

20-5098

ДУБЛЕТ



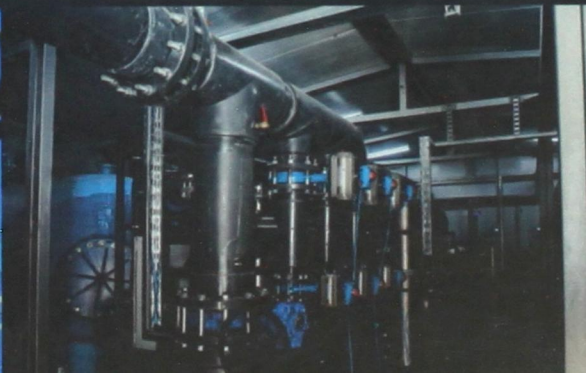
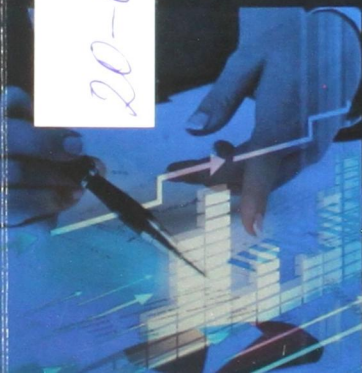
**НАУКА** и ПРОСВЕЩЕНИЕ  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЦЕНТР НАУЧНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА

**С.А.АНДРЕЕВ, А.И.МАТВЕЕВ**

# ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РЕСУРСО-ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В СИСТЕМАХ ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ ОБЪЕКТОВ АПК

**МОНОГРАФИЯ**

20-05099



МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЦЕНТР НАУЧНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА  
«НАУКА И ПРОСВЕЩЕНИЕ»



**НАУКА и ПРОСВЕЩЕНИЕ**  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЦЕНТР НАУЧНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА

С.А.Андреев, А.И.Матвеев

**ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ  
РЕСУРСО-ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В  
СИСТЕМАХ ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ  
ОБЪЕКТОВ АПК**

МОНОГРАФИЯ

Пенза  
МЦНС «Наука и Просвещение»  
2020

УДК 532.57.08.681.5  
631.672.4  
621.3.011,1  
ББК 60  
А65

**Рецензенты:**

**Башилов Алексей Михайлович** – профессор, доктор технических наук, профессор кафедры теоретической электротехники ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт» (национальный исследовательский центр)

**Вендин Сергей Владимирович** – профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой электропривода и электротехнологий в АПК ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я.Горина

А65

**Андреев С.А., Матвеев А.И.**  
**ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РЕСУРСО-ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В СИСТЕМАХ ВОДОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБЪЕКТОВ АПК: монография.** — Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». — 2020. — 190 с.

ISBN 978-5-00159-549-6

В монографии проанализированы причины перерасхода водных и энергетических ресурсов в водообеспечении объектов АПК. Показано, что эффективной мерой ресурсо-энергосбережения может стать внедрение автоматизированных систем коммерческого учета водопотребления. Рассмотрены вопросы организации взаимодействия отдельных элементов этих систем, изложен принцип самонастройки и самоорганизации в энергосберегающих системах связи. Описаны новые способы питания измерительно-передающих устройств с использованием преобразования кинетической энергии потока воды и рассеянной электромагнитной энергии промышленного происхождения. Приведены результаты исследований режимов работы низкоэнергетического электрооборудования при их питании от автономных источников. Обоснована целесообразность использования ионисторов для аккумуляции электрической энергии в блоках питания измерительно-передающих устройств и предложен метод их динамической коммутации. Описан новый способ управления поливом и сформирован оптимальный алгоритм, реализуемый управляющим процессором. Приведено описание беспроводного устройства для контроля влажности почвы.

