

# Разработка GaAs mHEMT МИС МШУ Ku-диапазона частот на основе технологического процесса компании OMMIC

Алексей Кондратенко (kondratenkoaleks@gmail.com)

В статье представлены результаты разработки двух монолитных интегральных схем Ku-диапазона: малошумящего усилителя с интегрированным полосно-пропускающим фильтром, предназначенного для применения в приёмном тракте системы спутниковой связи, а также малошумящего усилителя широкого применения.

## ВВЕДЕНИЕ

Создание монолитных интегральных схем (МИС) СВЧ, способных функционировать в условиях воздействия специальных факторов, а также их последующее массовое воспроизводство являются актуальными задачами в связи с развитием спутниковых систем на базе активных фазированных решёток (АФАР). Однако для России по-прежнему следует констатировать факт отсутствия перехода к сертификации технологических процессов изготовления МИС СВЧ в целом, что является более целесообразным и экономически выгодным в сравнении с проведением полных испытаний отдельных типов МИС. Европейские фабрики (такие как OMMIC и UMS) уже давно следуют данным курсом и обладают технологическими процессами, сертифицированными Европейским космическим агентством [1, 2].

В статье представлены результаты разработки двух МИС Ku-диапазона. Обе МИС разработаны на основе GaAs

mHEMT процесса D0071H компании OMMIC (Франция), выступившей в качестве технологического партнёра.

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МИС

Первым приоритетным требованием к МИС МШУ являлось обеспечение основных параметров СВЧ (коэффициент усиления не менее 20 дБ, коэффициент шума не более 1,5 дБ, выходная мощность при сжатии коэффициента усиления на 1 дБ не менее 0 дБм) при общем токе потребления усилителя, не превышающем 25 мА. Исходя из этого был осуществлён выбор суммарной ширины затвора транзистора, а также рабочей точки каждого каскада.

Согласно [3] оптимальным усилителем для использования в сканирующих АФАР (либо в условиях изменения сопротивления генератора сигнала в широком интервале) является усилитель, у которого условия согласования по максимуму коэффициента передачи по мощности

и минимуму коэффициента шума совпадают. Таким образом, вторым приоритетным требованием к разрабатываемым усилителям ставилось обеспечение коэффициента шума не более требуемого при низком коэффициенте отражения от входа. Требование достигалось путём установки необходимой глубины обратной связи и ощущаемого сопротивления нагрузки первого каскада усилителя.

## РЕАЛИЗОВАННЫЕ СХЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ И ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Топология кристалла МИС МШУ с интегрированным ППФ (проект AM501) представлена на рисунке 1. Габаритные размеры кристалла – 2,5×1,8×0,1 мм.

МИС содержит два каскада на метаморфных транзисторах с высокой подвижностью электронов с интегрированными цепями согласования, коррекции амплитудно-частотной характеристики, а также ввода и блокировки питания. В обоих каскадах применено классическое для МШУ решение – последовательная обратная связь в виде высокоомного отрезка линии передачи в истоке транзистора.

Ввиду высокой крутизны передаточной характеристики транзистора процесса OMMIC D0071H и гарантии обеспечения работоспособности усилителя в условиях технологического разброса

