

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники

УДК 004.31-022.53

Карташов  
Андрей Алексеевич

Алгоритмы оптимизации энергопотребления микроконтроллеров семейства  
AVR

### **АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра технических наук

по специальности 1–40 80 02 «Системный анализ, управление и обработка  
информации»

---

Научный руководитель  
Журавлёв Вадим Игоревич  
кандидат технических наук

---

Минск 2021

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день в мире электроники прослеживаются две тенденции: увеличение вычислительной мощности и снижение энергопотребления. Появление устройств с большими вычислительными возможностями и низким энергопотреблением дает возможность вместо громоздких устройств применять компактные приборы с аккумуляторным и батарейным питанием. Для того чтобы такие устройства работали без подзарядки как можно дольше и при этом сохраняли свою компактность, разработчики применяют множество способов по снижению энергопотребления. В этой статье рассматриваются различные способы по оптимизации потребления энергии устройствами, основным элементом которых является микроконтроллер. Производится обзор программных, архитектурных и схемотехнических способов снижения потребления, рассмотрены их достоинства и недостатки, а также возможность применения их в комплексе [1].

В последнее время портативные вычислительные устройства на основе микроконтроллеров и микропроцессоров стали неотъемлемым атрибутом жизни. Появление миниатюрных устройств с большими вычислительными возможностями дают возможность вместо громоздких стационарных устройств применять компактные приборы с аккумуляторным питанием. Для того чтобы такие устройства работали без подзарядки как можно дольше и при этом сохраняли свою компактность, разработчики применяют множество способов по снижению энергопотребления. Способы оптимизации можно разбить на три большие группы: программные, архитектурные и схемотехнические.

# **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

## **Актуальность темы исследования**

В настоящее время высока необходимость в оптимизации энергопотребления, в частности, оптимизации энергопотребления микроконтроллеров. Семейство AVR – одно из самых распространённых на рынке. Постоянно развивающаяся сфера интернет вещей, а также мобильных устройств нуждается в постоянной оптимизации энергопотребления. Разработчики и производители стремятся постоянно совершенствоваться в данном вопросе.

## **Степень разработанности проблемы**

В настоящее время не существует идеального механизма оптимизации микроконтроллеров. Каждый производитель внедряет всё новые и новые алгоритмы, однако существующие методы и технологии всё ещё можно улучшить.

## **Цель и задачи исследования**

*Целью* магистерской диссертации является исследование алгоритмов оптимизации энергопотребления микроконтроллеров семейства AVR с использованием технологий уменьшения энергопотребления.

*Объектом* исследования выступают микроконтроллеры семейства AVR.

*Предметом* исследования являются алгоритмы оптимизации энергопотребления.

Для достижения поставленных целей основными задачами являются:

1. Анализ методов, алгоритмов и технологий оптимизации энергопотребления микроконтроллеров семейства AVR;
2. Построение модели для реализации алгоритма оптимизации энергопотребления;
3. Реализация программного средства разработанного алгоритма.

## **Теоретическая и методологическая основа исследования**

При проведении исследования и написании диссертации использованы научные публикации, техническая документация и интернет-источники,

посвящённые вопросам оптимизации энергопотребления, программированию микроконтроллеров.

Для решения поставленных задач использованы следующие методы исследования: анализ, синтез, обобщение, сравнение, логический и графический методы.

В работе применялись моделирование и методы компьютерного проектирования.

### **Научная новизна**

*Научная новизна* заключается в создании более эффективного алгоритма оптимизации энергопотребления микроконтроллеров семейства AVR.

*Теоретическая значимость* работы заключается в анализе используемых способов и алгоритмов для оптимизации энергопотребления микроконтроллеров семейства AVR.

*Практическая значимость* работы заключается в разработанном алгоритме, эффективном и надёжном в реализации.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Обзор и анализ достоинств и недостатков методик оптимизации энергопотребления микроконтроллеров.
2. Реализованные алгоритмы для оптимизации энергопотребления микроконтроллеров семейства AVR.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, четырёх глав, заключения, библиографического списка и приложения.

**В первой главе** проанализированы методы, алгоритмы и технологии оптимизации энергопотребления микроконтроллеров семейства AVR. Поставлены задачи и требования к работе.

**Во второй главе** представлена модель энергопотребления микроконтроллера.

**В третьей главе** выполнена реализация алгоритмов оптимизации энергопотребления микроконтроллера Atmega328P.

**В четвёртой главе** представлен анализ результатов, полученным реализованным программным средством по сравнению со стандартными алгоритмами по эффективности использования.

**В приложении** представлен исходный код программы реализации алгоритмов оптимизации энергопотребления микроконтроллеров семейства AVR.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанные в данной работе алгоритмы могут применяться для уменьшения энергопотребления микроконтроллеров семейства AVR. При частых переходах между активным режимом и режимом сна, энергопотребление может быть снижено на 5% от номинального. Однако, замедление работы программы является недостатком, который не позволяет использовать данный алгоритм в любых системах с микроконтроллерами семейства AVR.

В первом разделе диссертации проведён анализ алгоритмов, методов и технологий оптимизации энергопотребления микроконтроллеров семейства AVR, поставлены задачи и требования к работе

Вторая глава диссертации направлена на разработку модели энергопотребления микроконтроллера. В рамках этой главы определена совокупность состояний модели, составлена и реализована программно модель энергопотребления микроконтроллера.

В третьей главе диссертации реализованы алгоритмы оптимизации энергопотребления микроконтроллеров семейства AVR на примере микроконтроллера Atmega328P.

В четвёртой главе диссертации проанализированы результаты реализации алгоритма оптимизации, проведено сравнение со стандартными вариантами.

На основании всего изложенного считаю, что поставленная цель достигнута в полной мере. Выполненная работа принесла мне хороший опыт как IT-специалисту.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

1. Карташов А.А. Оптимизация энергопотребления микроконтроллеров на основе RISC-V архитектуры / Карташов А.А. // Материалы 56-й научной конференции студентов, магистрантов, аспирантов УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» Минск, БГУИР, 2020, с. 164.
2. Карташов А.А. Оптимизация энергоэффективности микроконтроллеров для схем со сверхнизким энергопотреблением / Карташов А.А. // Материалы международной научной конференции «Информационные технологии и системы 2020» БГУИР, Минск, Беларусь, с. 99