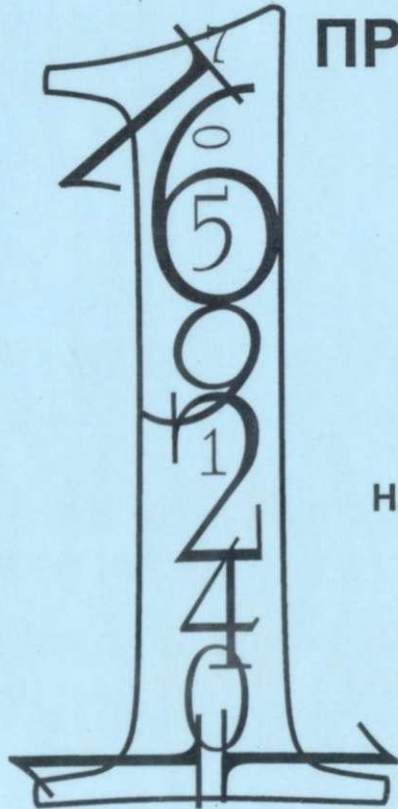


М. В. Аніщенко

**СИСТЕМИ
ЧИСЛОВОГО
ПРОГРАМНОГО
КЕРУВАННЯ**



Навчальний посібник



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

1601828

Рекомендовано Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України

Харків

Підручник НТУ «ХШ»

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 2С42..... | 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 2С42..... | 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 |