

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А. И. Пунько

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением
по аграрному техническому образованию в качестве пособия
для студентов учреждений высшего образования
по специальности 6-05-0812-01 «Техническое обеспечение
производства сельскохозяйственной продукции»*

Минск
БГАТУ
2024

УДК 658.512(07)
ББК 31.27-05я7
П88

Рецензенты:

кафедра технического сервиса и общеинженерных дисциплин
УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»
(кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой *В. И. Коцуба*);
кандидат технических наук, доцент, научный сотрудник
лаборатории механизации производства овощей и корнеклубнеплодов
РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации
сельского хозяйства» *А. С. Воробей*

Пуцько, А. И.

П88 Системы автоматизированного проектирования : пособие /
А. И. Пуцько. – Минск : БГАТУ, 2024. – 104 с.
ISBN 978-985-25-0272-6.

Рассмотрены вопросы проектирования с применением современных комплексов КОМПАС-3D, AutoCAD, SolidWorks и др. В пособии представлены: основополагающие принципы САПР, их классификация, методы процесса проектирования и конструирования, способы использования информационных технологий для автоматизации проектных, конструкторских и технологических задач.

Для студентов специальности 6-05-0812-01 «Техническое обеспечение производства сельскохозяйственной продукции».

УДК 658.512(07)
ББК 31.27-05я7

ISBN 978-985-25-0272-6

© БГАТУ, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О САПР И ИХ МЕСТЕ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ МАШИНОСТРОЕНИИ. СОВРЕМЕННЫЕ ПРИКЛАДНЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	
1.1. Основные понятия и определения	7
1.2. Структура САПР конструкторско-технологического назначения.....	8
1.3. Структура и стадии процесса проектирования.....	9
1.4. Виды обеспечений САПР	10
1.5. CAD/CAM/CAE системы.....	12
1.6. Возможности современных САПР	12
1.7. САПР среднего уровня. САПР верхнего уровня.....	15
1.8. Методика создания 3D-моделей в САПР.....	17
1.9. Принцип системного подхода	18
2. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ДЕТАЛЕЙ И СБОРОК НА ОСНОВЕ ИХ 3D-МОДЕЛЕЙ	
2.1. Ассоциативная связь между моделями и конструкторской документацией.....	19
2.2. Автоматизированное формирование ассоциативных 2D-изображений на основе их 3D-моделей	19
2.3. Оформление чертежа	21
2.4. Формирование спецификации в различных режимах.....	23
3. МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ 3D-СБОРОК	
3.1. Методики создания 3D сборок в САПР	27
3.2. Использование соударений и сопряжений при сборке. Редактирование модели сборки	29
3.3. Создание и редактирование модели детали в сборке «по месту».....	31
3.4. Применение библиотек 3D стандартных изделий при создании сборки	31
3.5. Определение свойств моделей детали и сборки.....	33
3.6. Создание разнесенной сборки.....	35

4. МЕТОДЫ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В САПР

- 4.1. Назначение параметризации. Непараметрические и параметрические модели геометрических объектов в САПР 38
- 4.2. Методы параметризации 2D и 3D моделей в САПР 39
- 4.3. Ограничения в системах параметризации: размерные, топологические, функциональные, логические..... 44
- 4.4. Параметризация геометрических объектов. Степени свободы 46

5. МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА

- 5.1. Проектирование металлоконструкций при помощи прикладных библиотек 50
- 5.2. Создание трехмерных эскизов и каркасов 50
- 5.3. Построение подсечек, ребер жесткости и групп отверстий ... 52
- 5.4. Формирование КД на металлоконструкции..... 54
- 5.5. Методика создания изделий из листового сортамента 54
- 5.6. Создание конструктивных элементов листовых тел..... 56
- 5.7. Создание разверток 59
- 5.8. Методика формирования КД на изделия из листового сортамента..... 60

6. ПРИКЛАДНЫЕ БИБЛИОТЕКИ САПР

- 6.1. Прикладные библиотеки (модули, приложения) САПР 62
- 6.2. Моделирование механических передач, пружин и других деталей с использованием прикладных библиотек (приложений) САПР 64
- 6.3. Назначение и особенности работы с прикладной библиотекой «Универсальный механизм Express» 66
- 6.4. Создание фотореалистичных изображений и анимации 68

7. ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ САПР ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ (САЕ)

- 7.1. САЕ-системы функционального проектирования, назначение, возможности и особенности применения 72
- 7.2. Программное обеспечение инженерного анализа 74

7.3. Анализ прочности по методу конечных элементов (МКЭ), статический, динамический, тепловой, кинематический и другие виды анализа	77
7.4. Возможности выполнения инженерного анализа с использованием прикладных библиотек	78
8. ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В САПР	
8.1. Обзор аддитивных технологий производства деталей	83
8.2. Методика создания физического объекта на базе цифровой 3D-модели	84
8.3. Решетчатые структуры для аддитивного производства	86
8.4. Программное обеспечение для реализации аддитивных технологий. Программы-слайсеры	88
9. ТЕХНОЛОГИИ ПОДДЕРЖКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ. PDM, ERP, PLM СИСТЕМЫ	
9.1. Понятие о жизненном цикле изделия	93
9.2. CALS-технологии	95
9.3. Системы управления производственной информацией	96
9.4. Планирование ресурсов предприятия	98
9.5. PLM-технологии	99
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	102

Учебное издание

Пуцько Андрей Иванович

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Пособие

Ответственный за выпуск *П. В. Авраменко*

Редактор *Д. О. Михеева*

Корректор *Д. О. Михеева*

Компьютерная верстка *Д. О. Михеевой*

Дизайн обложки *Д. О. Михеевой*

Подписано в печать 10.12.2024. Формат 60×84¹/₁₆.

Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 6,04. Уч.-изд. л. 4,73. Тираж 99 экз. Заказ 478.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования

«Белорусский государственный аграрный технический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий

№ 1/359 от 09.06.2014.

№ 2/151 от 11.06.2014.

Пр-т Независимости, 99–1, 220012, Минск.