

УДК 631.171:65.011.56(075.8)

ББК 40.7я7

Ф 95

Рекомендовано научно-методическим советом агроэнергетического факультета БГАТУ

Протокол № 5 от 18 января 2006 г.

Авторы: канд. техн. наук, доц. *С.Н. Фурсенко*,
ст. преподаватель *Е.С. Якубовская*,
ст. преподаватель *Е.С. Волкова*

Рецензенты: канд. техн. наук, доц., зав. каф. автоматизации производственных процессов и электротехники УО БГТУ *И.Ф. Кузьмицкий*,
д-р техн. наук, проф., директор Института энергетики АПК НАН РБ
В.И. Русан

Фурсенко, С.Н.

Ф 19 Автоматизация технологических процессов : учеб. пособие / С.Н. Фурсенко, Е.С. Якубовская, Е.С. Волкова. — Минск : БГАТУ, 2007. — 592 с.

ISBN 978-985-6770-38-1

Учебное пособие посвящено вопросам электроавтоматики первого уровня технологических процессов сельскохозяйственного производства.

В издании показано значение и особенности автоматизации технологических процессов сельскохозяйственного производства, их влияние на синтез и разработку технологических требований к аппаратной части систем автоматического управления. Раскрыта технология проектирования систем автоматизации поточных линий. В том числе с использованием программируемых логических контроллеров в системах управления оборудованием. Описаны автоматические системы типовых технологических процессов сельскохозяйственного производства.

Предназначено для студентов, широкого круга инженерно-технических работников.

УДК 658.512.011.56(07)

ББК 30.2-5-05я7

Содержание

	Предисловие	3
1	Технологическо-экономические основы автоматизации сельскохозяйственного производства.....	5
	1.1 Основные понятия и определения.....	5
	1.2 Особенности автоматизации сельскохозяйственного производства.....	6
	1.3 Общая характеристика сельскохозяйственного производства....	12
	1.4 Технологическая структура сельскохозяйственного производства. Классификация типовых технологических процессов как объектов автоматизации.....	14
	1.5 Агротребования к системам автоматического управления технологическими процессами.....	21
	1.6 Понятие системы. Классификация автоматизированных систем управления.....	24
	1.7 АСУ ТП сельскохозяйственного производства.....	26
	1.8 Критерии и источники экономической эффективности автоматизации процессов сельскохозяйственного производства.....	35
2	Критерии и источники экономической эффективности автоматизации процессов сельскохозяйственного производства.....	43
	2.1 Понятие синтеза.....	43
	2.2 Синтез САУ поточных технологических линий.....	45
	2.2.1 Структура САУ поточных технологических линий (ПТЛ)	45
	2.2.2 Формализация САУ ПТЛ. Определение объема автоматизации.....	48
	2.2.3 Разработка релейно-контактных схем.....	61
	2.2.4 Разработка устройств управления на логических элементах.....	86
	2.2.5 Программируемые логические контроллеры в системах управления оборудованием технологических линий.....	97
	2.3 Синтез систем автоматического регулирования (САР).....	130
	2.3.1 Характеристика технологической установки как объекта автоматизации.....	130
	2.3.2 Выбор способа управления.....	135
	2.3.3 Виды систем автоматического регулирования.....	137
	2.3.4 Регулирующие контуры.....	139
	2.3.5 Идентификация характеристик объекта управления.....	141
	2.3.6 Регулирующие воздействия и органы.....	164
	2.3.7 Электронные регулирующие приборы.....	169
	2.3.8 Позиционные регуляторы.....	171
	2.3.9 Регуляторы непрерывного действия.....	185
	2.3.10 Особенность использования цифровых регуляторов.....	210
3	Основные сведения о проектной документации систем автоматизации.....	225