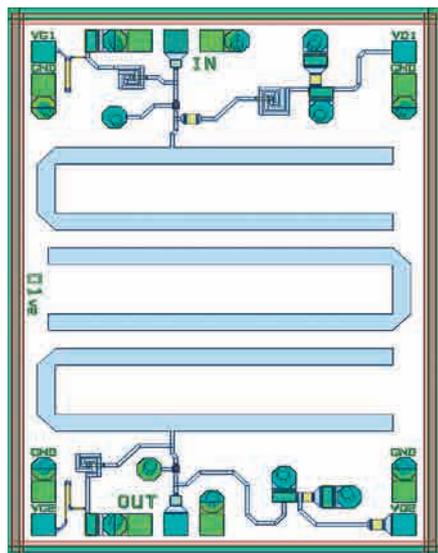


Рис. 1. Топология кристалла МИС AM501

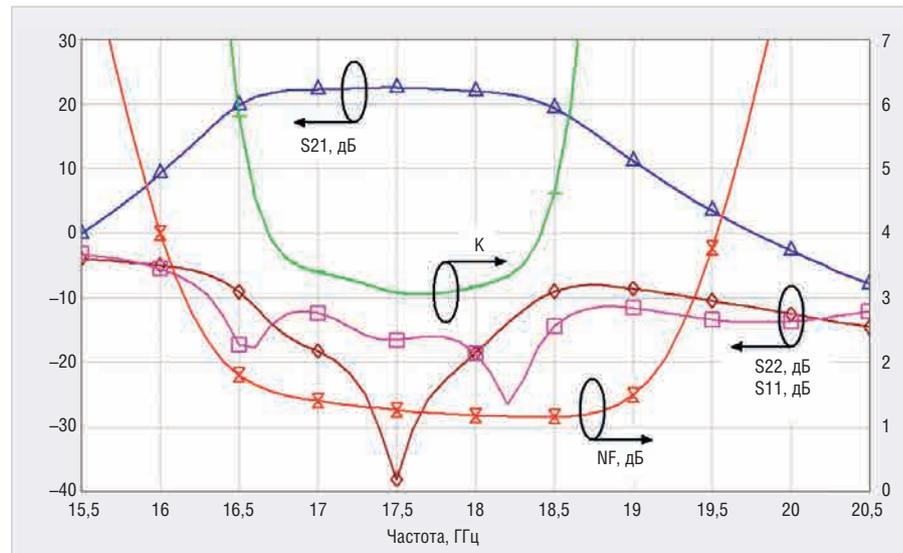


Рис. 2. Частотные характеристики МИС AM501

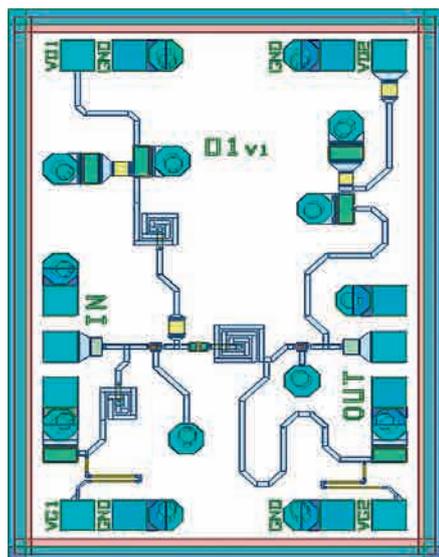


Рис. 3. Топология кристалла МИС AM502

параметров базовых элементов для организации требуемого режима работы по постоянному току в каждом каскаде не использовалась схема автосмещения, а была организована подача внешнего отрицательного напряжения смещения через высокоомный резистор.

Для формирования определённой на системном уровне частотной маски между каскадами усиления сигнала включён ППФ 3-го порядка на основе резонаторов типа «шпилька». Выбор данного типа резонаторов в составе фильтра позволяет обеспечить меньшие габариты кристалла МШУ в сравнении с реализацией ППФ на основе полуволновых резонаторов с боковой или торцевой связью. Использование четвертьволновых резонаторов не рассматривалось для исключения влияния переходных отверстий на АЧХ фильтра.

Расчётные частотные зависимости коэффициента усиления, коэффициента шума, модулей коэффициентов отражения от входа и выхода, а также инвариантного коэффициента устойчивости для МИС AM501 приведены на рисунке 2.

