

# **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

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

**БИБЛИОТЕКА**  
Учреждения образования  
"Гомельский государственный  
технический университет  
имени П.О. Сухого" №

Старый Оскол

«ТНТ»

2017

**Технология производства и автоматизированное проектирование технологических процессов машиностроения** : учебник для вузов / [В. А. Тимирязев и др.]. — Старый Оскол : ТНТ, 2017. — 319 с. : ил., табл. — Библиогр. : с. 312—317.

УДК [658.512.011.56 + 621-027.3](075.8)

ББК 65

**Чит. зал №1 — 2 экз.**

В систематизированной последовательности излагаются вопросы, связанные с построением и использованием систем автоматизации проектирования технологических процессов изготовления и сборки изделий в условиях современного машиностроения. Представленная информация отражает современный научно-практический уровень развития САПР.

Приведены сведения об автоматизированном проектировании средств технологического оснащения, а также о технологии автоматизированной сборки. Рассматриваются особенности технологии обработки заготовок на станках с ЧПУ и автоматизации подготовки управляющих программ. Показаны возможности формализации и оптимизации основных задач технологической подготовки производства.

Учебник предназначен для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», «Автоматизация технологических процессов и производств», а также будет полезен для решения практических задач при автоматизированном проектировании технологических процессов в курсовых и дипломных проектах и при выполнении научно-исследовательских работ.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	8
<b>ГЛАВА 1. Автоматизированное проектирование технологических процессов изготовления деталей</b> .....	13
1.1. САПР и комплексная автоматизация подготовки производства .....	13
1.1.1. Из истории развития отечественной автоматизации ТПП .....	14
1.1.2. Цель АС ТПП и преимущества использования .....	15
1.1.3. Свойства АС ТПП .....	16
1.1.4. Состав функциональных подсистем и структура АС ТПП .....	18
1.1.5. Назначение отдельных подсистем АС ТПП .....	20
1.2. Понятие САПР .....	21
1.3. Классификация САПР .....	22
1.3.1. САПР изделий .....	23
1.3.2. САПР технологии изготовления .....	24
1.4. Классификация САПР ТП .....	28
1.5. Немного о САД-системах .....	30
1.5.1. Системы разработки чертежей .....	31
1.5.2. Системы геометрического моделирования .....	32
1.5.3. Эволюция разработок в области САД .....	34
1.5.4. Обзор современных САД-систем .....	36
1.5.5. Основные современные концепции моделирования .....	36
1.6. Особенности информационного обеспечения АС ТПП .....	37
1.6.1. Понятие информационного фонда .....	37
1.6.2. Особенности информационного фонда предприятия .....	38
1.6.3. Классификаторы .....	39
1.6.4. Основные номенклатурные справочники TechnologiCS .....	41
1.7. Электронные технологические документы .....	42
1.7.1. Основные понятия .....	42
1.7.2. Электронный технологический процесс .....	43
1.7.3. Классификация электронных техпроцессов .....	44
1.7.4. Структура электронного техпроцесса .....	46

1.8. Особенности методического обеспечения САПР ТП .....	48
1.8.1. Методическое обеспечение и типизация .....	49
1.9. Классификация методик проектирования ТП средствами САПР ТП .....	53
1.9.1. Методика прямого проектирования ТП .....	54
1.9.2. Методика проектирования электронной технологии из типовых блоков .....	57
1.9.3. Методики проектирования на основе анализа унифицированного ТП .....	58
1.9.4. Методика проектирования технологических процессов на основе обобщённого технологического процесса .....	62
1.9.5. Методики проектирования на основе модульной технологии .....	65
1.9.6. Создание электронного документа вида ТТП/ГТП ...	66
1.9.7. Методика проектирования ТП на основе одного или нескольких техпроцессов-аналогов в ВЕРТИКАЛЬ ...	68
1.9.8. Методика проектирования ТП на основе техпроцесса-аналога с использованием компонентов дерева КТЭ .....	68
1.9.9. Методика синтеза ТП .....	72
1.9.10. Формирование операций ТП из планов КТЭ в ВЕРТИКАЛЬ .....	72
1.10. Формирование отчёта в САПР ТП .....	74
1.10.1. Информационная организация карты .....	74
1.11. САПР — «зарубежная САПР ТП» .....	77
1.12. Обзор современных САПР ТП .....	83
1.13. Пути совершенствования автоматизированных систем поддержки технологической подготовки производства ...	93

