Структура технологічного процесу і технологічна документація.....	9
1.2. Системи координат.....	13
1.2.1. Система координат верстата.....	13
1.2.2. Системи координат деталі та інструмента .	16
1.2.3. Зв'язок систем координат.....	17
1.3. Розрахунок елементів контуру деталі і траєкторії інструмента	19
1.3.1. Розрахунок елементів траєкторії інструмента	19
1.3.2. Інтерполяція та особливості розрахунку траєкторії інструмента.....	24
1.4. Структура керуючої програми.....	26
1.4.1. Код ISO-7bit.....	26
1.4.2. Структура КП.....	29
1.4.3. Формат кадру КП.....	34
1.4.4. Види програмоносіїв.....	36
1.5. Системи автоматизації програмування.....	41
1.5.1. Класифікація та огляд САП.....	42
1.5.2. Структура САП.....	45
1.5.3. Мови програмування САП.....	48
1.5.4. Методи і мови програмування роботів.....	55

Розділ 2. Системи та пристрої ЧПК.....	57
2.1. Структура і класифікація систем ЧПК.....	57
2.1.1. Функціональна схема системи ЧПК верстатом	57
2.1.2. Класифікація систем ЧПК.....	61
2.1.3. Системи ЧПК класів NC і SNC.....	63
2.1.4. Системи ЧПК класів CNC, DNC, HNC.....	65
2.2. Мікропроцесорні пристрої ЧПК.....	69
2.2.1. Архітектура мікропроцесорних пристроїв ЧПК	69
2.2.2. Організація обміну інформацією.....	71
2.2.3. Пристрій ЧПК моделі 2C42.....	72
2.2.4. Пристрій ЧПК моделі «Електроніка НЦ-31»	76
2.2.5. Пристрій ЧПК моделі «Електроніка НЦ 80-31»	78
2.2.6. Пристрій ЧПК моделі «Сфера-36».....	80
2.3. Класифікація і структура сучасних пристроїв ЧПК	83
2.3.1. Класифікація сучасних пристроїв ЧПК.....	83
2.3.2. Пристрій ЧПК типу CNC.....	84
2.3.3. Пристрої ЧПК типу PCNC-1.....	85
2.3.4. Пристрої ЧПК типу PCNC-2-PCNC-4.....	92
Розділ 3. Особливості побудови сучасних пристроїв ЧПК	98
3.1. Принцип побудови систем ЧПК типу PCNC....	98
3.1.1. Модульна відкрита архітектура систем ЧПК	98
3.1.2. Принцип відкритого керування.....	102
3.1.3. Побудова міжмодульного комунікаційного середовища	107
3.2. Операційні системи сучасних пристроїв ЧПК	113
3.2.1. Операційні системи ПЧПК.....	113
3.2.2. Огляд операційних систем реального часу	117
3.2.3. Операційна система Windows NT з розширенням PC RTX....	121
3.3. Програмне забезпечення сучасних систем ЧПК	127
3.3.1. Структура програмного забезпечення мікропроцесорних ПЧПК.....	127
3.3.2. Програмне забезпечення систем ЧПК типу PCNC	131
3.4. Організація інтерфейсу мікропроцесорних систем	136
3.4.1. Системні та прикладні інтерфейси.....	136
3.4.2. Адаптер магістралі ПЧПК «Електроніка НЦ-31»	141
Розділ 4. Задачі керування пристроїв ЧПК.....	143
4.1. Термінальна задача керування.....	143
4.1.1. Інтерфейс зв'язку з пультом оператора.....	143
4.1.2. Інтерпретатор діалогу оператора у Windows-інтерфейс	144
4.1.3. Побудова редактора керуючих програм ...	146
4.1.4. Принципи побудови віддалених терміналів	150
4.2. Діагностична задача керування.....	151
4.2.1. Системи діагностики технічного стану.....	152
4.2.2. Діагностика пристроїв ЧПК.....	155
4.2.3. Підсистема діагностики пристроїв ЧПК типу PCNC	157
4.2.4. Реалізація логічного аналізатора.....	159
4.2.5. Реалізація осцилографа.....	161
4.3. Логічна задача керування.....	163
4.3.1. Суть логічної задачі.....	163

