

**ПОЛТАВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ЮРИЯ КОНДРАТЮКА**

На правах рукописи

**Маврина Марина Алексеевна**



УДК 621.391

**МЕТОДЫ И СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ, ДИАГНОСТИКИ И КОРРЕКЦИИ  
ОШИБОК УСТРОЙСТВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ КЛАССА  
ВЫЧЕТОВ**

05.12.02 – телекоммуникационные системы и сети

Диссертация на соискание ученой степени кандидата  
технических наук

Научный руководитель:  
Краснобаев Виктор Анатольевич  
доктор технических наук, профессор

Харьков – 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ.....</b>	<b>5</b>
<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>6</b>
<b>РАЗДЕЛ 1. Анализ структуры и задач коммутационно-коммуникационного узла телекоммуникационной системы. Постановка задач исследований диссертации .....</b>	<b>16</b>
Анализ структуры коммутационно-коммуникационного узла телекоммуникационной системы .....	16
Анализ задач, решаемых компьютерными устройствами обработки данных коммутационно-коммуникационного узла телекоммуникационной системы	22
Выбор показателей для оценки достоверности и оперативности контроля, диагностики и коррекции данных компьютерных устройств обработки данных, функционирующих в классе вычетов .....	30
Формулировка научно-технической задачи диссертации. Постановка частных задач исследований .....	32
Выводы по разделу 1 .....	35
<b>РАЗДЕЛ 2. Исследование методов контроля компьютерных устройств обработки данных коммутационно-коммуникационного узла, функционирующих в классе вычетов. Разработка метода повышения достоверности контроля данных в классе вычетов .....</b>	<b>36</b>
Анализ влияния свойств класса вычетов на структуру и принципы функционирования компьютерных устройств обработки данных коммутационно-коммуникационного узла телекоммуникационной системы.....	36

Анализ корректирующих свойств помехоустойчивых кодов, представленных совокупностью остатков по модулю .....	40
Исследование методов контроля данных компьютерных устройств обработки данных в классе вычетов .....	48
Разработка метода повышения достоверности контроля данных компьютерных устройств обработки данных в классе вычетов. ....	55
Выводы по разделу 2.....	73

**РАЗДЕЛ 3. Исследование и совершенствование методов диагностики и коррекции ошибок компьютерных устройств обработки данных, функционирующих в классе вычетов.....**74

Исследование методов диагностики и коррекции ошибок данных в классе вычетов .....	74
Совершенствование метода диагностики данных компьютерных устройств обработки данных в классе вычетов .....	81
Совершенствование метода коррекции однократных ошибок данных в компьютерных устройствах обработки данных, функционирующих в классе вычетов .....	90
Выводы по разделу 3.....	110

**РАЗДЕЛ 4. Разработка устройств контроля, диагностики и коррекции ошибок данных компьютерных устройств коммутационно-коммуникационного узла телекоммуникационной системы, функционирующих в классе вычетов.....**112

Разработка устройства для достоверного контроля данных .....	112
Разработка устройства для оперативной диагностики ошибок данных.	122
Разработка устройства для достоверного и оперативного контроля и диагностики данных.....	132

Разработка устройства для достоверного и оперативного контроля, диагностики и коррекции однократных ошибок данных компьютерных устройств обработки данных коммутационно-коммуникационного узла телекоммуникационной системы, функционирующих в классе вычетов .....	139
Выводы по разделу 4.....	152
<b>ВЫВОДЫ .....</b>	<b>153</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....</b>	<b>157</b>
<b>Приложение А. Акты реализации результатов диссертационной работы .....</b>	<b>169</b>

## ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

БКН –	блок констант нулевизации
ЕАСС –	единая автоматизированная сеть связи
КВ –	класс вычетов
ККУ –	коммутационно-коммуникационный узел
КН –	константа нулевизации
КУОД –	компьютерные устройства обработки данных
МКР –	минимальное кодовое расстояние
НКС –	непозиционная кодовая структура
ОК –	однорядовый код
ПН –	парная нулевизация
ППНК –	позиционный признак непозиционного кода
ПСС –	позиционная система счисления
СК –	система контроля
ТКС –	телекоммуникационная система

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы.** Новый этап развития украинских телекоммуникаций – это этап конвергентного объединения информатизации и телекоммуникации в электронно-информационное общество на основе Закона «Про телекоммуникации» и других регламентных документов.

Современный уровень разработки и производства систем и средств связи невозможно обеспечить без проведения опережающих исследований, направленных на перспективу развития и повышение эффективности использования телекоммуникационных систем (ТКС) и сетей [1-3].

В настоящее время развитие ТКС основано на разработке и внедрении телекоммуникационных цифровых технологий обработки и передачи данных по сетям связи. Это дает возможность объединения вторичных сетей в цифровую сеть интегрального обслуживания, где в единой цифровой форме передаётся информация (речь, данные, изображение и пр.). Кроме этого, использование методов обработки и передачи цифровой информации способствует процессу интеграции систем передачи и коммутации, т.е. интеграции первичной и вторичной сетей в единую транспортную сеть. Поэтому в перспективе современную телекоммуникационную сеть можно рассматривать уже не с позиций существующей классификации (первичная и вторичная сеть), а как инфокоммуникационную, при помощи которой будут решаться задачи расширения функциональных возможностей сетей связи [4, 5].

Дальнейший возможный перспективный путь совершенствования телекоммуникационных технологий будет направлен на глобализацию и обеспечение мультисервисности (обеспечения большого числа новых дополнительных услуг связи до каждого пользователя) связи, а также на повышение эффективности функционирования компьютерных устройств обработки данных (КУОД), как одного из основных устройств

коммутационно-коммуникационного узла (ККУ) ТКС. Это предполагается решить в первую очередь за счет увеличения скорости, достоверности и надежности обработки и передачи за короткое время больших массивов информации, а также за счет интеллектуализации сетей, обеспечения высокого уровня мобильности пользователей и пр. [6-8].