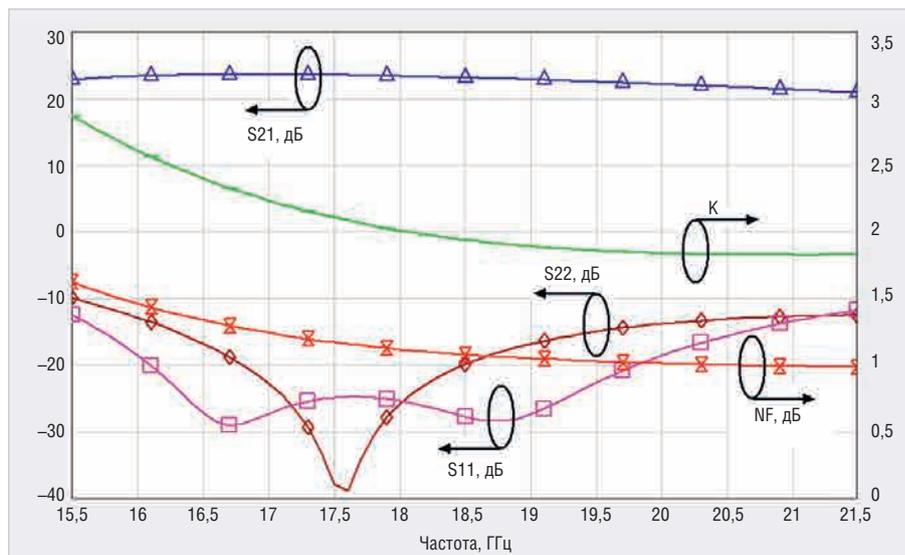


Рис. 4. Частотные характеристики МИС AM502

Для реализации МИС МШУ широкого применения (проект AM502) использованы те же основные принципы и схемотехнические решения, что и для проекта AM501, за исключением того, что объединение каскадов проведено посредством согласующей цепи, на которую частотно-селективные функции не возлагаются.

Топология кристалла МИС AM502 представлена на рисунке 3. Габаритные размеры кристалла составляют 1,25×1,8×0,1 мм.

Расчётные частотные зависимости коэффициента усиления, коэффициента шума, модулей коэффициентов отражения от входа и выхода, а также инвариантного коэффициента устойчивости для МИС AM502 приведены на рисунке 4.

Основные параметры обеих МИС МШУ приведены в таблице.

**Основные параметры МИС МШУ**

Наименование параметра	AM501	AM502
Диапазон рабочих частот, ГГц	17...18	16...21
Коэффициент усиления, дБ	>22	>21
Коэффициент шума, дБ	<1,5	<1,5
Выходная мощность P1dB, дБм	>4	>4
Коэффициент отражения от входа, дБ	<-12	<-10
Коэффициент отражения от выхода, дБ	<-17	<-10
Напряжение питания, В	1,6	1,6
Ток потребления, мА	23	23

процессе предыдущих проектов подходы к проектированию, а также стабильность выбранного технологического процесса позволяют рассчитывать на удовлетворительный результат после первой итерации изготовления МИС.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. www.ommic.com
2. www.ums-gaas.com
3. *Техиев В.Б.* Минимизация изменения коэффициента шума усилителя сканирующей приёмной активной фазированной антенной решётки. Электронная техника. Сер. СВЧ-техника. 1994. Вып. 2(462). С. 19–22.



**НОВОСТИ МИРА**

**Новая САУ ГМК на базе контроллера FASTWEL I/O**

Линейка продукции ООО «Фирма «Калининградгазприборавтоматика», дочернего предприятия ПАО «Газпром автоматизация», пополнилась системой автоматического управления газомотокомпрессором (САУ ГМК). Головные образцы систем применены на установке искусственного холода Вуктыльского газопромыслового управления ООО «Газпром добыча Краснодар».

САУ ГМК обеспечивает работу газомотокомпрессора в автоматическом режиме, в том числе управление зажиганием и топливное регулирование. Контроль работы агрегата осуществляется персоналом из диспетчерского пункта и операторской. Кроме того, система оснащена местным постом управления во взрывобезопасном исполнении, размещённом непосредственно в машинном зале.

САУ ГМК является модификацией отечественной САУ ГПА «НЕМАН-Р-20» (ПТК «Неман-Р»), прошедшей приёмочные испытания ПАО «Газпром» в 2016 году.

Автоматика ГМК построена с применением отечественных модульных вычислителей Fastwel и распределённой системы ввода-вывода Fastwel I/O, предназначенных для работы в тяжёлых условиях эксплуатации.

*Пресс-служба  
ПАО «Газпром автоматизация»*

## НОВОСТИ МИРА

**ИНТЕЛЛЕКТ – БУДУЩЕЕ ИТ**

В 2003 г. писатель Ник Карр провозгласил, что ИТ стали общедоступным потребительским продуктом (наподобие электроснабжения или канцелярских принадлежностей), который сам по себе уже не даёт компаниям никаких стратегических преимуществ. За прошедшее с тех пор время облачные вычисления свели для бизнеса на нет всю оставшуюся стратегическую ценность традиционных ИТ-организаций.

Все барьеры для доступа практически исчезли. Важнейшие функции бизнеса сегодня обслуживаются бесплатными или недорогими, несложными для использования инструментами. Конкуренты имеют равный доступ к совершенно одинаковым технологиям и черпают кадры из общего пула способных ИТ-специалистов, которые всё чаще нанимаются со стороны.

