

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 219.001.04
НА БАЗЕ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ СВЯЗИ
И ИНФОРМАТИКИ»
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК**

аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 24.01.2018, протокол № 48 о присуждении Бычкову Михаилу Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Расширение динамического диапазона МШУ и смесителей на основе ячейки Джильберта» по специальности 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения принята к защите 15 ноября 2018, протокол N 45/2 диссертационным советом Д219.001.04 на базе ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технический университет связи и информатики» (МТУСИ), Федеральное агентство связи, 111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, 8а, приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 03 марта 2016 г. № 244/нк.

Соискатель Бычков Михаил Сергеевич, 1975 года рождения, в 1998 году окончил «Московский Энергетический Институт (Технический Университет)» по специальности «Радиотехника» с присуждением квалификации «Радиоинженер».

В 2011 году соискатель окончил заочную аспирантуру ФГБОУ ВО «Московский энергетический институт (технический университет)» по специальности 05.12.04 — Радиотехника, в том числе системы и устройства

телевидения. Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов получено в 2016 году.

Работает начальником отдела разработки интегрированных СВЧ СнК отделения СВЧ в акционерном обществе «Научно-исследовательский институт микроэлектронной аппаратуры «Прогресс».

Диссертация выполнена в отделении СВЧ акционерного общества «Научно-исследовательский институт микроэлектронной аппаратуры «Прогресс».

Научный руководитель - доктор технических наук, старший научный сотрудник Егоров Валерий Васильевич, ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем», начальник сектора 19.03.

Научный консультант – кандидат технических наук, профессор Богатырев Евгений Алексеевич, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт», профессор кафедры «Формирование и обработка радиосигналов».

Поскольку научный руководитель Егоров В.В. в первую очередь является специалистом в области системного анализа, управления и обработки информации, то для помощи в анализе полученных в работе новых схемотехнических решений и оформлении предложенного метода реализации был приглашен специалист в области радиотехники — к.т.н. профессор Евгений Алексеевич Богатырев, ранее осуществлявший научное руководство соискателем во время его учебы в заочной аспирантуре.

Официальные оппоненты:

1. Тимошенко Валерий Петрович — доктор технических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», профессор кафедры «Интегральная Электроника и Микросистемы»;

2. Иванюшкин Роман Юрьевич — кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Московский технический университет связи и информатики», доцент кафедры «Радиооборудование и схемотехника»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация — федеральное государственное унитарное предприятие ордена Трудового Красного Знамени «Научно-Исследовательский Институт Радио», г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном начальником испытательного центра ФГУП НИИР, к.т.н., доцентом Кокошкиным Игорем Валентиновичем, утвержденном первым заместителем генерального директора ФГУП «НИИР», д.т.н., профессором Сподобаевым Михаилом Юрьевичем указала, что диссертационная работа выполнена на высоком научно-техническом уровне и представляет собой законченное исследование: поставленная в диссертации автором цель - расширение динамического диапазона входных каскадов приемников и оценка эффективности структурного метода увеличения линейности при разработке входных интегральных МШУ и смесителей – достигнута. Диссертационная работа Бычкова М.С. «Расширение динамического диапазона МШУ и смесителей на основе ячейки Джилберта» соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.12.04 - Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения, а соискатель Бычков Михаил Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по заявленной специальности.

Соискатель имеет 19 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации -19 работ. 3 статьи опубликованы в рецензируемых научных изданиях из Перечня ВАК (1,96 п.л), 4 работы — патенты РФ на полезные модели, полученные на схемы МШУ и смесителей, разработанных с помощью предложенного автором метода реализации, 1 работа — статья в сборнике трудов научной конференции; 11 работ — тезисы докладов.

Опубликованные работы, общим объемом 117 страниц (14,33 п.л.), в полном объеме отражают содержание диссертации.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Бычков, М. С. Широкополосный СВЧ формирователь квадратурных каналов в интегральном исполнении / М. С. Бычков // Радиотехника. - 2010. - № 6. - С. 54 - 56. – 0,37 п.л.

2. Бычков, М. С. Методика реализации структурных схем с нулевой чувствительностью / М. С. Бычков // Радиотехника. - 2016. - № 11. - С. 46 – 53. – 0,98 п.л.

3. Бычков, М. С. Структурный метод увеличения линейности на примере линеаризации дифференциального каскада / М. С. Бычков // Радиотехника. - 2018. - № 8. - С. 192 – 196. – 0,61 п.л.

4. Бычков, М. С. Структурный метод расширения динамического диапазона интегральных МШУ / Е. А. Богатырев, М. С. Бычков // 26-я Международная Крымская конференция «СВЧ-техника и коммуникационные технологии» (КрыМиКо`2016). - 2016. – Т.2. - С. 240 - 246. – 0,86...п.л. Личный вклад Бычкова М.С. составляет 75%. Соискателем предложен метод реализации структурных схем усилителей с нулевой чувствительностью на основе базовых элементов в виде простейших каскадов. Проведен сравнительный анализ реализованных схем МШУ по набору параметров.

5. Бычков, М. С. Оценка эффективности структурного метода на примере проектирования интегральных смесителей / Е. А. Богатырев, М. С. Бычков // Труды РНТОРЭС имени А. С. Попова «71-я научная сессия, посвященная дню радио». - 2016. - Т. 1. - С. 387 - 392. – 0,72...п.л. Личный вклад Бычкова М.С. составляет 75%. Соискателем предложен метод реализации структурных схем смесителей с нулевой чувствительностью на основе базовых элементов в виде простейшего каскада. Проведен сравнительный анализ реализованных схем смесителей на основе ячейки Джилберта с помощью алгоритма многокритериального выбора.

Недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, отсутствуют.

На диссертацию и автореферат поступили 6 положительных отзывов: от акционерного общества «Светлана-Рост»; от федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем проектирования в микроэлектронике Российской академии наук»; от федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «НИУ «МИЭТ»; от федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»; от научно-производственного предприятия «Исток» имени А. И. Шокина; от федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».

Были сделаны следующие замечания:

1. В автореферате говорится об использовании на втором этапе сравнительного анализа в качестве правила выбора пересечения множеств-локаторов. Поскольку не приведены промежуточные результаты применения этого критерия, то непонятно по каким именно параметрам каждый вариант проигрывает другому.

2. Проведение сравнительного анализа с помощью π -постановки по паре показателей качества динамический диапазон/ток потребления позволило бы наглядно подтвердить первое положение, выносимое на защиту.

3. Недостаточно полно приведены результаты зарубежных исследователей.

4. Отсутствуют количественные сравнительные оценки сложности принципиальных схем, полученных с помощью различных методов.

5. Нет информации о более раннем практическом использовании структурного метода, что приводит к невозможности оценить его развитие во времени.

6. Имеется ряд опечаток (С. 4, 16, 23).

7. Алгоритм многокритериального выбора описан недостаточно подробно, из автореферата следует, что для оценки влияния изменений внешней среды и параметров технологического процесса на характеристики разработанных блоков был использован, хорошо известный в инженерной практике, метод «по углам». Применение для оценки статистического разброса параметров метода «Monte Carlo» позволило бы получить больше информации о поведении схем, особенно смесителей.

8. Не указано, какие модели активных элементов использовались при моделировании разработанных схем МШУ и смесителей, насколько адекватно они отражают свойства реальных транзисторов для конкретного технологического процесса изготовления ИС.

9. Не приведены результаты измерений характеристик разработанных МШУ и смесителей, поэтому неясно, как хорошо согласуются между собой результаты моделирования и реальных измерений.

10. Недостаточно внятное отражение в выводах по работе результатов достижения ее цели — расширение ДД.

11. Отсутствие количественного сравнения эффективности предложенного автором структурного метода увеличения линейности радиотехнических устройств, с другими возможными способами расширения ДД, связанными с увеличением потребляемого тока.

12. Не определены и не применяются интегральные показатели качества (FOM) функциональных блоков МШУ и СМ, позволяющие количественное сравнение между собой различных схемно-топологических решений с учетом системы параметров этих функциональных блоков (ФБ) и выбор оптимального решения.

13. Предложенный подход к расширению ДД, наряду с увеличением (до бДБ) линейности, приводит к увеличению (в ряде случаев, существенному) Кш, что может являться критичным, прежде всего, для ФБ МШУ.

14. Отсутствует сравнительная оценка чувствительности предлагаемых автором схемотехнических решений к радиационным факторам, в том числе космического пространства, что является обязательным требованием при разработке импортозамещающей номенклатуры приемопередающих БИС.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой компетентностью в области исследования нелинейных искажений и методов их уменьшения, что подтверждается значительным числом научных трудов по тематике диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработан метод реализации структурных схем с нулевой чувствительностью на основе базовых элементов типа «простейший каскад», что позволило распространить применение структурного метода увеличения линейности на класс приборов — МШУ и активных смесителей.

Предложен новый подход к реализации структурных схем с нулевой чувствительностью, заключающийся в переходе от базовых элементов типа «законченный функциональный блок» к базовым элементам типа «простейший каскад».

Предложено использовать адаптивный алгоритм многокритериального выбора для проведения сравнительного анализа схем по набору параметров, что позволяет в отличие от используемых в настоящее время интегральных показателей (FOM) исключить влияние «лица принимающего решение» на результаты сравнения.

Доказана перспективность структурного метода увеличения линейности при построении входных блоков интегральных приемных трактов (МШУ и смесителей).

Доказано, что в исследованных схемах МШУ с широкополосным согласованием по входу реализуется механизм «самокомпенсации» нелинейных искажений транзистора, подключенного к источнику сигнала.

Теоретическая значимость заключается в том, что разработан метод реализации структурных схем с нулевой чувствительностью на основе базовых элементов в виде простейших каскадов. Метод позволяет получать относительно простые электрические схемы усилителей и смесителей, обладающие расширенным динамическим диапазоном.

Практическая значимость работы состоит в том, что с использованием разработанного метода реализации возможно получать новые схемы МШУ и смесителей на основе ячейки Джилберта с расширенным динамическим диапазоном. Это подтверждается 4 патентами на полезные модели.

Личный вклад. Все результаты, сформулированные в положениях, вынесенных на защиту, получены соискателем лично.

Достоверность результатов проведенных исследований подтверждаются использованием методов теории цепей, применением программных продуктов сквозного моделирования интегральных схем, использованием стандартных библиотек для технологии SiGe БиКМОП с экспериментально проверенными результатами моделирования.

В диссертации содержится решение задачи — расширение динамического диапазона интегральных малошумящих усилителей и активных смесителей. Задача решена с помощью структурного метода увеличения линейности, ранее не применявшегося при проектировании схем с относительно низкими собственными шумами, такими как входные блоки приемников.

На заседании 24.01.2019 диссертационный совет принял решение присудить Бычкову Михаилу Сергеевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 4 доктора наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту - 0 человек, проголосовали: за – 12 , против – 1 , недействительных бюллетеней – 1.

Председатель

диссертационного совета

 Артем Сергеевич Аджемов

Ученый секретарь

диссертационного совета

 Максим Валерьевич Терешонок

Заключение совета составлено 24 января 2019 г.