

Отзыв научного руководителя
на диссертацию Назарова Максима Андреевича
«Измерение нелинейных характеристик цепей
на основе нелинейно-инерционной поведенческой модели первого порядка»
по специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»
на соискание ученой степени кандидата технических наук

В настоящее время отсутствуют общепринятые способы характеристики нелинейно-инерционных свойств устройств, работающих в основной области частот (без или до/после переноса на несущую частоту). Соответственно, нет и основанных на измерениях моделей таких устройств, которые могли бы использоваться на уровне структурных схем как поведенческие модели.

Структурно мы разработали поведенческие модели устройств основной полосы частот, достаточно простые, чтобы они имели шансы войти в инженерную практику. В общем случае они имеют вид нелинейных многопетлевых рекурсивных фильтров (не выше третьего порядка) с интеграторами в обратных связях. Однако от широкого практического использования их отделяет отсутствие методов и средств для измерения характеристических функций в таких моделях.

С точки зрения системного подхода указанную проблему правильно решать, начиная с нелинейного рекурсивного фильтра первого порядка. Диссертационная работа Назарова М.А. посвящена именно этому вопросу: измерению характеристик устройств на основе нелинейного рекурсивного фильтра первого порядка.

Для достижения поставленной цели в работе решен ряд метрологических задач. Рассмотрены вопросы погрешности измерения семейства переходных характеристик устройств, на основе которых выполняется дальнейшая характеристика устройств. Для исключения систематических погрешностей предложен ряд калибровочных процедур. Разработан способ пересчета результатов прямых измерений переходных характеристик в косвенно измеряемые характеристические функции модели. При этом показано конкретно, что могут быть определены погрешности таких косвенных измерений, приведена соответствующая методика расчета погрешности.

Для проверки разработанного измерителя характеристик цепей на новом принципе разработана мера, воспроизводящая измеряемые характеристики с известными действительными значениями. Выполнены экспериментальные измерения характеристик нескольких устройств. Показано, что погрешность измерения не превышает нескольких процентов, что достаточно для большинства практических задач.

Получаемые характеристические функции завершают синтез поведенческих моделей нового класса, которые способны работать не только на гармонических сигналах (как известные X -параметры), но на сигналах произвольной формы, в том числе в основном диапазоне частот.

Также в работе получен ряд результатов, обладающих общей практической и теоретической значимостью. Показано, что относительные динамические нелинейности устройства, определенные по модели первого и более высокого порядка совпадают, что позволяет давать анализ динамической нелинейности устройств различной сложности на общей основе с применением нелинейного рекурсивного фильтра первого порядка. На практических примерах проиллюстрировано, что выбор точки стробирования в соответствии с основной постоянной времени наблюдаемого переходного процесса

позволяет снижать влияние на результаты измерения переходных процессов, не укладывающихся в используемую поведенческую модель.

Основные положения диссертации опубликованы в соответствии с требованиями, предъявляемыми ВАК: четыре статьи в журналах из перечня ВАК, десять докладов на конференциях, в том числе два в трудах конференций, индексируемых в Scopus. Имеется свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, подана заявка на изобретение (способ).

Считаю, что диссертация является завершенным научным исследованием, обладающим актуальностью, новизной и практической значимостью, соответствует требованиям, установленным в п. 9 «Положения порядке о присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 в редакции постановления Правительства № 415 от 18.03.2023, а Назаров М.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Профессор кафедры

радиоэлектроники и систем связи ТУСУР

д.т.н., доцент



[Handwritten signature]

Э.В. Семенов

» _____ 2023

Подпись Семенова Эдуарда Валерьевича

удостоверяю. Ученый секретарь ТУСУР

[Handwritten signature]

Е.В. Прокопчук

« _____ 2023