## **ГЛАВА 2. Особенности технологии обработки заготовок**

<b>на станках с ЧПУ .....</b>	<b>99</b>
2.1. Основные понятия .....	99
2.1.1. Из истории станков с ЧПУ .....	100
2.1.2. Аппаратное обеспечение .....	102
2.1.3. Программное обеспечение .....	103
2.1.4. Общая структура программы .....	105
2.2. Особенности технологической подготовки производства при применении станков с ЧПУ .....	125

2.3. Рекомендации по выбору деталей, изготавливаемых на станках с ЧПУ. Требования к заготовкам .....	126
2.4. Требования к технологичности конструкции деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ .....	128
2.5. Особенности автоматизации подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ .....	134
2.5.1. Особенности подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ .....	134
2.5.2. Методы подготовки управляющих программ .....	139
2.5.3. Системы для автоматизированной подготовки управляющих программ станков и технологического оборудования с ЧПУ .....	142
<b>ГЛАВА 3. Технология автоматизированной сборки .....</b>	<b>150</b>
3.1. Особенности автоматизированной сборки изделий. Основные сложности автоматизации сборки .....	150
3.2. Основные направления автоматизации сборки .....	161
3.3. Особенности технологичности конструкций деталей и сборочных единиц в условиях автоматической сборки .....	163
3.4. Механизация и автоматизация сборочных работ .....	167
3.4.1. Проблемы механизации и автоматизации сборочных работ .....	167
3.4.2. Автоматизация операций .....	168
3.4.3. Анализ схем базирования деталей при автоматической сборке .....	171
3.5. Структура процесса автоматической сборки .....	174
3.5.1. Структура сборочной операции .....	174
3.5.2. Доставка собираемых компонентов на рабочие места сборки .....	180
3.5.3. Ориентация собираемых компонентов в пространстве и подача их на позиции сборки .....	181
3.5.4. Базирование собираемых компонентов на позиции сборки .....	190
3.5.5. Относительная ориентация собираемых компонентов с необходимой точностью на позиции сборки .....	194
3.5.6. Сопряжение и закрепление собираемых компонентов друг с другом .....	197
3.6. Относительное положение собираемых деталей .....	202

3.7. Общие условия автоматической собираемости деталей ...	203
3.8. Последовательность и этапы процесса автоматического соединения деталей .....	210
3.9. Влияние на условия автоматического соединения деталей инерционных погрешностей .....	214
<b>ГЛАВА 4. Автоматизированное проектирование технологических процессов сборки изделий .....</b>	<b>218</b>
4.1. Общие понятия .....	218
4.2. Особенности проектирования ТП сборки в САПР ТП ...	222
4.3. Особенности работы в САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ с использованием инструментария по комплектованию операций ТП сборки .....	226
4.4. Особенности использования TechnologiCS для решения задач проектирования ТП сборки .....	230
4.5. Проектирование на основе модульной технологии ...	240
4.6. Моделирование сборок в CAD и решение некоторых задач разработки технологии сборки .....	241
<b>ГЛАВА 5. Автоматизированное проектирование средств технологического оснащения .....</b>	<b>251</b>
5.1. Классификация приспособлений .....	253
5.2. Традиционное проектирование .....	257
5.3. Автоматизированное проектирование .....	263
5.3.1. Основные функции систем автоматизированного проектирования и изготовления технологической оснастки .....	265
5.3.2. Обзор современных систем САПР ТО .....	270
<b>ГЛАВА 6. Автоматизированное проектирование и оптимизация конструкций изделий. Применение компьютерного моделирования для оптимизации размерно-геометрических и массовых характеристик деталей ...</b>	<b>283</b>
6.1. Некоторые сведения о методе конечных элементов .....	289
6.2. Оптимизация конструкции детали средствами МКЭ .....	291
6.2.1. Параметрическая оптимизация .....	291
6.2.2. Параметрическая оптимизация в среде SolidWorks Simulation .....	292
6.2.3. Непараметрическая оптимизация .....	293

6.3. Пример оптимизации конструкции детали .....	293
6.3.1. Исходные данные для расчёта .....	294
6.3.2. Импорт и предварительная подготовка геометрии ...	295
6.3.3. Материал и ограничения оптимизации .....	298
6.3.4. Анализ методом конечных элементов .....	299
6.3.5. Расчёт на прочность .....	300
6.3.6. Оптимизация по критерию максимальной податливости .....	301
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>307</b>
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....</b>	<b>312</b>