

## **ОТЗЫВ**

на автореферат диссертации Мыцко Е.А.

### **«Алгоритмы и аппаратная реализация на ПЛИС устройств обнаружения и исправления пакетных или независимых ошибок для сообщений короткой длины»,**

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления».

#### **Актуальность темы исследования**

В цифровых системах передачи, данных необходимо обеспечивать целостность передаваемой информации между различными устройствами. При проектировании устройств приёма/передачи данных требуется реализация способов и алгоритмов обнаружения и исправления ошибок, возникающих в результате воздействия помех или сбоев оборудования. В настоящее время существует множество способов, алгоритмов и аппаратных реализаций, позволяющих решить задачу обнаружения и исправления ошибок. В работе предлагаются как модификации существующих способов и алгоритмов исправления ошибок, позволяющие улучшить характеристики устройств декодирования на ПЛИС, так и новые алгоритмы обнаружения ошибок, способствующие сокращению аппаратных ресурсов устройств, выполняющих задачи сбора данных, управления и синхронизации. Результаты представленного исследования актуальны для систем управления и автоматизации, при разработке собственных протоколов передачи данных, а также при реализации существующих протоколов, в которых предусмотрен контроль целостности данных.

#### **Наиболее существенные результаты исследования**

В результате проведенного исследования автором разработан матричный алгоритм вычисления контрольной суммы CRC как способ обнаружения ошибок при передаче данных. Сравнительный анализ программных реализаций (на микроконтроллере) предложенного алгоритма и реализаций существующих алгоритмов показал, что по матричному алгоритму контрольная сумма вычисляется ориентировочно в 3,5 раза быстрее, чем по классическому, при этом требуется примерно в 3 раза меньше памяти, чем при реализации табличного алгоритма. Сравнительный анализ аппаратных реализаций (на ПЛИС) предложенного алгоритма и реализаций существующих алгоритмов показал, что матричный алгоритм позволяет

вычислять контрольную сумму CRC для пакета данных длиной 64 байта за 1 такт устройства, в то время как при реализации табличного алгоритма устройство вычисляет CRC за 64 такта.

Предложенный алгоритм поиска образующих полиномов для циклических кодов, позволяет находить полиномы, на основе которых строятся менее избыточные и более эффективные помехоустойчивые коды, чем известные коды БЧХ.

Осуществлена аппаратная реализация на ПЛИС циклического алгоритма декодирования, описанного в литературе, с модификациями, позволяющими исправлять ошибки в кодовых словах со скоростью кода больше 0,5.

### **Теоретическая и практическая значимость исследования, и апробация результатов.**

1. Предложен матричный алгоритм вычисления циклических избыточных кодов CRC, который позволяет разрабатывать быстродействующие устройства и эффективные программы на микроконтроллерах для контроля целостности информации в системах передачи данных.
2. Предложен и программно реализован алгоритм поиска образующих полиномов, позволяющий находить полиномы, применяемые для построения более эффективных помехоустойчивых кодов, чем известные циклические коды БЧХ.
3. Предложены модификации циклического алгоритма декодирования помехоустойчивых кодов малой длины для пакетных или независимых ошибок, позволяющие исправлять ошибки в кодовых словах со скоростью кода более 0,5, а также увеличить быстродействие процедуры декодирования относительно методов с решением ключевых уравнений.
4. Разработан быстродействующий кодек помехоустойчивого кода (15,8,3), исправляющий пакеты ошибок длиной до трёх бит для систем синхронизации и противоаварийной защиты Токамак КТМ.

Результаты исследования докладывались на всероссийских и международных конференциях, опубликованы в журналах ВАК и изданиях, индексируемых в SCOPUS. По результатам работы имеется 4 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ.

#### **Замечания по работе:**

1. В второй главе график ускорения матричного алгоритма (рис. 2) за начало отсчета прироста производительности взято значение результатов табличного

алгоритма. Такое представление графика является сложным для понимания и интерпретации результатов.

2. В работе много результатов, отражающих исследования устройств декодирования помехоустойчивого кода. Однако нет упоминания об устройстве кодирования. Учитывая участие в исследованиях укороченного кода БЧХ необходимо пояснение особенностей как декодирования, так и кодирования.
3. В выводах по главе 4 отсутствуют количественные показатели быстродействия, достигнутые при применении новых устройств на установке Токамак. Однако они представлены в акте внедрения.

Замечания, отмеченные выше, не снижают общую положительную оценку результатов работы.

Диссертационная работа «Алгоритмы и аппаратная реализация на ПЛИС устройств обнаружения и исправления пакетных или независимых ошибок для сообщений короткой длины» является завершённой научно-квалификационной работой, соответствующей критериям, перечисленным в Положении о присуждении учёных степеней (п. 9-11, 13, 14), а Мыцко Евгений Алексеевич заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления».

Кандидат технических наук, доцент,  
профессор кафедры Вычислительных машин,  
систем и сетей Национального исследовательского  
университета «МЭИ»

Крюков Александр Фёдорович

Адрес: 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д.14  
тел.: (495) 362-75-58; email: kriukovaf@mpei.ru

  
Подпись \_\_\_\_\_  
удостоверяю \_\_\_\_\_ 20.09.2019г.  
начальник управления по  
работе с персоналом \_\_\_\_\_  
Н.Г. Савицкий  