Исходя из вышеизложенного, одним из основных действенных путей достижения высокой эффективности функционирования КУОД ТКС является улучшение, в первую очередь, таких характеристик, как производительность и достоверность обработки больших массивов информации в реальном времени, а также надежность их функционирования. Так, сегодня, развитие сверхпроизводительных и надежных КУОД реального времени относится к разряду стратегически важных и актуальных проблем научных и технических разработок перспективных ТКС, что подтверждает актуальность и важность исследований, проводимых в данном направлении [9-11].

Отметим, что наряду с широко применяемыми в настоящее время методами повышения быстродействия и надежности КУОД ККУ ТКС, функционирующими в обычной двоичной позиционной системе счисления (ПСС), большие перспективы открываются за счет разработки и внедрения новых, нетрадиционных методов представления и обработки данных в непозиционной системе счисления. В частности, в настоящее время, рассматриваются варианты кодирования данных на основе математических методов, вытекающих из специального раздела математики – теории чисел [12-14].

Результаты проведенных исследований в области передачи и обработки информации, представленной в непозиционной системе счисления, известных ученых и инженеров, как в нашей стране так и за рубежом (Валах М., Свобода А., Акушский И.Я., Юдицкий Д.И., Амербаев В.М., Коляда А.А., Торгашев В.А., Sano F., Shimbo A., Paulier P., Thornton M.A., Dreschler R., Miller D.M. и др.), показали, что создание и эксплуатация перспективных быстродействующих КУОД ККУ ТКС,

функционирующих в непозиционной системе счисления класса вычетов (КВ) эффективно и актуально [14-17].

Однако, при доказанном факте эффективного применения КВ для создания высокопроизводительных и надежных КУОД ККУ ТКС, время реализации методов и алгоритмов контроля, диагностики и коррекции (исправления) ошибок данных (по отношению к времени обработки информации) весьма существенно, что снижает общую эффективность использования непозиционных кодовых структур. Это объясняется тем, что в настоящее время операции контроля, диагностики и коррекции данных в КВ относятся к непозиционным операциям, т.е. наиболее сложно (большие временные и аппаратные затраты) реализуемым в данной непозиционной системе счисления. В тоже время повышения оперативности контроля в КВ сопровождается снижением достоверности получения истинного результата обработки данных [18-20].

Нерешенность задач обеспечения достоверного результата процесса оперативного контроля и повышения оперативности процессов диагностики и коррекции ошибок данных КУОД ККУ ТКС, функционирующих в КВ, определили тему, цель, общую научно-техническую задачу диссертации, частные задачи исследований и содержание данной диссертационной работы.

**Научно-техническая задача диссертации** – разработка методов и средств контроля, диагностики и коррекции компьютерных устройств обработки данных коммутационно-коммуникационного узла телекоммуникационной системы, функционирующих в классе вычетов.

#### **Связь работы с научными программами, планами, темами.**

Исследования в диссертационной работе проводились в соответствии со следующими нормативными актами:

1. Закон Украины «Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки» от 09.01.2007 г., №537-V.
2. Закон Украины «Про телекомунікації» от 18.11.2003 г., №1280-IV.

3. Закон Украины «Про Концепцію Національної програми інформатизації» от 04.02.1998 г., №75/98-ВР.
4. Государственная научно-техническая программа «Створення перспективних телекомунікаційних систем і технологій».

Исследования, результаты которых изложены в диссертации, проводились в соответствии с государственными планами НИР, программами и договорами, которые выполнялись на кафедре компьютерной инженерии Полтавского национального технического университета имени Юрия Кондратюка, а также в других организациях:

– «Розробка та дослідження методів і засобів кодування, передачі, обробки та корекції даних комп'ютерних пристроїв телекомунікаційної системи і мережі, що функціонують у класі лишків» (Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, ДР № 0114U004136, 2013-2015 рр.);

– «Методологія створення відмовостійких і швидкодіючих засобів обробки цифрової інформації реального часу на основі застосування модулярної системи числення» (Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, ДР № 0110U000669, 2010-2014 рр.);

– «Розробка методики визначення обсягу робіт з експлуатації телекомунікаційного обладнання» (Українська державна академія залізничного транспорту, ДР № 0111U007919, 2012 р.).

Участие автора в указанных научно-исследовательских темах и проектах, в которых диссертант был исполнителем, заключается непосредственно в разработке методов и средств повышения достоверности и оперативности контроля, диагностики и коррекции данных компьютерных устройств обработки данных коммутационно-коммуникационного узла телекоммуникационной системы, функционирующих в классе вычетов.

**Цель и задачи исследований.** Целью диссертационной работы является повышение достоверности и оперативности контроля, диагностики

и коррекции ошибок данных компьютерных устройств коммутационно-коммуникационного узла телекоммуникационной системы, функционирующих в классе вычетов.

Исходя из сформулированной общей научно-технической задачи диссертации, определены следующие частные задачи исследований диссертационной работы, решение которых обеспечит достижение цели исследований.

1. Исследовать методы контроля данных в классе вычетов.
2. Разработать метод повышения достоверности контроля компьютерных устройств обработки данных коммутационно-коммуникационного узла телекоммуникационной системы, функционирующих в классе вычетов.
3. Исследовать методы диагностики и коррекции ошибок данных в классе вычетов.
4. Усовершенствовать методы диагностики и коррекции ошибок компьютерных устройств обработки данных коммутационно-коммуникационного узла телекоммуникационной системы, функционирующих в классе вычетов.
5. Разработать устройства контроля, диагностики и коррекции ошибок компьютерных устройств обработки данных коммутационно-коммуникационного узла телекоммуникационной системы, функционирующих в классе вычетов.