Сведения об авторах:

**Андреев Сергей Андреевич** – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф.Бородина ФГБОУ ВО РГАУ «Московская сельскохозяйственная академия имени К.А.Тимирязева»

**Матвеев Андрис Илмарович** – инженер ФГБОУ ВО РГАУ «Московская сельскохозяйственная академия имени К.А.Тимирязева»

© Андреев Сергей Андреевич, 2020

© Матвеев Андрис Илмарович, 2020

© МЦНС «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г. Ю.), 2020

ISBN 978-5-00159-549-6

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	5
<b>ГЛАВА 1. ОБЗОР СОСТОЯНИЯ РЕСУРСО-ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В СИСТЕМАХ ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ ОБЪЕКТОВ АПК</b> .....	8
1.1. Структура водопотребления и состояние вопроса сбережения водных и энергетических ресурсов в АПК .....	8
1.2. Современные способы и технические средства ресурсо-энергосбережения в системах водообеспечения.....	11
1.3. Автоматизированный учет расхода воды как мера сбережения водных и энергетических ресурсов.....	14
1.4. Перспективные способы энергообеспечения измерительно-передающих устройств в автоматизированных системах коммерческого учета водопотребления.....	16
<b>ГЛАВА 2. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ</b> .....	22
2.1 Принцип построения автоматизированных систем коммерческого учета водопотребления.....	22
2.2. Энергосберегающая технология беспроводной передачи и обработки информации в автоматизированных системах коммерческого учета водопотребления.....	28
2.3 Анализ структуры энергопотребления измерительно-передающих устройств и обоснование целесообразности использования низкоэнергетических источников для их автономного питания .....	42
<b>ГЛАВА 3. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ВОДНОГО ПОТОКА В БЛОКАХ ПИТАНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ПЕРЕДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ</b> .....	51
3.1 Особенности электромеханических преобразователей кинетической энергии водного потока для электропитания измерительно-передающих устройств.....	51
3.2 Двухмерное моделирование течения воды по трубопроводу с препятствием с применением решетчатых уравнений Больцмана .....	53
3.3 Определение условий возникновения вихревой дорожки Кармана для обеспечения эффективного преобразования энергии пьезоэлектрическими преобразователями .....	61
3.4. Представление результатов моделирования течения воды в именованных единицах .....	69

3.5. Определение режимов вихреобразования на контрольных участках трубопровода с измерительно-передающими устройствами .....	74
3.6 Экспериментальные исследования процесса преобразования кинетической энергии водного потока в электрическую форму .....	83
3.7 Оценка допустимой нагрузки электромеханических преобразователей кинетической энергии потока на водопроводную сеть .....	87

#### **ГЛАВА 4. НОВЫЕ МЕТОДЫ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ПЕРЕДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ.....**

4.1 Использование рассеянной электромагнитной энергии промышленного происхождения для питания измерительно-передающих устройств .....	95
4.2. Применение ионисторов для накопления электрической энергии в автономных блоках питания .....	102
4.3. Исследование процесса разряда ионисторов на переменную нагрузку ...	106
4.4 Динамическая коммутация ионисторов при их использовании для накопления электрической энергии в блоках питания измерительно-передающих устройств.....	114

#### **ГЛАВА 5. СБЕРЕЖЕНИЕ ВОДНЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ПРИ ПОЛИВЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ .....**

5.1. Ресурсо-энергосберегающий способ управления поливом .....	123
5.2. Определение структуры и параметров настройки оптимального управляющего процессора для обеспечения ресурсо-энергосберегающего управления поливом .....	134
5.2.1. Обоснование методики исследования динамических свойств системы управления поливом .....	134
5.2.2 Математическое описание объекта управления .....	136
5.2.3. Оптимальный алгоритм управления поливом при формировании управляющего воздействия в функции отклонения управляемой величины .....	141
5.2.4. Определение структуры и параметров настройки управляющего процессора системы автоматического управления поливом .....	143
5.3. Беспроводное устройство для контроля влажности почвы .....	148

<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>156</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>160</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ .....</b>	<b>176</b>