

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный конструктор системы РЭБ,
заместитель генерального директора по
научной работе АО «КРЭТ»

Ю.И. Маевский

2025 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Коряковцева Артема Сергеевича
«Автоматизированное проектирование и разработка интегральных
трансимпедансных усилителей для быстродействующих оптических
приемников», представленной на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности
2.2.14 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии»

Диссертация Коряковцева Артема Сергеевича посвящена разработке интегральной схемы СВЧ трансимпедансного усилителя (ТИУ) с использованием оптического приемника (ОПрм) на отечественных полупроводниковых технологиях. Актуальность проведенного исследования обусловлена необходимостью создания быстродействующих отечественных ОПрм и ТИУ со скоростями передачи цифровых данных (до и более 20 Гбит/с), а также определением эффективных методик проектирования аналогичных устройств с применением современных автоматизированных систем их расчета.

Содержание автореферата показывает, что в диссертационной работе Коряковцева А.С. поставлена и решена **новая научная задача** по разработке и исследованию ОПрм и ТИУ на базе доступных соискателю отечественных и зарубежных полупроводниковых технологий.

По нашему мнению, основными новыми научными результатами являются:

разработка методики построения фиксированных и масштабируемых моделей СВЧ транзисторов;

разработка математической модели ТИУ на основе компьютерного символьного анализа и упрощенных малосигнальных эквивалентных схем;

создание интегральной схемы ТИУ на основе доступных отечественных 180/90 нм КМОП (ПАО «Микрон») и 0,5 мкм GaAs pHEMT (АО «Светлана-Рост») технологий;

разработка программы расчета типовых схем усилительных каскадов СВЧ интегральных ТИУ на полевых и гетеробиполярных транзисторах;

разработка гибридного оптического приемника на базе 180 нм КМОП отечественной технологии (до 2,5 Гбит/с);

разработка однокристалльного оптического приемника на основе 250 нм SiGe БиКМОП зарубежной технологии (до 25 Гбит/с).

Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в совершенствовании методологии моделирования усилительных каскадов СВЧ интегральных ТИУ за счет модификации метода Г.В. Брауде в целях формирования заданного наклона АЧХ коэффициента усиления в выбранном диапазоне частот, а также совершенствование методики расчета типовых схем за счет оптимизации алгоритмов автоматизированного символьного анализа с применением компьютерной алгебры.

В качестве **научной новизны** результатов диссертационного исследования можно указать следующее:

предложение использовать упрощенные П-образные линейные шумовые эквивалентные схемы третьего порядка интегральных СВЧ МОП транзисторов в целях интерпретации частотной зависимости параметров

рассеяния и шума с достаточной точностью, выполнить символьный анализ усилительных каскадов СВЧ ТИУ в полосе частот до 20 ГГц;

предложение использовать проектирование усилительных каскадов интегральных СВЧ сверхширокополосных и трансимпедансных усилителей на основе автоматизированного символьного анализа и модифицированного метода Г.В. Брауде;

предложение при проектировании многокаскадных ТИУ в целях снижения шума использовать распределенную корректирующую функцию компенсации влияния емкости фотодиода между усилительными каскадами;

расчет цепи индуктивной коррекции производить из условия компромисса между требованиями практической реализуемости, занимаемой площадью, величиной эквивалентного входного шумового тока оптического приемника.

Практическая значимость диссертации заключается в разработке комплекта программ, реализующих исследование и проектирование усилительных каскадов СВЧ ТИУ на базе оптимизированных алгоритмов автоматизированного символьного анализа, упрощенных моделей интегральных и биполярных транзисторов с учетом классического и модифицированного метода Г.В. Брауде.

На основе компьютерной алгебры получены аналитические выражения для определения оптимальных значений элементов корректирующих цепей, обеспечивающих выполнение быстрого инженерного расчета данных схем.

Разработан и запущен процесс изготовления комплекта ИС СВЧ ТИУ на базе отечественных 180 нм и 90 нм КМОП-технологии на производственной площадке ПАО «Микрон» для скоростей передачи до 20 Гбит/с.

Разработаны и экспериментально исследованы оптические приемники на базе отечественной 180 нм КМОН-технологии для скорости передачи данных до 2,5 Гбит/с и на базе зарубежной 250 нм БиКМОП-технологии для скорости до 25 Гбит/с.

Достоверность полученных результатов и их апробация в рамках диссертационной работы подтверждаются применением современного измерительного оборудования и использованием теоретических и математических моделей, которые были ранее верифицированы экспериментально.

Из автореферата можно сделать вывод о том, что диссертация представляет собой законченную работу, обладающую внутренним единством, содержит научные и практически значимые результаты. Цель диссертационного исследования достигнута, содержание работы отвечает требованиям научной новизны, теоретической и практической значимости.

Вместе с тем необходимо отметить следующие замечания по материалам автореферата:

1. В автореферате отсутствуют сведения о сравнении ТИУ с аналогичными импортными изделиями (например, Photodetector&TIA от института Fraunhofer (Германия)).

2. В автореферате не представлены численные значения точности выполненных расчетов. Непонятен верификационный механизм определения точности расчетов параметров усилителей.

Однако данные замечания не влияют на общее положительное впечатление от диссертационной работы, основные результаты которой представляются значимыми и весомыми.

Выводы:

1. Соискателем решена новая научная задача, заключающаяся в разработке и исследовании ОПрм и ТИУ на базе отечественных и зарубежных полупроводниковых технологий (раздел II Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г.).

2. Судя по автореферату, содержание диссертации соответствует п.п. 7, 8 направлений исследований паспорта специальности 2.2.14 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

3. Автор диссертации Коряковцев Артем Сергеевич достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

Заместитель руководителя направления
информационно-аналитического в области РЭБ
АО «КРЭТ» (109240, г. Москва, ул. Гончарная д.20/1 стр.1),
кандидат технических наук, 20.01.10 - «Военная разведка».

Масной Владимир Аркадьевич

« 15 » января 2025 г.

Подпись Масного Владимира Аркадьевича заверяю.

Директор Департамента
по управлению персоналом



И.А. Казандаев

Согласен на включение в аттестационное дело и дальнейшую обработку моих персональных данных, необходимых для процедуры защиты диссертации.

В.А. Масной