

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра технологии металлов

**Л. М. Акулович, А. В. Миранович, Е. В. Сенчуров**

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ**

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением  
по аграрному техническому образованию  
в качестве учебно-методического комплекса  
для студентов учреждений высшего образования  
по специальности 1-74 06 03*

*Ремонтно-обслуживающее производство в сельском хозяйстве*

Минск  
БГАТУ  
2014

УДК 621:658.512(07)  
ББК 34.44я7  
А44

*Рецензенты:*

заместитель академика-секретаря отделения физико-  
технических наук НАН Беларуси, доктор технических наук,  
профессор *М. Л. Хейфец*;  
заведующий кафедрой «Технология машиностроения» БНТУ,  
доктор технических наук, профессор *В. К. Шелег*

**Акулович, Л. М.**  
А44 Системы автоматизированного проектирования технологий  
механической обработки деталей : учебно-методический комплекс  
/ Л. М. Акулович, А. В. Миранович, Е. В. Сенчуров. – Минск :  
БГАТУ, 2014. – 320 с.  
ISBN 978-985-519-738-7.

Содержит материал о теоретических основах автоматизированного проектирования  
технологических процессов механической обработки деталей сельскохозяйственной  
техники, методику их разработки.

Для студентов учреждений высшего образования по специальности 1-74 06 03  
Ремонтно-обслуживающее производство в сельском хозяйстве.

УДК 621:658.512(07)  
ББК 34.44я7

ISBN 978-985-519-738-7

© БГАТУ, 2014

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....   | 6  |
| МОДУЛЬ 1. Компьютерное проектирование в машиностроении, методы формализации процедур и этапы проектирования технологических процессов .....  | 9  |
| ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ МОДУЛЯ 1 .....  | 12 |
| 1.1. Компьютерная интеграция производственных процессов. Классификация систем автоматизированного проектирования. Функции системы автоматизированного проектирования технологических процессов ..... | 12 |
| 1.1.1. Общие положения об автоматизации проектирования в машиностроении .....  | 12 |
| 1.1.2. Компьютерная интеграция производственных процессов .....  | 14 |
| 1.1.3. Классификация систем автоматизированного проектирования .....   | 21 |
| 1.1.4. Функции систем автоматизированного проектирования технологических процессов .....   | 27 |
| 1.2. Этапы компьютерного проектирования технологических процессов механической обработки .....   | 36 |
| 1.2.1. Исходная информация для проектирования технологических процессов .....  | 36 |
| 1.2.2. Общая концепция описания изделий в системе автоматизированного проектирования технологических процессов .....   | 38 |
| 1.2.3. Схема алгоритма компьютерного проектирования технологических процессов .....  | 40 |
| 1.3. Уровни автоматизации проектирования технологических процессов. Формализация процедур проектирования технологических процессов .....   | 61 |
| 1.3.1. Уровни автоматизации проектирования технологических процессов .....   | 61 |
| 1.3.2. Формализация задач технологического проектирования .....  | 64 |
| МАТЕРИАЛ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ .....  | 92 |
| Лабораторная работа. Кодирование чертежей деталей типа «тела вращения» в ПМК САПР ТП .....   | 92 |

|   |     |
|---|-----|
| МАТЕРИАЛ К УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ .....   | 136 |
| Тема: «Адаптация к условиям предприятия базы данных САПР ТП по разделу “Оснастка”» .....  | 136 |
| РАЗНОУРОВНЕВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО МОДУЛЮ 1 .....  | 138 |
| МОДУЛЬ 2. Структура системы автоматизированного проектирования технологических процессов механической обработки и управляющих программ для станков с ЧПУ в условиях мелкосерийного производства ..... | 145 |
| ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ МОДУЛЯ 2 .....   | 148 |
| 2.1. Математическое моделирование в системе автоматического проектирования технологических процессов. Расчет режимов резания .....  | 148 |
| 2.1.1. Математическое моделирование в системе автоматизированного проектирования технологических процессов .....  | 148 |
| 2.1.2. Этапы решения задач методом математического моделирования .....  | 156 |
| 2.1.3. Основные положения теории линейного программирования .....   | 164 |
| 2.1.4. Расчет режимов резания методом линейного программирования .....  | 169 |
| 2.2. Структура и виды обеспечения системы автоматизированного проектирования технологических процессов .....  | 182 |
| 2.2.1. Структура системы автоматизированного проектирования технологических процессов .....   | 182 |
| 2.2.2. Методы автоматизированного проектирования .....  | 184 |
| 2.2.3. Виды обеспечения системы автоматизированного проектирования технологических процессов .....  | 194 |
| 2.3. Система автоматизированного проектирования технологических процессов и управляющих программ для станков с ЧПУ в условиях мелкосерийного производства .....                                       | 213 |
| 2.3.1. Структура управляющей программы для станков с ЧПУ .....  | 213 |

