



С.А. Микаева, А.С. Микаева

# ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

Монография

**RU**  
**sci**ence  
RUS-SCIENCE.RU

С.А. Микаева, А.С. Микаева

---

**ПРОМЫШЛЕННАЯ  
ЭЛЕКТРОНИКА.  
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ  
БЕЗОПАСНОСТЬ  
В ПРИБОРОСТРОЕНИИ**

Монография

Научная библиотека СФУ



A1451896B

**RU**  
**SCI**ence  
RUS-SCIENCE.RU  
Москва  
2026

УДК 621.38

ББК 32.859

М59

**Рецензенты:**

- Ю.А. Журавлева**, доцент кафедры электроники Института перспективных технологий и индустриального программирования, МИРЭА – Российского технологического университета, канд. техн. наук
- А.А. Ашрятов**, заведующий базовой кафедры источников света Института электроники и светотехники, Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева, д-р техн. наук, доц.

**Микаева, Светлана Анатольевна.**

**М59**

Промышленная электроника. Экономическая безопасность в приборостроении : монография / С.А. Микаева, А.С. Микаева. — Москва : РУСАЙНС, 2026. — 240 с.

**ISBN 978-5-466-09398-8**

В монографии рассматриваются промышленная электроника и экономическая безопасность развития приборостроения в России. Расчетные и экспериментальные исследования, разработки, внедрения конструкций и технологий производства промышленных электронных приборов, установок и систем на базе перспективных источников света, установок по обеззараживанию воды, воздуха и поверхностей, практические применения и рекомендации по использованию этих устройств.

Монография предназначена для специалистов в области экономической безопасности приборостроения, промышленной электроники, люминесценции, инженерно-технических и научных работников занятых разработкой, производством и применением перспективных промышленных электронных приборов и устройств, а также для студентов, бакалавров, магистрантов и аспирантов.

**Ключевые слова:** экономическая безопасность, приборостроение, промышленная электроника, исследования, разработка, конструкция, технология, промышленные электронные устройства.

*554 469*

**УДК 621.38**

**ББК 32.859**

ISBN 978-5-466-09398-8

**БИБЛИОТЕКА**  
ФГАОУ ВО  
**Сибирский федеральный**  
**университет**

© Микаева С.А.,  
Микаева А.С., 2026  
© ООО «РУСАЙНС», 2026

# ОГЛАВЛЕНИЕ

ОСНОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ .....	6
ВВЕДЕНИЕ .....	7
1. ЭЛЕКТРОННЫЙ ПУСКОРЕГУЛИРУЮЩИЙ АППАРАТ ДЛЯ УСТАНОВКИ ПО ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЮ ВОЗДУХА .....	8
2. ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ .....	14
3. ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ОТ ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН .....	18
4. РАЗРАБОТКА МАКЕТНОГО ОБРАЗЦА ИНФОРМАЦИОННО – ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОГОДЫ .....	23
5. ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА В СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЯХ .....	27
6. МИКРОПРОЦЕССОРЫ И ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ .....	31
7. ПРИМЕНЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОНИКЕ: ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ .....	36
8. ОБЗОР ОСНОВНЫХ ВИДОВ И СБОРКА ШАГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ .....	40
9. РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО БИОРАЗЛАГАЕМЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ .....	55
10. ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ С АВТОНОМНЫМ ИСТОЧНИКОМ ПИТАНИЯ .....	58
11. РАСПИНОВКА, УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ USB TYPE-C .....	70
12. ТРАФАРЕТНЫЙ ПРИНТЕР ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ПАЯЛЬНОЙ ПАСТЫ НА ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ .....	74
13. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ ГИРБОКСА В СТРАЙКБОЛЬНЫХ ОРУЖИЯХ .....	77
14. ПРИНЦИП РАБОТЫ АККУМУЛЯТОРА ТЕЛЕФОНА И ПРАВИЛА ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ .....	79
15. БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ .....	83
16. ЗАЩИТА ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИМПУЛЬСА .....	87
17. СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ПОВСЕДНЕВНОЙ ЖИЗНИ .....	91

18. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧАСТОТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ В МЕТАЛЛУРГИИ .....	95
19. НОВЕЙШИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ .....	100
20. ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ С НИЗКИМ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ .....	105
21. ПРИНЦИП ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СХЕМОТЕХНИКИ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ARDUINO .....	109
22. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СХЕМОТЕХНИКИ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ESP32 .....	113
23. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СХЕМОТЕХНИКИ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА TEENSY .....	117
24. ЦЕНТРИРОВКА ДИФРАКЦИОННЫХ ЛИНЗ ОБЪЕКТИВА С НАИВЫШЕЙ ТОЧНОСТЬЮ ПРИ ПОМОЩИ ПОДРЕЗКИ ОПРАВ НА СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАНКАХ .....	121
25. СОВРЕМЕННЫЕ ДАТЧИКИ СБОРА БИОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ .....	130
26. РАЗВИТИЕ МАТЕРИНСКИХ ПЛАТ .....	135
27. РАЗРЯДНАЯ ЛАМПА СМЕШАННОГО УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ .....	137
28. РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО СВЕТОДИОДНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ РЕАКЦИИ ЧЕЛОВЕКА НА СВЕТОВОЙ ИНДИКАТОР .....	142
29. МЕТОДИКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ УФ-МОНИТОРА ДЛЯ РАБОТЫ УСТАНОВОК ПО ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЮ .....	147
30. МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ НА ЛАМПАХ ДБ .....	149
31. АНАЛИЗ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ИЗМЕРЕНИЯ ДУГОВЫХ БАКТЕРИЦИДНЫХ ЛАМП .....	151
32. РАЗРАБОТКА И ПРОГРАММНО-АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СДВОЕННОГО 14-РАЗРЯДНОГО АЦП .....	153
33. РАЗРАБОТКА И СБОРКА ЭЛЕКТРОННОГО ИГРОВОГО ПРОГРАММИРУЕМОГО УСТРОЙСТВА .....	171
34. ЭЛЕКТРОННЫЙ СВЕТОДИОДНЫЙ ПРИБОР ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ РАЗЛИЧЕНИЯ ЦВЕТОВ .....	178
35. ПЕСРПЕКТИВЫ ТЕХНОЛОГИИ ОРГАНИЧЕСКИХ СВЕТОДИОДОВ .....	180
36. МОБИЛЬНЫЙ КОМПЛЕКТ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ НА БУРОВОЙ УСТАНОВКЕ .....	183

37. ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАНОВКИ ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ ЗАГОТОВОК ИЗ ЛИСТОВОГО СТЕКЛА РТ-500 .....	189
38. РАЗРАБОТКА И СБОРКА ЭЛЕКТРОННОГО УСТРОЙСТВА С ДИСТАНЦИОННЫМ ЗВУКОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ .....	206
39. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ БАТАРЕЕК .....	211
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	214

## ОСНОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ОСД	– освещение светодиодами
КСС	– кривая сила света
УЭПРА	– управляемый электронный пускорегулирующий аппарат
ПРА	– пускорегулирующий аппарат
ЭПРА	– электронный пускорегулирующий аппарат
ЭмПРА	– электромагнитный пускорегулирующий аппарат
КЛЛ	– компактная люминесцентная лампа
СПОВ	– система предварительной очистки воздуха
ВАХ	– вольт-амперная характеристика
ОС	– операционная система
УФ	– ультрафиолет
КПД	– коэффициент полезного действия
УЗО	– устройство защитного отключения
БТ	– биполярный транзистор
СД	– светодиод
ИВ	– интернет вещей
УУ	– устройство управления
ПФ	– предикатный файл
УЛП	– устройство логических предикатов
АЛК	– арифметико-логические каналы
РФ	– регистровый файл
УОМ	– устройство обращения к массивам
УУП	– устройство управления памятью
ОП	– операционная память
УОП	– устройство обращения в память
ПБР	– принцип быстрого реагирования
СТТС	– системы температурно-тревожной сигнализации
ИИ	– искусственный интеллект
ТП	– термоэлектрический преобразователь
ТС	– термопары сопротивления
СЭ	– статистическое электричество
ИО	– испытательное оборудование

## ВВЕДЕНИЕ

Представленная монография обобщает результаты многолетних экспериментальных и расчетных исследований авторов в области промышленной электроники, экономической безопасности, светотехники, производства новых и актуальных промышленных электронных устройств и приборов.

Изложенный в работе материал обобщает результаты повышения качества, экономической безопасности и совершенствования технологии производства, улучшения характеристик различных модификаций ламп и светодиодов, применяемых в информационно-измерительных приборах, установках и системах обеззараживания воды, воздуха и поверхностей. В монографии дается анализ исследований по разработке практических рекомендаций и использованию перспективных источников света при освещении.

Интенсивное развитие промышленных электронных приборов и устройств, а также их экономическая безопасность, постоянно требует расширения спектральной области излучения и увеличения его интенсивности, расширения диапазона питающего напряжения постоянного или переменного тока, расширения температурного рабочего диапазона, увеличения срока службы и уменьшения стоимости. Необходимы работы по всем направлениям, связанным с ультрафиолетовыми технологиями: источники ультрафиолетового излучения, нанопокрытия, конструкция узлов и оборудования, гигиенические исследования, водоподготовка и водоотведение, аэро- и гидродинамика, глубокое фотоокисление и фотокатализ и др.

Острая необходимость разработки новых приборов и систем, их экономическая безопасность, а также повышения качества технологических процессов их изготовления, удовлетворяющих вышеуказанным повышенным техническим и экологическим требованиям, определяет актуальность настоящей монографии.

Цель монографии заключается в решении комплекса теоретических, экспериментальных, расчетных и практических задач, составляющих проблему по улучшению качества и разработке новейших источников света, установок и систем с улучшенными светотехническими, энергосберегающими, экологическими характеристиками, создание и внедрение технологии их производства.