**Объект исследований** – процессы контроля, диагностики и коррекции ошибок компьютерных устройств обработки данных коммутационно-коммуникационного узла телекоммуникационной системы, функционирующих в классе вычетов.

**Предмет исследований** – методы и средства контроля, диагностики и коррекции ошибок компьютерных устройств обработки данных коммутационно-коммуникационного узла телекоммуникационной системы, функционирующих в классе вычетов.

**Методы исследований.** При решении частных задач диссертации использовались основы построения телекоммуникационных систем и сетей, а также методы теории помехоустойчивого кодирования и теории чисел. Так, при исследовании методов контроля, диагностики и коррекции ошибок данных КУОД ККУ ТКС, функционирующих в классе вычетов, использовались основные положения построения телекоммуникационных систем и сетей, а также методы теории помехоустойчивого кодирования. При разработке методов контроля, диагностики и коррекции ошибок данных КУОД ККУ ТКС, функционирующих в классе вычетов, использовались элементы теории помехоустойчивого кодирования и теории чисел (разделы теории делимости и теории сравнений). При разработке устройств контроля, диагностики и коррекции ошибок данных в КВ использовались основные положения теории системного анализа технических систем.

**Научная новизна полученных результатов.** Новые научные результаты диссертации отражены в следующих трех пунктах.

1. **Впервые** получен метод контроля в классе вычетов, который, в отличие от известных, основан на использовании позиционного однорядового кода, путем использования максимального информационного основания, что позволяет повысить достоверность контроля данных компьютерных устройств коммутационно-коммуникационного узла телекоммуникационной системы.
2. **Усовершенствован** метод диагностики в классе вычетов, который основан на определении частных ортогональных базисов, путем совмещения во времени процессов анализа проекций диагностируемого числа, что позволяет повысить оперативность диагностирования данных компьютерных устройств коммутационно-коммуникационного узла телекоммуникационной системы.

3. **Усовершенствован** метод коррекции однократных ошибок в классе вычетов, основанный на учете величины и местоположения ошибки в остатке числа, путем организации процесса параллельного исправления ошибок в группе остатков контролируемого числа, что позволяет повысить оперативность коррекции ошибок данных компьютерных устройств коммутационно-коммуникационного узла телекоммуникационной системы.

**Практическое значение полученных результатов** исследований состоит в следующем.

В диссертации разработан оперативный метод контроля КУОД ККУ, позволяющий достоверно определять результаты процесса контроля данных в КВ. В работе усовершенствованы методы диагностики и коррекции ошибок данных в КВ. Применение данных методов позволяет в  $n$  раз уменьшить время диагностики и коррекции, что повышает оперативность проведения операций диагностики и коррекции ошибок данных в КВ.

По теме исследований получено 6 патентов Украины, что подтверждают новизну и практическую значимость результатов диссертации.

Патент Украины на изобретение № 105742 «Устройство для контроля ошибок данных в компьютерных устройствах ККУ информационно-телекоммуникационной системы, что функционируют в КВ» получен на устройство, что синтезировано на основе разработанного алгоритма контроля ошибок данных. В соответствии с алгоритмом быстрого контроля данных синтезировано «Устройство для контроля данных компьютерных устройств ТКС, что функционируют в КВ», патент Украины на изобретение № 105455.

Патент Украины на изобретение № 105436 «Устройство для контроля и коррекции ошибок данных компьютерных устройств ККУ ТКС, что функционируют в КВ» получен на устройство в основе синтеза которого лежит усовершенствованный метод коррекции однократных ошибок данных в КВ. Патент Украины на полезную модель №80289 «Устройство для сложения и вычитания чисел по модулю три в модулярной системе

счисления» получен на устройство реализующие алгоритм сложения чисел по модулю три. Алгоритм сравнения данных лежит в основе устройства «Устройство для сравнения чисел, что представлены в непозиционной системе счисления класса вычетов», патент Украины на полезную модель № 79587. Патент Украины на полезную модель № 79673 получен на устройство «Устройство для контроля данных компьютерных устройств ТКС, функционирующих в КВ» в основе синтеза которого лежит алгоритм контроля данных КУОД ТКС в КВ.

Разработанные и усовершенствованные в диссертационной работе оперативные методы контроля, диагностики и коррекции ошибок данных, комплекс аналитических соотношений для расчета и оценки времени контроля, а также совокупность патентоспособных устройств обработки данных, функционирующих в непозиционной системе счисления класса вычетов, являются методологической основой для создания систем контроля, диагностики и коррекции ошибок КУОД ККУ ТКС в КВ.

Результаты расчетов и сравнительная оценка времени контроля, диагностики и коррекции ошибок данных, проведенные в диссертационной работе, показали, что с увеличением числового диапазона обработки информации, что характерно для современной тенденции развития КУОД ККУ ТКС, эффективность применения непозиционных кодовых структур в КВ возрастает.

**Результаты диссертационной работы внедрены:** на производстве НП ООО «СОЛВЕР» при выполнении задач, которые связаны с разработкой или усовершенствованием специальной техники (акт реализации от 12.05.15 г.) и в учебном процессе Полтавского Национального технического университета имени Юрия Кондратюка (акт реализации от 05.06.15 г.).