|   |     |
|---|-----|
| 2.3.2. Классификация систем автоматизированного проектирования управляющих программ.....  | 218 |
| 2.3.3. Структура и состав систем автоматизированного проектирования управляющих программ.....   | 220 |
| 2.3.4. Функции модулей систем автоматизированного проектирования управляющих программ.....  | 221 |
| 2.3.5. Характеристики систем автоматизированного проектирования управляющих программ.....   | 224 |
| 2.3.6. Задание геометрической информации в системах автоматизированного проектирования управляющих программ.....                                    | 227 |
| 2.4. Интеграция системы автоматизированного проектирования в условиях гибких производственных систем.....   | 230 |
| 2.4.1. Особенности технологии механической обработки в условиях гибких производственных систем.....   | 230 |
| 2.4.2. Основные положения методологии проектирования технологии для гибких производственных систем.....   | 240 |
| МАТЕРИАЛ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ.....  | 247 |
| Лабораторная работа № 1. Кодирование чертежей плоских деталей в ПМК САПР ТП PRAMEN.....   | 247 |
| Лабораторная работа № 2. Разработка управляющей программы обработки поверхностей детали на станке мод. 16A20Ф3.....                                 | 279 |
| МАТЕРИАЛ К УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ.....  | 310 |
| Тема: «Ввод в базу данных программно-методического комплекса САПР ТП PRAMEN новой модели оборудования и значений ее технических характеристик»..... | 310 |
| Тема: «Редактирование операционных технологических карт механической обработки».....  | 311 |
| РАЗНОУРОВНЕВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО МОДУЛЮ 2.....   | 312 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....  | 318 |

## ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Системы автоматизированного проектирования» (САПР) относится к циклу общепрофессиональных дисциплин и входит в учебные планы, подготовленные в соответствии с общеобразовательными стандартами Республики Беларусь для группы специальностей 74 06 Агроинженерия и состоит из двух взаимосвязанных модулей:

1. Компьютерное проектирование в машиностроении, методы формализации процедур и этапы проектирования технологических процессов.

2. Структура САПР технологических процессов (ТП) механической обработки и управляющих программ для станков с числовым программным управлением (ЧПУ) в условиях мелкосерийного производства.

**Цель дисциплины** – формирование системы знаний, умений и профессиональных компетенций по использованию современных систем автоматизированного проектирования технологических процессов при организации и деятельности ремонтно-обслуживающего производства в сельском хозяйстве.

### **Задачи дисциплины:**

– изучение методов компьютерного проектирования технологических процессов и формализации технологических решений, структуры САПР технологических процессов, видов обеспечения и языков САПР ТП, режимов работы САПР ТП, порядка автоматизированного проектирования технологических процессов;

– освоение на конкретных примерах методики проектирования технологических процессов механической обработки деталей сельскохозяйственных машин и механизмов с использованием программно-методического комплекса (ПМК) САПР ТП PRAMEN и использование ее в дальнейшем при выполнении курсовых и дипломных проектов.

В результате изучения дисциплины студент *должен знать*:

- особенности задач технологической подготовки производства;
- методологию автоматизированного проектирования технологических процессов;
- правила выбора и комплексирования технических средств, программного обеспечения САПР ТП;