

12-10276
Т.12 Ч.1

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МАШИНЫ:

теория, расчет, конструкция, использование

22-06746

Том 12

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ
ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ И
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Часть 1

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АГРОИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ»**

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МАШИНЫ: ТЕОРИЯ, РАСЧЕТ, КОНСТРУКЦИЯ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Том 12

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Часть 1

**Под общей редакцией
академика Россельхозакадемии,
доктора технических наук, профессора
Э.И. Липковича**

**Зерноград
2013**

УДК 631.171(075.8)

A22

Печатается по решению ученого совета
ФГБОУ ВПО АЧГАА

Сельскохозяйственные машины: теория, расчет, конструкция, использование

Редакционный совет:

Таранов М.А., чл.-кор. РАСХН, д.т.н., профессор, председатель
Бондаренко А.М., д.т.н., профессор, зам. председателя
Липкович Э.И., академик РАСХН, зам. председателя
Долгов И.А., академик РАСХН, зам. председателя
Члены совета: Краснощеков Н.В., академик РАСХН;
Черноиванов В.И., академик РАСХН; Зайдинер В.И., д.и.н., профессор;
Драгайцев В.И., д.э.н., профессор; Бельтюков Л.П., д.с.-х.н., профессор;
Вахрушев Н.А., д.с.-х.н., профессор; Шабанов Н.И., д.т.н., профессор;
Семенихин А.М., д.т.н., профессор

Авторский коллектив:

Ю.А. Судник, В.В. Солдатов, С.А. Андреев, О.А. Липа (МГАУ);
Э.И. Липкович, К.Н. Лебедев; Г.В. Степанчук (АЧГАА);
С.В. Оськин (КубГАУ)

Автоматизация управления техническими системами и технологическими процессами / под общ. ред. Э.И. Липковича. – Т. 12. – Ч. 1. – **Зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2013. – 496 с.**

ISBN 978-5-91833-119-4

Настоящий 12 том посвящен изложению инженерной автоматизации управления техническими системами и технологическими процессами в основном производстве сельхозпродукции и проектированию систем автоматизации.

Предлагаемая работа в двух частях охватывает раздел автоматизации, который существенно дополняет материал общего многотомного издания. Особо подробно изложен раздел автоматизации технологических процессов (глава 5 во второй части двенадцатого тома). Уделено внимание основам проектирования систем автоматизации (глава 6, часть вторая).

Издание предназначено для научных работников, проектировщиков систем автоматизации технологических процессов и технических систем, специалистов АПК, преподавателей вузов; может быть полезно аспирантам и студентам старших курсов, обучающимся агроинженерингу.

© Текст: Судник Ю.А., Солдатов В.В.,
Андреев С.А. и др., 2013

© ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2013

© Оформление: Издательство «Терра», 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	6
1.1. Основные понятия о системах автоматизации.....	6
1.2. Характеристика и классификация автоматических систем.....	11
1.3. Общий подход к автоматизации технологических процессов.....	17
1.4. Показатели и источники технико-экономической эффективности автоматизации.....	22
1.5. Особенности автоматизации сельскохозяйственного производства и технических средств.....	28
Глава 2. ОСНОВЫ ТЕОРИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ.....	32
2.1. Общие принципы и понятия.....	32
2.1.1. Понятие о системах управления	32
2.1.2. Функциональные схемы объектов и систем, их математические модели и цели управления.....	33
2.2. Принципы, схемы действия САУ и их классификация.....	37

2.2.1.	Принципы построения САУ. Процессы регулирования и управления.....	37
2.2.2.	Классификация систем управления.....	46
2.3.	Технические средства систем управления.....	48
2.4.	Математические модели объектов управления.....	54
2.4.1.	Общие принципы аналитического описания систем управления.....	54
2.4.2.	Типовые звенья систем управления, их математическое описание и соединение.....	79
2.5.	Передаточные функции и характеристики систем управления	90
2.5.1.	Передаточные функции.....	90
2.5.2.	Уравнения и характеристики....	93
2.6.	Устойчивость линейных систем управления.....	96
2.6.1.	Условия устойчивости линейных систем.....	96
2.6.2.	Критерии устойчивости линейных систем.....	98
2.6.3.	Типовые алгоритмы управления и области устойчивости линейных систем.....	100
2.7.	Переходные и установившиеся процессы в системах управления.....	106
2.7.1.	Детерминированные системы....	106
2.7.2.	Стохастические системы.....	108