**Личный вклад автора** состоит в разработке и совершенствовании методов и средств оперативного контроля, диагностики и коррекции ошибок данных в КВ. Полученные научные результаты обеспечивают решение поставленных в диссертации частных задач исследований. Все основные

научные и практические результаты диссертации получены лично автором. Работы [21-26] были опубликованные без соавторов. В работах, опубликованных в соавторстве, соискателю принадлежат: разработка метода оперативной диагностики данных в классе вычетов [27]; метод повышения достоверности контроля данных в системе остаточных классов [28]; метод исправления однократных ошибок данных в классе вычетов [29]; метод быстрого контроля данных в классе вычетов [30]; формулировка концепции создания компьютерных средств обработки данных в классе вычетов [31]; результаты анализа процесса контроля, диагностики и исправления ошибок в классе вычетов [32]; результаты исследований методов сравнений чисел в классе вычетов [33]; разработка метода сравнений чисел в классе вычетов [34]; разработка метода арифметического сравнения чисел в классе вычетов [35]; разработка метода оптимального резервирования в модулярной системе счисления [36]; алгоритм быстрого контроля данных компьютерных устройств телекоммуникационной системы в классе вычетов [37]; алгоритм коррекции ошибок данных компьютерных устройств коммутационно-коммуникационного узла телекоммуникационной сети в классе вычетов [38]; алгоритм контроля ошибок данных в компьютерных устройствах коммутационно-коммуникационного узла информационно-телекоммуникационной системы в классе вычетов [39]; алгоритм сложения чисел по модулю три [40]; алгоритм контроля данных компьютерных устройств телекоммуникационной системы в классе вычетов [41]; алгоритм сравнения данных в классе вычетов [42].

**Апробация результатов диссертации.** Основные результаты научных исследований диссертации докладывались, обсуждались и были одобрены на международных научно-технических конференциях: III Международная научно-техническая конференция «Современные направления развития информационно-коммуникационных технологий и средств управления» (г. Харьков, Украина, 2013 г.); IX Наукова конференція «Новітні технології – для захисту повітряного простору» (м. Харків, Україна, 2013 р.);

II Міжнародна науково-технічна конференція «Інформаційні проблеми теорії акустичних, радіоелектронних і телекомунікаційних систем IPST-2013» (м. Алушта, Україна, 2013 р.); II Международная научно-техническая конференция «Проблемы информатизации» (г. Киев, Украина, 2014 г.); 27-я международная научно-практическая конференция «Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте» (г. Харьков, Украина, 2014 г.); V Міжнародна науково-технічна конференція «Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління» (м. Харків, Україна, 2015 р.).

**Публикации.** Основные результаты диссертации опубликованы в 22 печатных работах: 5 статей в Международных научно-теоретических и научно-технических журналах, 5 статей в научно-технических сборниках научных трудов, 6 патентов Украины, 6 тезисов докладов в сборниках научно-технических конференций.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех разделов, выводов по диссертации, списка используемой литературы и одного приложения. Полный объем диссертации составляет 173 страницы, в том числе: 141 страница основного текста, рисунков и таблиц на 15 отдельных страницах, библиография со 102 наименованиями на 12 страницах, 1 приложение на 5 страницах.

В заключение автор выражает искреннюю благодарность научному руководителю доктору технических наук профессору Краснобаеву В.А. за оказанную помощь и поддержку при проведении исследований по теме диссертации.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Закон України «Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки» від 09.01.2007 р., №537-V.
2. Закон України «Про телекомунікації» від 18.11.2003 р., №1280-IV, (редакція від 19.04.2014 р.).
3. Закон України «Про Концепцію Національної програми інформатизації» від 04.02.1998 р., №75/98-ВР, (редакція від 11.08.2013 р.).
4. Пятибратов, А.П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации [Текст]: учебник для вузов / А.П. Пятибратов, Л.П. Гудыно, А.А. Кириченко; под ред. А.П. Пятибратова. – 4-е изд. – М.: Финансы и статистика Инфра-М, 2014. – 734 с.
5. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей [Текст]: учебник для вузов / В.В. Крухмалев, В.Н. Гордиенко, А.Д. Моченов [и др.]; под ред. В.Н. Гордиенко и В.В. Крухмалева. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 510 с.
6. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации [Текст]: учеб. пособие / Н.В. Кандаурова, С.В. Яковлев, В.П. Яковлев, В.С. Чеканов. – 2-е изд. – М.: ФЛИНТА, 2013. – 344 с.
7. Токарев, В.Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации [Текст]: учеб. пособие / В.Л. Токарев. – Тула: Промпилот, 2010. – 477 с.
8. Суворов, А.Б. Основы технологий массовых телекоммуникаций [Текст] / А.Б. Суворов; под ред. Г.В. Кудинова. – Ростов н/Д: Феникс, 2014. – 509 с.
9. Иьуду, К.А. Надежность, контроль и диагностика вычислительных машин и систем [Текст] / К.А. Иьуду. – М.: Высшая школа, 1989. – 216 с.
10. Бройдо, В.Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации [Текст]: учебник для вузов / В.Л. Бройдо. – 2-е изд. – СПб.: ПИТЕР, 2004. – 703 с.

