

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Под редакцией Н.М. Капустина

Допущено

*Учебно-методическим объединением вузов по образованию
в области автоматизированного машиностроения
в качестве учебника для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлениям подготовки бакалавров
и магистров «Технология, оборудование и автоматизация
машиностроительных производств» и по направлению подготовки
дипломированных специалистов «Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств»
и «Автоматизированные технологии и производства»*



Москва
«Высшая школа»
2004

УДК 621.0
ББК 34.5
А 22

Рецензенты:

кафедра «Автоматизированные станочные системы и инструменты» МГТУ
МАМИ — зав. кафедрой проф. *А.М. Кузнецов*,
д-р техн. наук, проф. *В.А. Тимирязев* (МГТУ «Станкин»)

Авторы:

**Н.М. Капустин, П.М. Кузнецов, А.Г. Схиртладзе,
Н.П. Дьяконова, М.С. Уколов**

Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учеб. для вузов / Н.М. Капустин, П.М. Кузнецов, А.Г. Схиртладзе и др.; Под ред. Н.М. Капустина. — М.: Высш. шк., 2004. — 415 с.: ил.

ISBN 5-06-004583-8

Приведены сведения по различным аспектам и видам автоматизации машиностроения, в том числе по комплексной автоматизации проектирования и изготовления изделий, автоматизации технологических процессов сборки. Значительное внимание уделено особенностям проектирования технологических процессов в условиях автоматизированного производства, математическому моделированию в технологических системах, автоматизации проектирования технологических процессов и управлению техническими объектами и процессами. Рассмотрены вопросы формирования виртуальных производственных систем на базе распределенных производственных систем, использования CALS-технологий и информационных технологий при проектировании и сопровождении изделий на этапах их жизненного цикла

Для студентов, обучающихся по направлениям подготовки «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств», «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», «Автоматизированные технологии и производства». Может быть полезен специалистам, работающим в области машиностроительных технологий.

УДК 621.0
ББК 34.5

ISBN 5-06-004583-8

© ФГУП «Издательство «Высшая школа», 2004

Оригинал-макет данного издания является собственностью издательства «Высшая школа», и его репродуцирование (воспроизведение) любым способом без согласия издательства запрещается.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	7
Список основных сокращений	9
Введение	11

Глава 1

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ — ОСНОВА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА В МАШИНОСТРОЕНИИ

1.1. Особенности проектирования технологических процессов в условиях автоматизированного производства	14
1.2. Основные принципы построения технологии механической обработки в автоматизированных производственных системах	16
1.3. Типовые и групповые технологические процессы	17
1.4. Основные требования к технологии и организации механической обработки в переналаживаемых автоматизированных производственных системах	25
1.5. Особенности разработки технологических процессов автоматизированной и роботизированной сборки	28
1.6. Направления развития машиностроительного производства	31
Вопросы для самопроверки	34

Глава 2

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ И СРЕДСТВА ИХ ОСНАЩЕНИЯ

2.1. Технологическое оборудование и принципы построения автоматизированных производственных систем	35
2.2. Производительность автоматизированных систем	38
2.3. Выбор технологического оборудования и промышленных роботов в автоматизированном производстве	49
2.4. Автоматизация загрузки, транспортирования и складирования изделий в условиях автоматизированного производства	61
2.5. Особенности конструкций инструмента и приспособлений в автоматизированном производстве	75
2.6. Компонентные схемы автоматизированных производственных систем	83
2.7. Экономическая эффективность автоматизации производства	90
Вопросы для самопроверки	94

Глава 3

**НАДЕЖНОСТЬ, КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА
В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

3.1. Экономические и социальные аспекты надежности	95
3.2. Связь надежности с производительностью	100
3.3. Методы повышения надежности автоматизированных систем	106
3.4. Стендовые испытания на надежность	125
3.5. Контроль и диагностика качества продукции	131
Вопросы для самопроверки	174

Глава 4

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ОПЕРАЦИЙ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ**

4.1. Обеспечение точности при изготовлении деталей на станках с ЧПУ	176
4.2. Построение операций на станках с ЧПУ	182
4.3. Автоматизация подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ	194
4.4. Моделирование процесса обработки поверхностей деталей в интерактивном режиме	206
Вопросы для самопроверки	214

Глава 5

**АВТОМАТИЗАЦИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ**

5.1. Определение структуры и основных характеристик производственного процесса	216
5.2. Условия применения автоматической сборки	219
5.3. Последовательность проектирования технологического процесса автоматической сборки	224
5.4. Техничко-экономическая оценка вариантов технологического процесса автоматической сборки	232
5.5. Типовые и групповые технологические процессы сборки	234
Вопросы для самопроверки	236

Глава 6

**МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ
И КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ**

6.1. Требования к математическим моделям и их классификация	237
6.2. Структурные модели	243
6.3. Математические модели на различных иерархических уровнях	247

6.4. Моделирование работы автоматизированных систем	258
6.5. Интеграция автоматизированного проектирования изготовления деталей	263
6.6. Развитие информационных технологий и создание виртуальных производственных систем	267
Вопросы для самопроверки	273

Глава 7

УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ И ПРОЦЕССАМИ

7.1. Общее представление об управлении технологическими объектами	274
7.2. Формирование управляющей информации	284
7.3. Исполнительные механизмы систем управления технологическими объектами	286
7.4. Измерительные устройства, датчики обратной связи	295
7.5. Формирование сигнала обратной связи	304
7.6. Моделирование систем управления технологическими объектами	306
7.7. Оптимальное управление технологическими объектами	319
7.8. Развитие систем управления технологическими объектами	323
Вопросы для самопроверки	326

Глава 8

ФОРМИРОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ

8.1. Принцип многообъектного технологического проектирования в распределенных производственных системах	327
8.2. Разработка инвариантной информационной модели виртуальной производственной системы	333
8.3. Информационные обратные связи в виртуальной производственной системе	340
8.4. Методы и средства моделирования процесса формирования виртуальной производственной системы	344
8.5. Особенности технологического проектирования в виртуальной производственной системе	348
8.6. Разработка структуры и алгоритма процесса многообъектного технологического проектирования	353
Вопросы для самопроверки	358

Глава 9

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ

9.1. Разработка информационной модели процесса функционирования отдельного производственного модуля	359
9.2. Моделирование процесса функционирования совокупности модулей	364
9.3. Моделирование процесса назначения очередности поступления заданий в производственную систему	368
9.4. Моделирование процесса функционирования технологического оборудования виртуальной производственной системы	371
9.5. Формирование информационного обеспечения математических моделей функционирования технологического оборудования виртуальной производственной системы	374
Вопросы для самопроверки	376

Глава 10

МНОГООБЪКТНОЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ В ВИРТУАЛЬНОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ

10.1. Основные этапы многообъектного технологического проектирования	378
10.2. Информационное обеспечение автоматизированного технологического проектирования	382
10.3. Методическое обеспечение многообъектного технологического проектирования	390
10.4. Интеллектуальное управление процессами технологического проектирования	397
10.5. Примеры реализации многообъектного автоматизированного технологического проектирования в виртуальной производственной системе	401
Вопросы для самопроверки	412
Заключение	413
Список литературы	414