

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника  
Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
Отделение информационных технологий

**Научный доклад об основных результатах подготовленной  
научно-квалификационной работы**

Тема научного доклада
<b>Разработка способов, алгоритмов и программ обнаружения и исправления пакетных или независимых ошибок при передаче данных по каналам связи</b>

УДК 004.421.052.4:004.724.2:621.39

**Аспирант**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
А4-37	Мыцко Евгений Алексеевич		

**Руководителя профиля подготовки**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Ким Валерий Львович	д.т.н., доцент		

**Руководитель отделения**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Дёмин Антон Юрьевич	к.т.н., доцент		

**Научный руководитель**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Ким Валерий Львович	д.т.н., доцент		

## АННОТАЦИЯ К НАУЧНО-КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

«Разработка способов, алгоритмов и программ обнаружения и исправления пакетных или независимых ошибок при передаче данных по каналам связи»

*Автор: Мыцко Евгений Алексеевич, аспирант гр. А4-37 ОИТ ТПУ*  
*Научный руководитель: Ким Валерий Львович, профессор ОИТ ТПУ*

Настоящая научно-квалификационная работа посвящена разработке способов, алгоритмов и программ обнаружения и исправления ошибок при передаче данных по каналам связи для обеспечения целостности и надёжности передаваемых команд и данных между устройствами вычислительно техники, а также при считывании данных из запоминающих устройств.

Теоретическая значимость работы определяется разработанными алгоритмами обнаружения ошибок, отличающимися лучшим быстродействием при реализации на ПЛИС и меньшим требуемым объёмом памяти при программной реализации, а также предложенными алгоритмами поиска образующих полиномов, применяемых для построения циклических помехоустойчивых кодов, исправляющих независимые и пакетные ошибки. На основе экспериментов по поиску образующих полиномов предложен циклический помехоустойчивый код (17,9,5), обладающий большей скоростью, чем код БЧХ (15,7,5), что позволяет кодировать на 2 бита информации больше при сохранении избыточности.

Практически значимыми являются созданные алгоритмы вычисления контрольной суммы CRC, ПО и аппаратные реализации на ПЛИС с применением языка Verilog и программные реализации на микроконтроллере на языке C алгоритмов вычисления CRC8 и CRC32, а также алгоритмы и ПО для поиска образующих полиномов на языке C++ с применением технологии OpenMP. Аппаратные реализации на ПЛИС декодеров помехоустойчивых кодов, исправляющих независимые и пакетные ошибки на основе методов циклического декодирования, позволяют обеспечивать целостность информации в системах передачи данных с применением ПЛИС. На основе циклического метода декодирования разработан кодек помехоустойчивого кода, исправляющий пакетные ошибки длиной до 3 бит для обеспечения надёжной передачи команды от центрального блока синхронизации к локальным модулям синхронизации системы противоаварийной защиты установки Токамак КТМ.

Основные результаты работы докладывались и обсуждались на следующих симпозиумах, конференциях и семинарах:

Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Современные техника и технологии» (г. Томск, 2012, 2014 гг.), Международная научно-практическая конференция «Молодежь и современные информационные технологии» (г. Томск, 2012 – 2017 гг.), 9-й Международный Форум по Стратегическим Технологичам 2014, IFOST-2014 (г. Дакка, Бангладеш, 2014 г.), XII Международная IEEE

Сибирская конференция по управлению и связи, SIBCON-2016 (г. Москва, 2016 г.), IV Всероссийский молодёжный Форум с международным участием «Инженерия для освоения космоса» (г. Томск, 2016 г.), III Международная научная конференция «Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине» (г. Томск, 2016 г.), 55-ой Международная научная студенческая конференция МНСК-2017, (г. Новосибирск, 2017 г.), Международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященная 55-летию ТУСУРа, «Научная сессия ТУСУР-2017» (г. Томск, 2017 г.), III Всероссийский молодежный научный форум «Наука будущего – наука молодых», (г. Нижний новгород, 2017 г.), Всероссийская научная конференция молодых ученых «Наука. Технологии. Инновации», (г. Новосибирск, 2017 г).

Результаты диссертационной работы оценивались на конкурсах и получили следующие награды: медаль Российской академии наук в области информатики, вычислительной техники и автоматизации за научно-исследовательскую работу «Исследования матричного алгоритма вычисления контрольной суммы CRC и его аппаратная реализация» по итогам конкурса 2014 г.

По результатам диссертационных исследований опубликовано 45 работ, в том числе 7 статей в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Также 7 публикаций индексируются в Международных базах данных SCOPUS и Web of Science в статусе Conference paper.

Научно-квалификационная работа состоит из введения, 3-х глав, заключения, списка литературы из 77 наименований и двух приложений.

Во «Введении» обосновывается актуальность работы, формулируются цель и задачи исследования, а также приводится краткое содержание работы по главам.

Первая глава посвящена анализу современных способов и алгоритмов обнаружения и исправления пакетных и независимых ошибок при передаче и хранении данных.

Во второй главе предложен матричный алгоритм вычисления контрольной суммы CRC с модификациями, позволяющими увеличить размер блока данных, обрабатываемого за итерацию.

В третьей главе предложен алгоритм поиска образующих полиномов, отличающийся от известных тем, что позволяет находить полиномы для построения циклических помехоустойчивых кодов более эффективных по скорости кода, чем коды БЧХ. Предложен циклический помехоустойчивый код (17,9,5) как аналог кода БЧХ (15,7,5), обладающий большей скоростью кода и позволяющий кодировать более длинный информационный блок при сохранении избыточности.

В заключении приведены основные выводы и результаты научно-квалификационной работы.