11. Краснобаев, В.А. Методы повышения надежности специализированных ЭВМ, систем и средств связи [Текст] / В.А. Краснобаев. – Х.: ХВУ, 1990. – 173 с.
12. Ойстин, О. Приглашение в теорию чисел [Текст]: пер. с англ. / О. Ойстин. – 2-е изд. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 128 с.
13. Торгашев, В.А. Система остаточных классов и надежность ЦВМ [Текст] / В.А. Торгашев. – М.: Сов. радио, 1973. – 118 с.
14. Акушский, И.Я. Машинная арифметика в остаточных классах [Текст] / И.Я. Акушский, Д.И. Юдицкий. – М.: Радио и связь, 1968. – 444 с.
15. Амербаев, В.М. Теоретические основы машинной арифметики [Текст] / В.М. Амербаев. – Алма-Ата, Наука, 1976. – 324 с.
16. Omondi, A. RESIDUE NUMBER SYSTEMS. Theory and Implementation [Text] / A. Omondi, B Premkumar. – London: Imperial College Press, 2007. – 296 p.
17. Воеводин, В.В. Параллельные вычисления [Текст] / В.В Воеводин, Вл.В. Воеводин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.
18. Лосев, Ю.И. Методы и модели обмена информацией в распределенных адаптивных вычислительных сетях с временной параметризацией параллельных процессов [Текст] / Ю.И. Лосев, С.И. Шматков, К.М. Руккас. – Х.: ХНУ им. В.Н. Каразина, 2011. – 204 с.
19. Модели и методы повышения отказоустойчивости и производительности управляющих вычислительных комплексов специализированных систем управления реального времени на основе применения непозиционных кодовых структур модулярной арифметики [Текст] / В.И. Барсов, Л.С. Сорока, В.А. Краснобаев, Хери Али Абдуллах. – Х.: УИПА, 2008. – 147 с.
20. Мороз, С.О. Методи та засоби оперативного контролю даних пристроїв телекомунікаційної системи, що функціонують у класі лишків [Текст]: дис. ... канд. тех. наук: 05.12.02 «Телекомунікаційні системи та мережі» / Мороз Сергій Олександрович. – Х.: УДАЗТ, 2012. – 186 с.

21. Маврина, М.А. Метод повышения оперативности процесса диагностики ошибок данных компьютерных устройств коммутационно-коммуникационного узла телекоммуникационной сети, функционирующих в классе вычетов [Текст] / М.А. Маврина // III Международная научно-техническая конференция «Современные направления развития информационно-коммуникационных технологий и средств управления» Тезисы докладов. – Харьков. – 11-12 апреля 2013. – С. 16.

22. Маврина, М.А. Метод повышения достоверности контроля данных компьютерных устройств коммутационно-коммуникационного узла телекоммуникационной сети, функционирующих в классе вычетов. [Текст] / М.А. Маврина // IX Наукова конференція «Новітні технології – для захисту повітряного простору». Тезисы докладов. – Харьков. – 17-18 апреля 2013 – С.190.

23. Маврина, М.А. Метод исправления ошибок данных компьютерных устройств коммутационно-коммуникационного узла телекоммуникационной сети, функционирующих в классе вычетов [Текст] / М.А. Маврина // II Міжнародна науково-технічна конференція «Інформаційні проблеми теорії акустичних, радіоелектронних і телекомунікаційних систем IPST-2013». Тезисы докладов. – Алушта. – 29 сентября-2 октября 2013. – С.34-35.

24. Маврина, М.А. Метод повышения достоверности контроля данных в классе вычетов [Текст] / М.А. Маврина // II Международная научно-техническая конференция «Проблемы информатизации» Тезисы докладов. – Киев. – 12-13 апреля 2014. – С. 95.

25. Маврина, М.А. Методы контроля, диагностики и исправления ошибок данных в компьютерных устройствах коммутационно-коммуникационного узла телекоммуникационной системы в классе вычетов [Текст] / М.А. Маврина // 27-я международная научно-техническая конференция «Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте». Тезисы докладов. – Харьков. – 24-26 сентября 2014. – С. 29-32.

26. Маврина, М.А. Анализ структуры коммутационно-коммуникационного узла телекоммуникационной сети [Текст] / М.А. Маврина // V Міжнародна науково-технічна конференція «Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління». Тезиси докладов. – Харьков. – 23-24 апреля 2015. – С. 42.

27. Mavrina, M.A. Method of operative diagnostic data errors by the computing devices of the processing data in a communication node telecommunications network that are functioning in residue number system [Text] / V.A Krasnobayev, M.A. Mavrina // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2015. Вип. 1(110). – С.11-17.

28. Маврина, М.А. Метод повышения достоверности контроля данных, представленных в системе остаточных классов [Текст] / В.А Краснобаев, С.А. Кошман, М.А. Маврина // Кибернетика и системный анализ. – 2014. Том 50, №6. – С.167-175.

29. Маврина, М.А. Метод исправления однократных ошибок данных, представленных кодом класса вычетов [Текст] / В.А Краснобаев, С.А. Кошман, М.А. Маврина // Электронное моделирование. – 2013. Том 35, №5. – С. 43-56.

30. Маврина, М.А. Метод контроля данных, представленных в классе вычетов [Текст] / В.А. Краснобаев, А.А. Замула, М.А. Маврина // Прикладная радиоэлектроника. – 2013. Том 12, №2. – С. 342-346.

31. Маврина, М.А. Концепция создания компьютерных средств обработки данных на основе использования кодов класса вычетов [Текст] / В.А. Краснобаев, С.А. Кошман, В.Н Курчанов., М.А. Маврина // Системи обробки інформації: зб. наук. пр. / Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба – Х., 2013. Вип. 4(111). – С. 133-138.

32. Маврина, М.А. Контроль, диагностика и исправление ошибок данных, представленных кодом класса вычетов [Текст] / В.А Краснобаев, С.А. Кошман, М.А. Маврина // Системи обробки інформації: зб. наук. пр. /

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба – Х., 2013. – Вип. 2(109). – С. 48-54.

33. Маврина, М.А. Методы сравнения чисел, представленных в классе вычетов [Текст] / В.А. Краснобаев, В.Н. Курчанов, Е.В. Загуменная, М.А. Маврина // Системи обробки інформації: зб. наук. пр. / Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. – Х., 2013 р. – Вип. 1(108). – С. 171-175.

