



А К Ц И О Н Е Р Н О Е О Б Щ Е С Т В О  
« В С Е Р О С С И Й С К И Й Н А У Ч Н О - И С С Л Е Д О В А Т Е Л Ъ С К И Й  
И Н С Т И Т У Т Р А Д И О Т Е Х Н И К И » ( А О « В Н И И Р Т »)

ул. Б. Почтовая, 22, Москва, 105082

Тел.: (499) 267-66-04; факс: (499) 265-60-38; e-mail: vniirt@vniirt.ru  
ОКПО 07505269, ОГРН 1027701015352, ИНН/КПП 7701315700/770101001

09.03.2017 № 017/47

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель генерального директора  
по научной работе

доктор технических наук

профессор



В.И. Порсев

«09» марта 2017 г.

**ОТЗЫВ**

ведущей организации на диссертацию Михеева Кирилла Валерьевича «Разработка вычислительных алгоритмов для устройств обработки и отображения информации радиотехнических систем», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

**Актуальность** темы диссертации Михеева Кирилла Валерьевича обусловлена важностью совершенствования вычислительных алгоритмов в рамках разработки и модернизации радиотехнических средств.

Различного рода задачи по обработке радиотехнической информации, управлению, контролю и диагностике радиотехнических средств решаются с применением быстродействующих экономичных процедур, реализующих решение специфических математических уравнений, вычисление типовых нелинейных функций в реальном масштабе времени, в том числе направленных на уменьшение погрешностей измерений.

Тематика работы соответствует НИР и ОКР промышленных организаций отрасли, занимающихся созданием перспективных радиотехнических средств и систем. Задачи, решаемые в диссертации, имеют существенное значения для теории многопоточной обработки информации,

системного анализа, траекторной обработки, численных методов прикладной математики. Их решение может улучшить характеристики вычислительных алгоритмов радиотехнических систем, что востребовано на предприятиях промышленности и актуально.

Тема диссертации соответствует заявленной специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

К **научной новизне** работы можно отнести следующее:

- методы и алгоритмы поиска полиномов наилучшего приближения различных степеней для аппроксимации, широко используемых на практике функциональных зависимостей, повышающих точность представления типовых функций и минимизацию программно-аппаратурных затрат;

- алгоритмы аппроксимации стандартных функций, входящие в основные алгоритмы обработки информации РТС, арифметических и векторных операций с диапазоном представления от 3 до 64 двоичных разрядов, что позволило устранить избыточную точность результата при возрастании сложности алгоритма не более чем на 1...6 операций, а также уменьшить погрешность результата путём взаимной компенсации составляющих погрешностей;

- метод воспроизведения траекторий воздушных объектов из плавно сопрягаемых сегментов на основе параметрических уравнений кривых Безье, учитывающих перегрузки воздушных объектов.

**Значимость для науки и производства (практики) полученных автором диссертации результатов.**

Результаты исследований позволяют при разработке перспективных радиотехнических систем улучшить характеристики вычислительных алгоритмов, повысить эффективность устройств передачи, приема, обработки, отображения и хранения информации.

Разработанные численные методы воспроизведения стандартных функций с исключением избыточной точности и уменьшения амплитуд паразитных гармонических составляющих радиосигналов позволили повысить быстродействия системы цифровой обработки в 2 раза.

Получены алгоритмы, обеспечивающие существенное сокращение числа итерационных циклов при калибровке измерительных каналов с нестабильными параметрами и разрядных сеток операндов специализированных вычислителей на 2-5 двоичных разрядов.

Разработан метод формирования траекторий движения воздушных объектов с контролем перегрузок, адекватный реальному движению воздушных судов, позволяющий повысить качество тренажной информации

операторов; прикладное программное обеспечение, автоматизирующее процесс поиска полиномов наилучшего приближения для различных функциональных зависимостей, оптимизирующее полиномы под различные специализированные вычислительные устройства и обеспечивающее построение траекторий движения воздушных объектов.

#### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.**

Результаты диссертационной работы Михеева К.В. могут быть рекомендованы для использования в научно-исследовательских и конструкторских организациях при разработке и проектировании радиосистем различного назначения, использующих цифровые вычислительные устройства обработки информации и синтезаторы частот.

**Достоверность результатов**, полученных в диссертационной работе, подтверждена корректным использованием математического аппарата, отсутствием противоречий между теоретическими положениями, разработанными в диссертации, и известными частными результатами других исследований, сходимостью результатов математического моделирования и экспериментальных исследований, выполненных на базе ПЛИС.

Полученные автором результаты имеют теоретическое обоснование; выводы и предложения диссертации аргументированы.

