

ОТЗЫВ

официального оппонента Приорова Андрея Леонидовича на кандидатскую диссертацию Аль Рубеи Мохаммеда Абдалаббаса Тавфика «Разработка и исследование интерполяционных алгоритмов оценки отклонения частоты гармонического сигнала», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа посвящена актуальным вопросам создания и развития алгоритмической базы для встраиваемых средств контроля частоты гармонического напряжения на основе цифровой обработки массива дискретных отсчетов, получаемых путем аналого-цифрового преобразования сигнала.

Гармонические колебания различной длительности и частоты широко используются во многих областях науки и техники, в том числе в радиосвязи, телеметрии, радиолокации, радионавигации, автоматике и экспериментальной физике. Во многих случаях нужно оценить отклонение этой частоты от номинального или выделенного значения. Разнообразие требований привело к разработкам различных методов, методик и алгоритмов измерения частоты. Растут требования к быстрдействию и к точности оценки, к алгоритмам и допустимой методической погрешности измерения частоты и допустимому отклонению от номинального значения.

Структура диссертации

Во введении показана актуальность, научная новизна и практическая значимость, обоснована достоверность полученных результатов, подтверждена апробация работы, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, приведена структура диссертации, поставлена задача развития алгоритмов путем модернизации уравнения интерполяции.

В первой главе рассмотрены возможности цифровой обработки сигналов, а также требования к методам, алгоритмам и программным средствам оценки параметров сигналов во встроенных системах контроля. Проведен аналитический обзор основных методов определения частоты, сформулированы задачи уменьшения величины погрешности. Анализируется состояние и пути развития алгоритмических методов измерения отклонения частоты гармонического сигнала по его спектру. Рассмотрены алгоритмы интерполяции по двум и трем компонентам спектра, предложен перспективный алгоритм спектрально-весаого метода.

Во второй главе разработаны методики и алгоритмы определения по короткой выборке параметров гармонического сигнала, основанные на цифровой обработке массива данных мгновенных значений. Применено полунатурное имитационное моделирование, при котором имитируется измеряемый сигнал с искажениями или без них (формируется выборка, которая должна получаться на выходе АЦП).

Измерительная часть реализует работу встроенной системы контроля в соответствии с разработанными алгоритмами.

В третьей главе приведены результаты моделирования алгоритма оценки отклонения частоты гармонического сигнала спектрально-весовым методом. Исследовано влияние вида оконной функции, объема выборки и числа спектральных линий на погрешность оценки частоты, применение окна Кайзера для определения частоты гармонического сигнала спектрально-весовым методом, влияние аддитивного шума на величину методической погрешности оценки частоты, а также влияние порядка начального момента на погрешность.

В четвертой главе приведено описание интерактивной компьютерной программы «Оценка отклонения частоты гармонического сигнала спектрально-весовым методом», приведен «Комплексный алгоритм оценки уровня и частоты гармонического сигнала на базе преобразования Фурье», представлены «Методика выбора оконной функции» и «Методика проектирования встроенной системы контроля отклонения частоты передатчика радиостанции УКВ».

Список литературы включает 102 наименования, из которых 25 публикаций автора. Работа содержит также 8 приложений.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в разработке алгоритмов, методик и рекомендаций для определения отклонения частоты гармонического сигнала:

1. Предложено и показано, что методику оценки начального момента случайной величины с выбором его порядка целесообразно использовать для определения центра тяжести спектра в задаче нахождения отклонения частоты гармонического сигнала по дискретным отсчетам.
2. Разработан алгоритм определения положения центра спектра «Спектрально-весовым методом» по двум наибольшим составляющим спектра для окна Кайзера ($\beta=2$), вносящий меньшие методические погрешности, чем известные алгоритмы Ли и Джайна.
3. Разработан алгоритм «Предлагаемый» для определения положения центра спектра путем интерполяции по трем компонентам для окна Блекман-Харриса, вносящий меньшие методические погрешности, чем известные алгоритмы Якобсена, Динга, Воглеведе.
4. Созданы программные средства оценки методической погрешности определения частоты по дискретным отсчетам методом моментов и показаны достоинства оптимизированного выбора: вида оконной функции; числа учитываемых линий спектра; числа дискретных отсчетов; порядка начального момента; отношения частот сигнала и дискретизации.
5. Моделирование показало, что универсальным является окно Кайзера, вносящее минимальные значения методической составляющей погрешности «МСП» (от $1E-1$ до $1E-13$) в широком диапазоне требований.

6. Исследовано влияние и даны рекомендации по учету четного и нечетного числа компонент спектра, а также выбору пологих близких к нулевому уровню зон отношения частот сигнала и дискретизации, в которых можно на порядок снизить МСП.

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждена публикациями и выступлением на научных конференциях, а также результатами компьютерного моделирования, демонстрирующими эффективность предложенных алгоритмов и методик определения отклонения частоты гармонического сигнала.

Апробация

Результаты работы докладывались на конференциях в городах: Багдад (Ирак), Новосибирск, Владимир, Казань, Уфа. По материалам диссертации опубликовано 25 работ, в том числе 6 докладов на международных конференциях (три доклада в журнале AIP Conf., индексируемом SCOPUS) и 11 статей в журналах, рекомендованных ВАК; получены четыре свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

Результаты работы внедрены на кафедре радиотехники и радиосистем ВлГУ в учебный процесс по дисциплине «Встраиваемые системы контроля УТК», а также в учебный процесс Технического университета Аль-Фурат Аль-Аусат и будут использоваться студентами Технического института Наджафа, факультета коммуникационных технологий Ирака.

Предложенные алгоритмы и программные средства могут быть использованы в различных задачах экспериментальных исследований, испытаний и мониторинга УТК на этапах проектирования, производства и эксплуатации. Их можно применить в системах радиоконтроля, радиообнаружения, мониторинга качества электроэнергии, многоканального мониторинга эфира и др.

В качестве замечаний по диссертации можно отметить следующее:

1. Не совсем понятно, когда использовать четное и нечетное число линий спектра и как выбрать границу перехода.
2. Имеются неточности и грамматические ошибки, связанные, видимо, с иностранным гражданством и языковыми различиями русского и иракского языков.
3. Некоторые рисунки слишком мелкие для чтения. В особенности это касается автореферата. По-видимому, автор с целью сокращения объема автореферата уменьшил масштаб рисунков в ущерб их читаемости.
4. При изложении разработанных автором методик и алгоритмов недостаточно подробно представлено теоретическое обоснование и предыстория создания каждого метода, что затрудняет оценку новизны и личного вклада автора в полученные результаты.
5. Не все полученные в процессе моделирования результаты нашли теоретическое объяснение в материалах диссертации. Например, не совсем понятна

