

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Е. С. Якубовская

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов учреждений высшего
образования по специальности «Автоматизация технологических
производственных процессов и производств (сельское хозяйство)»*

Минск
БГАТУ
2018

УДК 658.512(07)
ББК 32.965я7
Я49

Рецензенты:
кафедра автоматизации производственных
процессов и электротехники БГТУ
(кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой *Д. С. Карпович*);
кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры вычислительных методов
и программирования БГУИР *В. В. Матвеевко*

Якубовская, Е. С.
Я49 Проектирование систем автоматизации : учебное пособие /
Е. С. Якубовская. – Минск : БГАТУ, 2018. – 360 с.
ISBN 978-985-519-920-6.

Рассмотрены вопросы методики проектирования систем автоматизации сельскохозяйственного производства. Раскрыт состав проекта автоматизации технологического процесса, изложены требования к документации проекта, раскрыта методика разработки проектной документации, в том числе с помощью САПР, приведены примеры проектной документации.

Для студентов, магистрантов, аспирантов вузов и специалистов в области автоматизации и энергетического обеспечения сельскохозяйственного производства.

УДК 658.512(07)
ББК 32.965я7

ISBN 978-985-519-920-6

© БГАТУ, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1. ТЕОРИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	
1.1. Сущность и этапы проектирования систем автоматизации	13
1.2. Состав проектной документации по автоматизации технологических процессов	21
1.3. Технология инженерного проектирования	32
2. ПРИНЦИПЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ В САПР	
2.1. Характеристика пакетов САПР, используемых при разработке проектной документации систем автоматизации	46
2.1.1. Классификация электротехнических САПР	46
2.1.2. Характеристика электротехнических САПР	48
2.1.3. Принцип сквозного проектирования в САПР	48
2.1.4. Возможности использования электротехнических САПР при разработке проекта автоматизации	56
2.1.5. Особенности автоматизированного проектирования систем автоматизации	58
2.2. Принципы, порядок и особенности автоматизированного проектирования систем автоматизации	60
2.2.1. Работа в режиме «электронного кульмана» в базовом пакете САПР	60
2.2.2. Работа с базой элементов: особенности создания и применения	77
2.3. Цели, способы и средства адаптации пакета САПР к области разработки документации систем автоматизации	92
2.3.1. Характеристика пакетных файлов	92
2.3.2. Организация пользовательского меню	93
2.3.3. Организация графического меню-библиотеки	96
2.3.4. Основные возможности программирования в графическом редакторе пакета САПР	97

3. ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ ПРОЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ	
3.1. Структурные схемы систем автоматизации.....	108
3.1.1. Структура систем управления. Определение. Виды представления структур. Примеры структур.....	108
3.1.2. Основные требования к оформлению структурных схем. Нормативная документация. Исходные данные для разработки. Содержание схем	111
3.2. Разработка схем автоматизации.....	113
3.2.1. Требования к оформлению схем автоматизации	113
3.2.2. Пример выполнения схем автоматизации	129
3.2.3. Особенности выполнения схем автоматизации в САПР	134
3.3. Проектирование устройств питания систем автоматизации....	136
3.3.1. Требования к системам питания систем автоматизации	136
3.3.2. Требования к оформлению принципиальных электрических схем питания средств автоматизации....	143
3.3.3. Пример выполнения принципиальной схемы питающей и распределительной сети	147
3.3.4. Принципы автоматизированного проектирования устройств питания систем автоматизации.....	150
3.4. Основы синтеза систем автоматизации методами математической логики.....	152
3.4.1. Понятие синтеза	152
3.4.2. Структура и состав САУ поточными технологическими линиями (ПТЛ)	153
3.4.3. Синтез САУ ПТЛ с помощью аппарата булевой алгебры.....	165
3.4.4. Принципы автоматизации синтеза структуры САУ ПТЛ с помощью современных графических пакетов.....	171
3.5. Выбор технических средств автоматизации (ТСА)	176
3.5.1. Регулирующие контуры.....	176
3.5.2. Выбор контрольно-измерительных приборов (КИП)	183
3.5.3. Выбор датчиков.....	184
3.5.4. Выбор регулирующих устройств.....	186

3.5.5. Выбор регулирующих органов	214
3.5.6. Выбор исполнительных механизмов.....	221
3.6. Разработка принципиальных электрических схем контроля, регулирования и управления	223
3.6.1. Принципы разработки принципиальных электрических схем контроля, регулирования и управления.....	223
3.6.2. Принципы автоматизированного проектирования принципиальных электрических схем управления, контроля и сигнализации	238
3.7. Расчет и выбор электрических проводок. Разработка схем соединений и подключения в САПР	249
3.7.1. Расчет и выбор электрических проводок	249
3.7.2. Схемы соединений и подключения, методика разработки.....	256
3.7.3. Принципы автоматизированного проектирования монтажных документов.....	267
3.8. Проектирование щитов автоматики	281
3.8.1. Классификация щитов и пультов. Виды щитовой продукции.....	281
3.8.2. Принципы компоновки аппаратуры в щитах автоматики	283
3.8.3. Основные требования к документации на щиты автоматики	293
3.8.4. Принципы автоматизированного проектирования документации на щиты автоматики и пульты.....	303
3.9. Проектирование низковольтных комплектных устройств (НКУ).....	308
3.9.1. Конструкция НКУ	308
3.9.2. Принципы компоновки НКУ.....	308
3.9.3. Основные требования к документации на НКУ	311
3.9.4. Особенности разработки документации на НКУ в САПР	317
3.10. Чертежи расположения (планы, разрезы, фрагменты) оборудования и внешних проводок систем автоматизации	320
3.10.1. Содержание чертежей расположения.....	320

3.10.2. Требования к чертежу расположения оборудования и внешних проводок систем автоматизации	321
3.10.3. Особенности разработки чертежей расположения оборудования и внешних проводок в САПР	326
3.11. Надежность систем автоматизации	327
3.11.1. Понятия теории надежности	327
3.11.2. Показатели надежности	327
3.11.3. Методы обеспечения и пути повышения надежности	330
3.11.4. Расчет показателей надежности с учетом структуры системы автоматизации	332
3.12. Техничко-экономические расчеты при разработке проекта автоматизации	339
3.12.1. Последовательность технико-экономического обоснования	339
3.12.2. Требования к спецификациям	341
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	345
СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ	351
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	358