3.1	Назначение и содержание проекта автоматизации технологических процессов.....	225
3.2	Структурные схемы автоматизации.....	228
3.3	Схемы автоматизации.....	231
3.3.1	Назначение схем автоматизации и общие принципы их выполнения.....	231
3.3.2	Изображение технологического инженерного оборудования и коммуникаций на схемах автоматизации.....	231
3.3.3	Изображение приборов и средств автоматизации на схеме автоматизации.....	235
3.3.4	Требования к изображению линий связи на схемах автоматизации.....	241
3.3.5	Примеры изображения схем автоматизации.....	242
3.4	Принципиальные электрические схемы.....	248
3.4.1	Назначение и типы принципиальных электрических схем.....	248
3.4.2	Основные требования к оформлению принципиальных электрических схем управления, регулирования, контроля и сигнализации.....	249
3.4.3	Разработка полной принципиальной схемы управления, защиты, контроля и сигнализации.....	258
3.4.4	Принципиальные электрические схемы регуляторов.....	267
3.5	Основные требования к схемам соединений внешних проводок..	274
3.6	Основные требования к проектной документации на щитовую продукцию систем автоматики.....	281
3.7	Требования к чертежам расположения оборудования и внешних проводок систем автоматизации технологических процессов.....	301
4	Автоматизация типовых технологических процессов.....	307
4.1	Автоматизация мобильных процессов сельскохозяйственного производства.....	307
4.1.1	Общие сведения.....	307
4.1.2	Автоматическое управление тракторами и самоходными машинами.....	311
4.1.3	Системы автоматического регулирования технологических процессов.....	315
4.2	Автоматизация послеуборочной обработки зерна.....	319
4.2.1	Технологические основы послеуборочной обработки зерна.....	319
4.2.2	Автоматизация процесса активного вентилирования зерна..	322
4.2.3	Автоматизация процесса сушки.....	326
4.2.4	Автоматизация управления процессом очистки и сортировки зерновой массы.....	357
4.3	Автоматизация технологических процессов в защищенном грунте.....	365
4.3.1	Общие сведения.....	365
4.3.2	Технологические основы управления микроклиматом в	366

	теплицах.....	
4.3.3	Характеристика объекта автоматизации.....	369
4.3.4	Объем механизации и автоматизации технологических процессов в теплицах.....	370
4.3.5	Методы, программы и средства автоматического управления микроклимата в теплицах.....	373
4.3.6	Автоматизация управления температурным режимом почвы.....	386
4.3.7	Автоматическое управление поливом.....	388
4.3.8	Автоматическое управление концентрацией растворов минеральных удобрений.....	393
4.3.9	Автоматизация управления подкормкой углекислым газом и досвечиванием растений.....	394
4.4	Автоматизация режимов при хранении картофеля и овощей.....	396
4.4.1	Агротехнические требования к системам автоматического регулирования.....	396
4.4.2	Характеристика овощехранилища как объекта управления микроклиматом.....	400
4.4.3	Системы автоматического управления микроклиматом в овощехранилищах.....	402
4.5	Автоматизация процессов приготовления кормов.....	409
4.5.1	Технологические основы механизированной обработки и приготовления кормов.....	409
4.5.2	Автоматизация агрегатов для приготовления травяной муки.....	411
4.5.3	Автоматизация процесса гранулирования.....	416
4.5.4	Автоматизация измельчения кормовых материалов.....	423
4.5.5	Автоматизация запаривания картофеля.....	428
4.5.6	Автоматизация процессов смешивания кормовых материалов.....	429
4.5.7	Автоматизация комбикормовых агрегатов.....	434
4.5.8	Автоматизация приготовления кормов в кормоцехе КОРК-15.....	439
4.5.9	Автоматизация приготовления кормов на свиноводческих фермах.....	443
4.6	Автоматизация кормления и раздачи кормов животным и птице.....	445
4.6.1	Технологические основы кормления животных и птицы.....	445
4.6.2	Автоматизация раздачи кормов на фермах и промышленных комплексах крупного рогатого скота.....	447
4.6.3	Автоматизация раздачи кормов на свиноводческих фермах и комплексах.....	451
4.7	Автоматизация установок микроклимата.....	456
4.7.1	Автоматизация процесса кондиционирования воздуха.....	456
4.7.2	Автоматизация микроклимата в животноводческих помещениях и птичниках.....	462

4.7.3	Оборудование обеспечения микроклимата в животноводческих помещениях и птичниках.....	485
4.7.4	Автоматизация технологическими процессами в инкубатории.....	499
4.8	Автоматизация энергоснабжения.....	506
4.8.1	Автоматизация котлоагрегатов.....	506
4.8.2	Автоматизация малых котлов.....	518
4.8.3	Автоматизация тепло генераторов.....	519
4.8.4	Автоматизация процесса холодоснабжения.....	526
4.9	Автоматизация установок по удалению навоза и помета.....	530
4.10	Автоматизация машинного доения и первичной обработки молока.....	536
4.11	Автоматизация водоснабжения и орошения.....	544
4.11.1	Автоматизация водонасосных установок для ферм и населенных пунктов.....	544
4.11.2	Автоматизация технологических процессов гидромелиорации.....	549
4.12	Автоматизация переработки сельскохозяйственной продукции...	556
	Приложение А. Список нормативов, определяющих требования к оформлению документации проекта автоматизации.....	563
	Приложение Б. Условные графические обозначения, наиболее широко применяемые в принципиальных электрических схемах проекта автоматизации.....	564
	Приложение В. Буквенные коды наиболее распространенных видов элементов по ГОСТ 2.710–81, используемых для построения позиционного обозначения элементов.....	570
	Приложение Г. Основные требования к оформлению листов графического и текстового материалов проекта автоматизации.....	573
	Литература.....	578