

Е.С. Якубовская

# **СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ УСТАНОВОК**

*Допущено*

*Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебного пособия*

*для студентов учреждений высшего образования по специальностям  
«Энергетическое обеспечение сельского хозяйства (по направлениям)»,  
«Автоматизация технологических процессов и производств  
(по направлениям)»*

**Якубовская, Е. С.** Системы автоматизированного проектирования электротехнических установок : учебное пособие / Е. С. Якубовская. — Минск : Вышэйшая школа, 2020. — 219, [1] с.

УДК [621.31-025.13 + 658.512.22-027.44](075.8)

**Чит. зал №1 — 1 экз.**

Освещаются вопросы методики автоматизированного проектирования электротехнических систем и систем автоматизации. Раскрыта классификация САПР, изложены принципы разработки проектной документации в электротехнических САПР, приведены примеры проектной документации.

Для студентов, магистрантов, аспирантов учреждений высшего образования и специалистов в области автоматизации и энергетического обеспечения сельскохозяйственного производства.

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
<b>1. ВВЕДЕНИЕ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ .....</b>	<b>4</b>
1.1. Основные понятия в САПР .....	4
1.2. Цели и задачи электротехнического проектирования .....	6
1.3. Классификация электротехнических САПР .....	11
1.4. Характеристика электротехнических САПР .....	12
1.5. Принцип сквозного проектирования в САПР .....	14
<b>2. ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ В СРЕДЕ ГРАФИЧЕСКОГО РЕДАКТОРА САПР .....</b>	<b>18</b>
2.1. Работа в режиме «электронного кульмана» в базовом пакете САПР .....	18
2.1.1. Интерфейс графического редактора .....	18
2.1.2. Способы ввода команд в графическом редакторе .....	20
2.1.3. Настройка режимов рисования .....	22
2.1.4. Управление просмотром рисунка .....	23
2.1.5. Особенности команд редактирования и рисования .....	23
2.1.6. Работа с примитивами: использование слоев, цветов, типов линий и других свойств .....	25
2.1.7. Порядок и особенности получения «твердой» копии документа .....	28
2.2. Работа с базой элементов: особенности создания и применения .....	31
2.2.1. Виды и свойства баз данных в используемых пакетах САПР .....	31
2.2.2. Блок как элемент графической базы данных пакета САПР .....	33
2.2.3. Организация графической библиотеки через центр управления .....	39
Лабораторные работы .....	41
<i>Лабораторная работа № 1. Освоение принципов работы     в среде базового пакета САПР .....</i>	<i>41</i>
<i>Лабораторная работа № 2. Работа с базой элементов в среде пакета САПР .....</i>	<i>52</i>
<b>3. АВТОМАТИЗАЦИЯ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В САПР .....</b>	<b>58</b>
3.1. Разработка схем автоматизации .....	58
3.1.1. Требования к оформлению схем автоматизации .....	58
3.1.2. Особенности выполнения схем автоматизации в САПР .....	69
3.2. Автоматизированное проектирование принципиальных электрических схем управления установками .....	70
3.2.1. Правила выполнения принципиальных электрических схем .....	70
3.2.1.1. Назначение, типы, содержание принципиальных электрических схем .....	70
3.2.1.2. Общие требования к оформлению принципиальных электрических схем .....	71

3.2.1.3. Группы буквенно-цифровых обозначений на принципиальных электрических схемах .....	73
3.2.1.4. Требования к перечню элементов принципиальной электрической схемы .....	75
3.2.1.5. Методика перевода структурных схем управления в принципиальные электрические схемы .....	75
3.2.2. Особенности реализации принципиальной схемы управления на базе программируемого контроллера .....	84
3.2.2.1. Характеристики некоторых контроллеров .....	84
3.2.2.2. Методика перевода структуры управления в принципиальную электрическую схему на базе контроллера .....	88
3.2.2.3. Принципы программирования контроллера на языке функциональных блочных диаграмм (FBD) .....	91
3.2.3. Принципы автоматизированного проектирования принципиальных электрических схем .....	99
3.2.3.1. Основные возможности разработки принципиальных электрических схем в САПР CADElectro .....	99
3.2.3.2. Принципы разработки принципиальных электрических схем в САПР CADElectro .....	100
3.2.3.3. Возможные пути совершенствования САПР .....	106
3.3. Автоматизированное проектирование монтажных документов .....	107
3.3.1. Назначение и формы монтажных документов .....	107
3.3.2. Требования к оформлению схем соединений .....	107
3.3.3. Требования к оформлению таблиц соединений и подключений .....	109
3.3.4. Принципы автоматизированного проектирования монтажных документов на примере CADElectro .....	111
3.4. Автоматизированное проектирование щитов автоматики .....	118
3.4.1. Классификация щитов и пультов. Виды щитовой продукции .....	119
3.4.2. Принципы компоновки в щитах автоматики .....	120
3.4.2.1. Условная запись типоразмера и конструкция щитов автоматики ..	120
3.4.2.2. Принципы компоновки аппаратуры в щитах автоматики .....	120
3.4.3. Основные требования к документации на щиты автоматики .....	124
3.4.4. Принципы автоматизированного проектирования документации на щиты автоматики .....	130
3.5. Автоматизированное проектирование низковольтных комплектных устройств .....	133
3.5.1. Конструкция НКУ .....	133
3.5.2. Принципы компоновки НКУ .....	133
3.5.3. Основные требования к документации на НКУ .....	135
3.5.4. Особенности разработки документации на НКУ в САПР .....	140
Лабораторные работы .....	143
<i>Лабораторная работа № 3. Разработка контура управления на схеме автоматизации в САПР (для специальности «Автоматизация технологических процессов и производств»)</i> .....	143
<i>Лабораторная работа № 4. Разработка принципиальных электрических схем управления электроустановками в среде пакета САПР CADElectro</i> .....	146
<i>Лабораторная работа № 5. Разработка программы управления для программируемого логического контроллера</i> .....	151

<i>Лабораторная работа № 6. Реализация принципиальной электрической схемы управления на ПЛК в системе САПР</i> .....	152
<i>Лабораторная работа № 7. Разработка таблиц и схем соединений в среде пакета САПР</i> .....	155
<i>Лабораторная работа № 8. Разработка общего вида щита автоматики в среде пакета САПР (для специальности «Автоматизация технологических процессов и производств»)</i> .....	160
<i>Лабораторная работа № 9. Разработка документации на НКУ в среде пакета САПР CADElectro Enerdgy (для специальности «Энергетическое обеспечение сельского хозяйства»)</i> ...	164
<b>Приложения</b> .....	167
<i>Приложение 1. Варианты заданий к лабораторным работам</i> .....	167
<i>Приложение 2. Условные графические обозначения на принципиальных электрических схемах</i> .....	184
<i>Приложение 3. Исходные данные для компоновки аппаратов в щитах автоматики</i> ..	193
<i>Приложение 4. Исходные данные для компоновки аппаратуры в НКУ</i> .....	206
<b>Словарь основных понятий</b> .....	214
<b>Литература</b> .....	216