34. Маврина, М.А. Методы и алгоритмы сравнения чисел в классе вычетов на основе использования позиционного признака непозиционного кода [Текст] / В.А. Краснобаев, Е.В. Загуменная, М.А. Маврина // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2012. – Вип. 3(55) – С. 111-121.

35. Маврина, М.А. Метод арифметического сравнения чисел в классе вычетов [Текст] / В.А. Краснобаев, С.А. Кошман, Е.В. Загуменная, М.А. Маврина // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – Х., 2012. – Вип. 130. – С. 72-75.

36. Маврина, М.А. Методы оптимального резервирования в модулярной системе счисления [Текст] / В.А. Краснобаев, С.А. Кошман, М.А. Маврина // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – Х., 2012. – Вип. 129. – С. 105-108.

37. Пат. №105455 Україна, МПК G06F 11/08 (2006.01). Пристрій для контролю даних комп'ютерних пристроїв телекомунікаційної системи, що функціонують у класі лишків [Текст] / В.А. Краснобаєв, С.О. Кошман, О.І. Тиртишніков, С.А. Орищенко, М.О. Мавріна. – № а 2013 07289; заявл. 10.06.2013; опубл. 12.05.2014. Бюл. № 9. – 6 с.

38. Пат. №105436 Україна, МПК (2014.01) G06F 11/08 (2006.01) G06F 11/00 G06F 7/72(2006.01) G06F 7/00. Пристрій для контролю та корекції помилок даних комп'ютерних пристроїв комутаційно-комунікаційного вузла телекомунікаційної мережі, що функціонують у класі лишків [Текст] /

В.А. Краснобаєв, С.О. Кошман, О.І. Тиртишніков, І.І. Слюсарь, М.О. Мавріна. – № а 2013 00476; заявл. 14.01.2013; опубл. 12.05.2014. Бюл. № 9. – 9 с.

39. Пат. №105742 Україна, МПК G06F 11/08 (2006.01). Пристрій для контролю помилок даних у комп'ютерних пристроях комутаційно-комунікаційного вузла інформаційно-телекомунікаційної системи, що функціонують у класі лишків. [Текст] / В.А. Краснобаєв, С.О. Кошман, О.І. Тиртишніков, В.М. Курчанов, М.О. Мавріна. – № а 2013 08773; заявл. 12.07.2013; опубл. 10.06.2014. Бюл. № 11. – 8 с.

40. Пат. №82809 Україна, МПК G06F 7/08 (2006.01). Пристрій для додавання та віднімання чисел за модулем три в модулярній системі числення [Текст] / В.А. Краснобаєв, Є.О. Сотник, В.І. Барсов, М.О. Мавріна. – № и 2013 02029. Заявл. 19.02.2013; опубл. 12.08.2013. Бюл. № 15. – 5 с.

41. Пат. №79673 Україна, МПК G06F 11/08 (2006.01). Пристрій для контролю даних комп'ютерних пристроїв телекомунікаційної системи, що функціонують у класі лишків [Текст] / В.А. Краснобаєв, С.О. Кошман, О.І. Тиртишніков, Є.М. Бульба, М.О. Мавріна. – № и 2012 13145. Заявл. 19.11.2012; опубл. 25.04.2013. Бюл. № 8. – 7 с.

42. Пат. №79587 Україна, МПК G06F 7/04 (2006.01). Пристрій для порівняння даних, що представлені у непозиційній системі числення класу лишків [Текст] / В.А. Краснобаєв, С.О. Кошман, О.І. Тиртишніков, Ю.В. Уткін, М.О. Мавріна. – № и 2012 12654. Заявл. 05.11.2012; опубл. 25.04.2013. Бюл. № 8. – 9 с.

43. Пескова, С.А. Сети и телекоммуникации [Текст] / С.А. Пескова, А.В. Кузин, А.Н. Волков. – М.:Издательский центр «Академия», 2008. – 354с.

44. Мелехин, В.Ф. Вычислительные машины, системы и сети [Текст]: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.Ф. Мелехин, Е.Г. Павловский. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр "Академия", 2007. – 560 с.

45. ІТС. UA. Фундамент українських телекомунікацій. [Електронний ресурс] / 11 декабря 2001г. Режим доступа

[http://itc.ua/articles/fundament\\_ukrainskih\\_telekommunikacij\\_8458/](http://itc.ua/articles/fundament_ukrainskih_telekommunikacij_8458/) – Загл. с экрана. (Дата обращения 20.09.2014).

46. Рейман, Л. Теория и практика функционирования инфокоммуникационных рынков [Текст] / Л. Рейман. – М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2002. – 320 с.

47. Воробиенко, П.П. Инфокоммуникации: термины и определения [Текст] / П.П. Воробиенко, Л.А. Никитюк // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2011. – Вып. №2 (54). – С. 4-8.

48. Дымарский, Я.С. Управление сетями связи: принципы, протоколы, прикладные задачи. Серия изданий «Связь и бизнес» [Текст] / Я.С. Дымарский, Н.П. Крутякова, Г.Г. Яновский. – М.: ИТЦ «Мобильные телекоммуникации», 2003. – 384 с.

49. Воеводин, В.В. Вычислительная математика и структура алгоритмов [Текст] / В.В. Воеводин. – М.: Изд-во МГУ, 2006. – 112 с.

50. Котов, П.А. Повышение достоверности передачи цифровой информации [Текст] / П.А. Котов. – М.: Связь, 1966, – 184 с.

51. Гудилин, А.Е. Автоматизированные управляющие комплексы систем коммутации проводной связи [Текст] / А.Е. Гудилин. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2000. – 175 с.

52. Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы [Текст] / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: Питер, 1999. – 344с.

53. Пухов, Г.Е. Разрядно-аналоговые вычислительные системы [Текст] / Г.Е. Пухов, В.Ф. Евдокимов, М.Ф. Синьков. – М.: Сов. Радио, 1978. – 254 с.

