

**Г. Б. БУРДО, С. Н. ГРИГОРЬЕВ, В. А. КАМАЕВ,
В. Г. МИТРОФАНОВ, Б. В. ПАЛЮХ,
А. Г. СХИРТЛАДЗЕ**

ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ САПР ТП В МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОМ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

*Допущено Учебно-методическим объединением вузов
по образованию в области автоматизированного машиностроения
(УМО АМ) в качестве учебника для студентов высших учебных
заведений, обучающихся по направлениям
«Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств», «Автоматизация
технологических процессов и производств»*

Б И Б Л И О Т Е К А
Учреждения образования
"Гомельский государственный
технический университет
имени П.О. Сухого" №

Старый Оскол

ТНТ
2017

Основы построения САПР ТП в многономенклатурном машиностроительном производстве : учебник для вузов / Т. Б. Бурдо [и др.]. — Старый Оскол : ТНТ 2017. — 278 с. : ил. — Библиогр. : с. 274—278.

УДК 658.512.011.56:621(075.8)

ББК 65

Чит. зал №1 — 2 экз.

Рассмотрены методологические основы построения САПР ТП в многономенклатурном машиностроительном производстве с элементами искусственного интеллекта. Показаны концептуальные подходы к осуществлению организационно-технологического проектирования технологических процессов в автоматизированных системах технологической подготовки производства. Приведена методика валидации и верификации моделей САПР ТП.

Учебник предназначен для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», «Автоматизация технологических процессов и производств».

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----------|
| УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ | 7 |
| ВВЕДЕНИЕ | 8 |
| ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В ЕДИНИЧНОМ И МЕЛКОСЕРИЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ | 16 |
| 1.1. Актуальность автоматизации технологической подготовки в единичном и мелкосерийном производстве | 16 |
| 1.2. Характеристики производственных систем ЕДП и МСП ... | 19 |
| 1.2.1. Структура производственной системы ЕДП и МСП ... | 19 |
| 1.2.2. Отличительные черты производственных систем ЕДП и МСП | 22 |
| 1.3. Характеристика методологии автоматизированного проектирования технологических процессов | 23 |
| 1.3.1. Характеристика современных систем технологической подготовки производства | 23 |
| 1.3.2. Основные научные результаты в области автоматизированного проектирования технологических процессов | 27 |
| 1.4. Основные научные результаты в области методологических основ теории проектирования, теории систем, искусственного интеллекта и CALS-технологий | 36 |
| 1.5. Основные выводы из первой главы | 47 |
| ГЛАВА 2. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ | 48 |
| 2.1. Состав агентов и функции производственной системы | 49 |
| 2.2. Информационные связи элементов производственной системы | 56 |
| 2.2.1. Основы методологии системного анализа ПС | 56 |
| 2.2.2. Информационные связи производственной системы с внешней средой | 58 |
| 2.3. Анализ информационных связей элементов производственной системы | 70 |

| | |
|---|----|
| 2.4. Иерархия и классификация подсистем ПС | 74 |
| 2.5. Цикл работы производственной системы. Временные связи в ПС | 75 |
| 2.6. Теоретико-множественная модель многоагентной производственной системы | 80 |
| 2.7. Основные выводы из второй главы | 90 |

ГЛАВА 3. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ПОДСИСТЕМАХ САПР ТП С ЭЛЕМЕНТАМИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

| | |
|--|-----|
| 3.1. Методологические основы системного подхода в решающих системах с элементами искусственного интеллекта | 91 |
| 3.1.1. Закономерности декомпозиции процессов проектирования в решающих системах | 91 |
| 3.1.2. Системные характеристики процесса проектирования и проектируемых объектов в решающих системах | 95 |
| 3.2. Концепции создания САПР ТП с элементами искусственного интеллекта | 102 |
| 3.3. Способы представления знаний и методы синтеза решений в САПР ТП с элементами искусственного интеллекта | 111 |
| 3.3.1. Способы представления знаний в подсистемах САПР ТП | 111 |
| 3.3.2. Основные методы и этапы решения задач в системах с элементами искусственного интеллекта | 112 |
| 3.4. Механизм принятия решений и накопления знаний в подсистемах САПР ТП | 117 |
| 3.4.1. Структура проектной функции | 117 |
| 3.4.2. Механизм накопления знаний в функции преобразования | 124 |
| 3.5. Общие принципы формирования критериев и целевых функций на уровнях процесса проектирования | 127 |
| 3.6. Основные этапы создания САПР ТП как решающей системы | 130 |
| 3.7. Основные выводы из третьей главы | 133 |

ГЛАВА 4. ФОРМАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ 135

| | |
|---|-----|
| 4.1. Построение САПР ТП с элементами искусственного интеллекта в условиях предприятий многономенклатурного производства | 135 |
| 4.1.1. Принципы построения САПР ТП | 135 |
| 4.1.2. Декомпозиция процесса проектирования в САПР ТП | 139 |
| 4.1.3. Принципы построения моделей ПТП с элементами ИИ | 140 |
| 4.2. Структура процесса технологического проектирования ... | 143 |
| 4.2.1. Модель поиска решений | 143 |
| 4.2.2. Теоретико-множественная модель САПР ТП | 148 |
| 4.2.3. Логическая модель принятия решений в САПР ТП | 156 |
| 4.3. Формальные типовые проектные процедуры | 159 |
| 4.3.1 Формальные проектные процедуры на основе решений-аналогов и типовых решений (поиск-доработка) | 159 |
| 4.3.2. Типовые процедуры проектирования единичных технологических процессов | 166 |
| 4.4. Модель знаний для синтеза технологических процессов | 174 |
| 4.4.1. Модель знаний для укрупнённых схем технологического процесса | 174 |
| 4.4.2. Модель знаний для синтеза маршрутов обработки детали | 185 |
| 4.4.3. Модель знаний для проектирования операционной технологии | 197 |
| 4.4.4. Синтез параметров управляющих программ для станков с ЧПУ и определение режимов резания | 220 |
| 4.5. Разработка системы критериальной оценки | 222 |
| 4.5.1. Принципы выбора системы критериев | 222 |
| 4.5.2. Формирование критериев в САПР ТП | 223 |
| 4.6. Процедуры накопления и обобщения опыта в САПР ТП | 232 |
| 4.6.1. Процедуры накопления и обобщения опыта применения критериев | 232 |

| | |
|---|------------|
| 4.6.2. Процедуры накопления и обобщения опыта при разработке ТПр | 233 |
| 4.7. Основные выводы из четвёртой главы | 239 |
| ГЛАВА 5. ВЕРИФИКАЦИЯ И ВАЛИДАЦИЯ МОДЕЛЕЙ | 241 |
| 5.1. Совершенствование номенклатуры изготавливаемых деталей путём унификации конструкторско-технологических характеристик изготавливаемых деталей | 241 |
| 5.2. Моделирование процедур проектирования технологических процессов | 244 |
| 5.2.1. Методика проектирования и программные средства | 244 |
| 5.2.2. Верификация моделей проектирования типовых и единичных технологических процессов | 248 |
| 5.2.3. Валидация моделей проектирования технологических процессов | 257 |
| 5.2.4. Верификация и валидация моделей размерной структуры технологических процессов | 261 |
| 5.3. Место процессов технологической подготовки и сопровождения ТПр в структуре процессов управления организацией | 265 |
| 5.4. Направления интеграции САПР ТПр в единое информационное пространство | 267 |
| 5.5. Основные выводы из пятой главы | 270 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 271 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | 274 |