Результаты исследований по теме диссертационной работы опубликованы в 15 печатных работах, в том числе в 5 статьях ведущих научно-технических журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК, 2 статьи из которых опубликованы в журнале, входящем в международную базу цитирования «Web of Science», 7 тезисов докладов. Получены свидетельства о государственной регистрации 3 программ для ЭВМ.

Материалы диссертации хорошо апробированы на различных международных и всероссийских научно-технических конференциях.

Работа изложена достаточно ясно. Содержание работы соответствует теме. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертационной работы. В то же время следует отметить ряд замечаний.

#### **Замечания по диссертации.**

1. На стр. 83...85 приведен материал, названный автором: «Разработка программы аппроксимации элементарных функций». Однако, в приведенном материале указываются наименования программных оболочек, используемых для разработки программы, входные и выходные данные для расчетов, но не указывается, что они являются входными и выходными данными для

разработанной автором программы. При этом разработка программы в этом подразделе автором представлена в таком виде, что можно констатировать ее полное отсутствие в приведенном тексте.

2. Разработанная автором в 4 главе (стр. 94 и далее) модель воспроизведения геометрии трассы движения объекта не предусматривает возможность изменения параметров движения цели, (нет возможности оперативного внесения изменений составляющих скорости, ускорения и других параметров). Автор работает с заготовленной заранее траекторией конкретного вида, что ограничивает возможности модели.

3. Алгоритмы поиска полиномов наилучшего приближения, рассмотренные на стр. 41...52 диссертации разработаны для периодических тригонометрических, обратных тригонометрических функций и степенной функции. В работе не показано: сохраняются ли в разработанных алгоритмах их положительные свойства при аппроксимации других видов функций, например, логарифмических.

4. В работе не приведен анализ влияния на результирующую погрешность алгоритма вычисления функций  $R = \sqrt{A^2 + B^2}$  разрядности операндов А и В, что важно для решения практических задач реализации алгоритма в цифровых устройствах обработки сигналов.

5. Имеется ряд некорректных записей:

а) на стр. 88 приведен рисунок 3.8 с графиком погрешности алгоритма вычисления функции  $R = \sqrt{A^2 + B^2}$ , на который автор не ссылается в диссертационной работе (на графике отсутствует обозначение величин вертикальной оси);

б) на стр. 70 некорректно указан диапазон изменения погрешности: «[50%...10<sup>-6</sup>%]», аналогичная некорректная запись на стр. 89: «10<sup>-1</sup>-10<sup>-11</sup>».

6. На стр. 117 показан рисунок 4.8, на котором отсутствуют обозначения осей. В тексте с ссылкой на данный рисунок соответствующее пояснение с обозначением осей, размерностью и т. д. также отсутствует.

7. На стр. 71, 76, 78, 80 диссертационной работы в таблицах 3.1, 3.3, 3.5 и 3.7 приведены аналитические выражения для полиномов, обеспечивающих ошибки аппроксимации функций до значений 10<sup>-12</sup>. Такая точность является существенно избыточной для решения практических задач цифровой обработки сигналов и может быть использована только для теоретических расчетов предельных вычислительных затрат на реализацию предложенных алгоритмов.

8. Оформление диссертации по структуре и правилам оформления не полностью соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. В тексте

диссертации неправильно приводятся ссылки на иллюстрации (стр. 43, 44, 45, 49, 59 и др.), имеются опечатки (например, на стр. 81: «на подинтервалах. (таблица 3.8)»).

Отмеченные недостатки не снижают общую положительную оценку диссертационной работы и не являются критическими.

**Выводы.** На основе изучения диссертации, автореферата и опубликованных работ Михеева К.В., выявлено, что диссертация является самостоятельной, обладающей внутренним единством законченной научно-квалификационной работой, написана Михеевым К.В. лично. Предложенные автором научно-технические решения в должной степени аргументированы. На весь заимствованный материал имеются ссылки на первоисточники.

Диссертационная работа К.В. Михеева выполнена на высоком научном уровне, написана четким, технически грамотным языком. Качество оформления материалов диссертации хорошее.

**Заключение.** Диссертация удовлетворяет критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в разделе II «Приложения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 с последующими изменениями, а также соответствует паспорту специальности. Автор данной работы, Михеев Кирилл Валерьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Отзыв ведущей организации на диссертацию Михеева К.В. рассмотрен и одобрен на заседании бюро НТС АО «ВНИИРТ» 9 марта 2017года, протокол № 2/17.

Начальник сектора  
доктор технических наук  
доцент

Слугарев  
Олег Александрович

Начальник сектора  
кандидат технических наук

Ворошилин  
Евгений Павлович