54. Маккелан, Дж. Применение теории чисел в цифровой обработке сигналов [Текст] / Дж. Маккелан, Ч.М, Рейдер. – М.: Радио и связь, 1983. – 264 с.

55. Методы и модели планирования ресурсов в Grid – системах [Текст]: монография / В.С. Пономаренко, С.В. Листровой, С.В. Минухин, С.В. Знахур. – Х.: ВД «ИНЖЕК», 2008. – 408 с.

56. Положення про Український національний гід [Електронний ресурс] / Режим доступа [http://infrastructure.kiev.ua/upload/ung\\_fin.pdf](http://infrastructure.kiev.ua/upload/ung_fin.pdf) – Загл. с екрана. (Дата обращения 10.11.2014).
57. Орлов, С.А. Организация ЭВМ и систем [Текст]: учебник для вузов / С.А. Орлов, В.Я. Цилькер. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2011. – 688 с.
58. Мельник, А.О. Архітектура комп'ютера [Текст]: наукове видання / А.О. Мельник. – Луцьк: Волинська обласна друкарня, 2008. – 470 с.
59. Танненбаум, Э. Архитектура компьютера [Текст] / Э. Танненбаум, Т. Остин. – 6-е изд. – СПб.: Питер, 2013. – 816 с.
60. Вариченко, Л.В. Абстрактные алгебраические системы и цифровая обработка сигналов [Текст] / Л.В. Вариченко, В.Г. Лабунец, М.А. Раков. – Киев: Наукова думка, 1986. – 248 с.
61. Коляда, А.А. Модулярные структуры конвейерной обработки цифровой информации [Текст] / А.А. Коляда, И.Т. Пак. – Минск: Наука, 1992. – 256 с.
62. Инютин, С.А. Арифметико-логические основы вычислительных систем [Текст] / С. А. Инютин. – Сургут: РИО, 2001. – 120 с.
63. Антонов, А.С. Введение в параллельные вычисления [Текст]: методическое пособие / А.С. Антонов. – Москва: НИВЦ МГУ им. М.В. Ломоносова, 2002. – 69 с.
64. Барсов, В.И. Методология параллельной обработки информации в модулярной системе счисления [Текст]: монография / В.И. Барсов, Л.С. Сорока, В.А. Краснобаев. – Х.: МОН, УИПА, 2009. – 268 с.
65. Методы и средства обработки информации в непозиционной системе счисления в остаточных классах [Текст] / В.Я. Жихарев, Я.В. Илюшко, Л.Г. Кравець, В.А. Краснобаев. – Житомир: Изд-во "Волинь", 2005. – 220 с.
66. Карцев, М.А. Вычислительные системы и синхронная арифметика [Текст] / М.А. Карцев, М.А. Брик. – М.: Радио и связь, 1981. – 369 с.

67. Акушский, И.Я. Основы машинной арифметики комплексных чисел [Текст] / И.Я. Акушский, В.М. Амербаев, И.Т. Пак. – Алма-Ата: Наука, 1970. – 248 с.
68. Дадаев, Ю.Г. Теория арифметических кодов [Текст] / Ю.Г. Дадаев. – М.: Радио и связь, 1981. – 272 с.
69. Система обработки информации и управления АСУ ТП на основе применения кодов в модулярной арифметике [Текст]: монография / В.И. Барсов, В.А. Краснобаев, И.А. Фурман, М.Л. Малиновский, В.В. Шевченко. – Х.: МОН, УИПА, 2009. – 159с.
70. Финько, О.А. Варианты Китайской теоремы об остатках, ориентированные на техническую реализацию [Текст] / О.А. Финько // Международный конгресс "Математика в XXI в. Роль механико-математического факультета НГУ в науке, образовании и бизнесе". – Новосибирск, 2003. – С.120-124.
71. Краснобаев, В.А. Помехоустойчивое кодирование в АСУ [Текст] / В.А. Краснобаев, С.И. Приходько, А.И. Снисаренко. – Х.: МО СССР, 1990. – 151 с.
72. Золотарев, В.В. Помехоустойчивое кодирование. Методы и алгоритмы [Текст]: справочник / В.В. Золотарев, Г.В. Овечкин. – М.: Горячая линия-Телеком, 2004. – 126 с.
73. Витерби, А.Д. Принципы цифровой связи и кодирования [Текст]: пер. с англ. / А.Д. Витерби, Дж.К. Омура; под ред. К.Ш. Зигангирова. – М.: Радио и связь, 1982. – 535 с.
74. Материалы Международной научно-технической конференции «50 лет модулярной арифметике» [Текст] – МИЭТ, г. Зеленоград, 23-25 ноября 2005. – 550 с.
75. Краснобаев, В.А. Методы контроля, диагностики и коррекции ошибок данных в информационно-телекоммуникационной системе, функционирующей в классе вычетов [Текст] / В.А. Краснобаев, С.А. Мороз //

Інформаційні керуючі системи на залізничному транспорті. – 2012. – №2. – С. 60-78.

76. Финько, О.А. Методы обработки больших массивов информации на основе арифметики в остаточных классах [Текст] / О.А. Финько // Третья научно-техническая конференция "Перспективы использования новых технологий и научно-технических решений в изделиях ракетно-космической техники разработки ГКНПЦ им. М.В. Хруничева": сб. науч. труд. – Ин-т проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. – М., 2003. – С. 211-216.

77. Краснобаев, В.А. Метод контроля информации в непозиционной системе счисления класса вычетов [Текст] / В.А. Краснобаев, С.А. Мороз // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2011. – Вип. №2(18). – С. 134-138.