4.3.2. Контролер електроавтоматики ПЧПК типу CNC	164
4.3.3. Керування електроавтоматикою у ПЧПК типу PCNC-1	165
4.3.4. Керування електроавтоматикою верстатів з ЧПК за типом віртуальних контролерів SoftPLC....	168
4.4. Технологічна задача керування	174
4.4.1. Керування якістю обробки деталі.....	174
4.4.2. Адаптивне керування ефективністю обробки	178
4.4.3. Системи адаптивного керування	181
4.5. Геометрична задача керування	186
4.5.1. Інтерпретатор керуючих програм.....	186
4.5.2. Суть інтерполяції.....	189
4.5.3. Інтерполятор у системах ЧПК типу PCNC	190
4.6. Методи інтерполяції.....	194
4.6.1. Метод функції оцінювання.....	195
4.6.2. Метод цифрових диференціальних перетворювачів	199
4.6.3. Поліноміальна інтерполяція.....	203

Розділ 5. Системи електроприводів верстатів з ЧПК

та промислових роботів	209
5.1. Класифікація електроприводів верстатів і роботів	209
5.2. Електропривод головного руху	211
5.2.1. Принцип побудови електропривода головного руху	211
5.2.2. Розрахунок потужності та вибір електродвигуна	212
5.2.3. Функціональна схема електропривода головного руху	214
5.2.4. Комплектний привод головного руху «Кемтор»	216
5.3. Електропривод механізму подачі	219
5.3.1. Структура слідкувального електропривода	219
5.3.2. Вибір потужності електродвигуна механізму подачі	221
5.3.3. Датчики зворотного зв'язку за положенням	223
5.3.4. Комплектний електропривод подачі постійного струму	234
5.3.5. Комплектний асинхронний електропривод подачі	235
5.3.6. Вентильний електропривод подачі.....	237
5.3.7. Кроковий електропривод.....	241
5.4. Організація контуру положення в замкнених МП ПЧПК	250
5.4.1. Організація контуру положення в МП ПЧПК типу CNC «Електроніка НЦ-31»	250
5.4.2. Організація контуру положення в МП ПЧПК типу CNC «Електроніка НЦ80-31»	252
5.4.3. Організація контуру положення в МП ПЧПК типу CNC 2C42	253
5.4.4. Модуль положення осі ПЧПК JNC типу PCNC-1	257
5.4.5. Контур положення ПЧПК FMS-3200 типу PCNC-1	259
5.4.6. Організація інтерфейсу сучасних цифрових слідкувальних приводів	262

Розділ 6. Програмування обробки деталей.....272

6.1. Ручна підготовка керуючих програм	272	
6.1.1. Програмування контуру деталі	273	
6.1.2. Програмування еквідистантного контуру	274	
6.1.3. Загальні питання підготовки КП пристрою ЧПК 2С42	274	
6.1.4. Підготовчі та допоміжні функції	275	
6.1.5. Програмування переміщень	275	
6.1.6. Приклади керуючих програм у коді ISO-7 bit	279	
6.2. «Автоматизована підготовка керуючих програм	281	
6.2.1. Основні відомості про вхідну мову системи «ИНТЕРСАП-4»	281	
6.2.2. Опис геометричних об'єктів	283	
6.2.3. Приклади програмування вхідною мовою САП «ИНТЕРСАП-4»	293	
6.2.4. Короткий опис оболонки системи «ИНТЕРСАП-4»	296	
6.3. Візуальна перевірка траєкторії руху	302	
Список літератури	304	
Предметний покажчик	306	