2.8.	Стохастические системы оптимального управления.....	110
2.8.1.	Специальные оценки качества управления.....	110
2.8.2.	Параметрическая оптимизация систем автоматического управления.....	117
2.9.	Синтез систем управления.....	119
2.10.	Дискретные автоматические регуляторы.....	127
2.11.	Анализ цифровых систем управления...	139
2.11.1.	Разностные уравнения.....	139
2.11.2.	Передаточные функции и частотные характеристики...	141
Глава 3.	МЕТОДЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ИНФОРМАЦИОННОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ.....	153
3.1.	Критерии качества управления.....	153
3.1.1.	Проблема выбора критериев качества управления.....	153
3.1.2.	Экономический критерий качества управления технологическими процессами..	156
3.1.3.	Критерии запаса устойчивости замкнутых систем.....	159
3.1.4.	Критерии качества управления энергоемкими технологическими процессами..	171
3.2.	Многокритериальный оптимум параметров управления в условиях информационной неопределенности....	172

3.2.1.	Многокритериальный оптимум параметров управления для односвязных линейных стационарных систем.....	174
3.2.2.	Многокритериальный оптимум параметров управления для многосвязных линейных стационарных систем.....	182
3.2.3.	Требования к амплитудно-частотным характеристикам (АХЧ) замкнутых систем в условиях статистической неопределенности.....	185
3.2.4.	Инвариантные системы управления.....	192
3.2.5.	Условия робастности для систем с полной обратной связью по состоянию и оценка их эффективности.....	199
3.2.6.	Обобщение условий робастности для систем с неполной обратной связью по состоянию.....	214
3.2.7.	Интегральное свойство амплитудно-частотных характеристик замкнутых систем.....	220
3.3.	Методы робастного управления.....	223
3.3.1.	Методы расчета параметров настройки регуляторов при ограничениях на расположение доминирующих полюсов.....	223

3.3.2.	Методы расчета параметров настройки регуляторов при ограничениях на величину показателя колебательности.....	281
3.3.3.	Применение интегрального квадратичного критерия для достижения робастности систем управления.....	309
3.4.	Методы адаптивного управления.....	318
3.4.1.	Проблемы адаптивного управления.....	318
3.4.2.	Активная идентификация объектов в односвязных непрерывных системах управления.....	321
3.4.3.	Оптимизация пробных сигналов при активной идентификации замкнутых систем управления...	328
3.4.4.	Активная идентификация каскадных и многосвязных непрерывных систем управления.....	339
3.4.5.	Активная идентификация объектов в дискретных системах управления.....	342
3.4.6.	Методы адаптивной настройки регуляторов.....	349
3.5.	Методы нечеткого управления.....	352
3.5.1.	Область применения и виды нечетких систем управления.....	352
3.5.2.	Модели нечеткого логического вывода.....	358

3.5.3.	Идентификация функциональных зависимостей с помощью нечеткого логического вывода.....	365
3.5.4.	Нечеткая идентификация в системе MATLAB.....	367
3.5.5.	Синтез нечетких ПИД-регуляторов с учетом технических и технологических ограничений.....	377
3.5.6.	Приложения нечеткой логики...	389
3.6.	Методы нейросетевого управления.....	389
3.6.1.	Свойства нейронных сетей.....	391
3.6.2.	Области применения нейронных сетей.....	393
3.6.3.	Классификация нейронных сетей.....	393
3.6.4.	Структура и принципы работы нейронной сети.....	396
3.6.5.	Обучение нейронной сети.....	399
3.6.6.	Нейросетевые системы управления.....	401
3.6.7.	Разработка нейросетевого регулятора с наблюдающим устройством. Использование нейроконтроллера Model Reference Control.....	403
3.7.	Характеристика методов управления в условиях информационной неопределенности.....	409
Глава 4.	ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ.....	411
4.1.	Измерения технологических параметров.....	411

4.1.1.	Государственная система приборов (ГСП).....	412
4.1.2.	Точность преобразования информации.....	413
4.1.3.	Классификация КИП.....	416
4.1.4.	Виды первичных преобразователей.....	416
4.1.5.	Нормирующие преобразователи	417
4.2.	Методы и приборы для измерения температуры.....	420
4.2.1.	Классификация термометров....	420
4.2.2.	Термометры расширения.....	421
4.2.3.	Жидкостные и конденсационные манометрические термометры...	422
4.2.4.	Электрические термометры.....	423
4.2.5.	Термометры сопротивления.....	426
4.2.6.	Пирометры излучения.....	426
4.2.7.	Измерение температуры в микропроцессорных системах контроля и управления.....	427
4.3.	Методы и средства для измерения давления и разряжения. Классификация приборов для измерения давления.....	434
4.4.	Методы и приборы для измерения уровня и перемещения.....	435
4.4.1.	Контактные методы измерения уровня.....	436
4.4.2.	Бесконтактные методы измерения уровня.....	441
4.4.3.	Измерители перемещения.....	445
4.4.4.	Измерители частоты вращения..	447

4.4.5.	Шифраторы приращений.....	448
4.5.	Исполнительные механизмы.....	456
4.5.1.	Классификация исполнительных механизмов....	456
4.5.2.	Регулирующие органы.....	461
4.5.3.	Специальные исполнительные устройства.....	466
4.6.	Автоматические регуляторы.....	469
4.7.	Логические управляющие модули.....	485