78. Краснобаев, В.А. Метод оперативного контроля данных в классе вычетов на основе использования позиционного признака непозиционного кода [Текст] / В.А. Краснобаев, С.А. Мороз, А.А. Замула // Прикладная радиоэлектроника. – 2012. – II №2. – С. 281-287.

79. Инютин, С.А. Основы многоуровневой алгоритмики [Текст] / С.А. Инютин. – Сургут: РИО, 2002. – 137с.

80. Методы многоверсионной обработки информации в модулярной арифметике [Текст]: монография / В.И. Барсов, В.А. Краснобаев, А.А. Сиора., И.В. Авдеев. – Х.: МОН, УИПА, 2008. – 460с.

81. Пятибратов, А.П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации [Текст] / А.П. Пятибратов. – СПб.: ВHV, 2003. – 512с.

82. Галкин, В.А. Телекоммуникации и сети [Текст]: учеб. пособие для вузов / В.А. Галкин, Ю.А. Григорьев. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 608с.

83. Управление заданиями в распределенной вычислительной среде [Текст] / В.Н. Коваленко, Е.И. Коваленко, Д.А. Корягин, Э.З. Любимский, Е.В. Хухлаев // Открытые системы. – № 5-6. – 2001. – С. 22-28.

84. Дьяченко, В.Ф. Управление на сетях связи [Текст] / В.Ф. Дьяченко, В.Г. Лазарев, Г.Г. Савин. – М: Энергия, 1984. – 277 с.

85. Зиновьев, Э.В. Методы управления сетевыми информационными системами [Текст] / Э.В. Зиновьев, А.А. Стрекалев. – Рига: Зинатне, 1991. – 308 с.
86. Сиора, А.А. Отказоустойчивые системы с версионно-информационной избыточностью в АСУ ТП [Текст]: монография / А.А. Сиора, В.А. Краснобаев, В.С. Харченко. – Х.: МОН, НАУ им. Н.Е. Жуковского (ХАИ), 2009. – 320с.
87. Watson, R.W. Residue arithmetic and Reliable Computer Design [Text] / R.W. Watson , C.W. Hastings. – Washington.: Spartan Books, 1967. – 128с.
88. Журавлев, Ю.П. Надежность и контроль ЭВМ [Текст] / Ю.П. Журавлев. – М.: Сов. Радио, 1978. – 412 с.
89. Контроль функционирования больших систем [Текст] / Г.П. Шибанов, Е.А. Артеменко, А.А. Метешкин, Н.И. Циклинский. – М.: Машиностроение, 1977. – 360 с.
90. Артеменко, Е.А. Основы построения автоматизированных систем контроля и управления сложными техническими объектами [Текст] / Е.А. Артеменко. – МО СССР, 1975. – 304 с.
91. Мороз, С.А. Методы контроля и диагностики данных в классе вычетов [Текст] / Мороз С.А., В.А. Краснобаев // Радиотехника. Всеукр. Межвед. науч.-техн. сб. – 2011. – Вып. 166. – С.117-124.
92. Пат. №69238 України, МПК G 06 F 11/08 (2006.01). Пристрій для контролю даних у класі лишків [Текст] / В.А. Краснобаев, С.О. Мороз, О.І. Тиртишніков, Р.А. Горбенко . – № и 2011 11569; заявл. 30.0.2011; публ. 25.04.2012, Бюл. № 8. – 6с.
93. Контроллеры и процессоры с параллельной архитектурой [Текст]: учебник для вузов / И.А. Фурман, В.А. Краснобаев, М.Л. Малиновский, С.В. Панченко; под ред. Г.И. Загария. – Харьков: УкрГАЗТ, 2006. – 416 с.

94. Инютин. С.А. Параллельные вычисления в сверхбольших компьютерных диапазонах [Текст] / С.А. Инютин // I Международ. конф. "Параллельные вычисления и задачи управления" (РАСО-2001), 29 – 31 января 2001 г. – М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2001. – С. 76-87.

95. Овчаренко. Л.А. Синтез минимально избыточных структур отказоустойчивых специализированных процессоров в модулярной системе счисления [Текст] / Л.А. Овчаренко, Д.С. Лопатин // Вестник Военного института радиоэлектроники. – Воронеж: ВИРЭ, 2004. – №2. – С. 37-39.

96. Краснобаев. В.А. Отказоустойчивые вычислительные системы на основе модулярной арифметики: концепции, методы и средства [Текст] / В.А. Краснобаев, В.И. Барсов, Е.В. Яськова // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2007. – №8(27). – С.82-90.

97. Inyutin, S.A. Parallel Square Modular Computer Algebra [Text] / S.A. Inyutin // Lecture Notes in Computer Science: Parallel Processing and Applied Mathematics (PPAM). German - Poland: Springer. – 2004, – LNCS № 3019. – P. 993-997.

98. Finko, O.A. Introduction to new parallel computer arithmetics. Grounded on Factorizations of Operands [Text] / O.A. Finko // International Congress "MATHEMATICS in XXI century. The role of the MMD of NSU in science, education, and business". – Novosibirsk, 2003. – С. 6 -69.

99. Сергиенко, А.Б. Цифровая обработка сигналов [Текст] / А.Б. Сергиенко. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 751 с.

100. Вишневский, В.М. Теоретические основы проектирования компьютерных систем [Текст] / В.М. Вишневский. – М.: Техносфера, 2003. – 512 с.

101. Сэвидж, Д.Э. Сложность вычислений [Текст] / Д.Э. Сэвидж. – М.: Факториал, 1998. – 368 с.

102. Закер, К. Компьютерные сети. Модернизация и поиск неисправностей [Текст]: пер. с англ. / К. Закер. – СПб.: БХВ, 2005. – 1010 с.