В облачную эру стоимость перехода на новые инструменты определяется в основном культурными, а не финансовыми факторами. Вряд ли возможно одолеть конкурентов, только закупив лучшие канцтовары. То, за что сейчас идёт борьба, – это скорость. Чтобы победить, компании нужно добиться радикального выигрыша в эффективности, не имеющего себе равных с тех пор, как бизнес поставил на первое место цифровизацию. Такой выигрыш может дать искусственный интеллект (ИИ).

В то же время внедрение ИИ потребует времени и денег, однако это не будет совершенно новой категорией расходов. Все бюджетные расходы, относящиеся к ИТ, сегодня рациональнее переключить на ИИ. В том смысле, как их понимают в настоящее время, ИТ не исчезнут, но им предстоит стать частью более крупной стратегии, интегрированной в интеллектуальную систему. Технологии интеллекта при этом могут сыграть спасительную роль для возрождения стратегических функций ИТ.

На сегодняшний день у компаний имеется отличная возможность перекрыть брешь между амбициозными идеями ИИ и реальной практикой. Согласно недавнему отчёту Boston Consulting Group и MIT Sloan, только примерно одна из пяти компаний включила ИИ в некоторые предложения или процессы. Большинство опрошенных должностных лиц (60%) считают, что стратегия ИИ является срочной задачей для их организаций, но реально ею занимаются только 50%.

ИИ – действенный драйвер продуктивности, который может собирать, интерпретировать и использовать данные в масштабах, выходящих за пределы человеческих возможностей.

Чтобы в ближайшем будущем сохранить свою конкурентоспособность, компании

должны сделать шаг вперёд и обустроить инфраструктуру технологии интеллекта, сооружённую на уже имеющемся ИТ-фундаменте. Это подразумевает масштабную интеграцию автоматизации и прогнозирования на базе ИИ во всех подразделениях предприятия.

Чтобы это произошло, необходимо осуществить три шага:

1. Разобраться в деталях работы бизнеса и автоматизировать максимум возможного.
2. Использовать ИИ для сбора и интерпретации данных, позволяющих выяснить, что и почему не работает.
3. Исходя из анализа, спрогнозировать, что и как можно улучшить, а затем автоматизировать этот процесс для постоянного совершенствования систем машинного обучения.

ИИ – последний бастион в достижении подлинной эффективности. Это самый быстрый и лёгкий путь покончить с рутинным трудом и высвободить силы для решения стратегических задач, исследований и разработок.

Внедрение новой инфраструктуры для конкурентной перестройки бизнеса под технологию интеллекта, как всегда в таких случаях, круто изменит повседневную работу организации. Чтобы добиться успеха, придётся преобразовать операции и культуру всей организации. Речь идёт о новых правилах игры – люди будут работать с машинами, а не на машинах.

По этой причине ИТ уже не смогут оставаться во владении лишь одного специального департамента. Любой сотрудник на любом уровне организации должен будет познакомиться с внутренним функционированием системы ИИ.

Службы по работе с клиентами и маркетинговые группы должны взаимодействовать с ИИ не меньше, если не больше, чем разработчики. Те работники, которые напрямую будут иметь дело с ИИ, первыми почувствуют его эффективность.

Конечным результатом станет освобождение организаций от ненужной повторяющейся работы. Как в своё время ИТ преобразовывали внутренние коммуникации и ручной труд, способствуя внедрению технологий и стратегических решений на базе информации, так и ИИ будет трансформировать рабочие места, бизнес, а также и ИТ в том виде, в котором они известны сейчас. В результате откроется больше возможностей для стратегических подходов, исследований и разработок – тех видов работы, с которыми лучше всего справляются люди. Чем быстрее компании осознают необходимость этого сдвига, тем больше у них будет преимуществ, поскольку ИИ вытесняет из нынешних ИТ.

[www.itweek.ru](http://www.itweek.ru)

**«РОСТЕЛЕКОМ» ПРЕДСТАВИЛ ПЕРВУЮ РАБОЧУЮ ВЕРСИЮ ЕДИНОЙ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ**

«Ростелеком» представил первую рабочую версию Единой биометрической системы – цифровой платформы, разработанной «Ростелекомом» по инициативе Министерства связи и массовых коммуникаций и Центрального банка РФ. Первая рабочая версия системы имеет все основные компоненты, позволяющие реализовать базовый функционал по распознаванию личности, и готова к интеграции с информационными системами банков.

Единая биометрическая система используется для идентификации два параметра – голосовой профиль и фотоизображение, что позволяет значительно увеличить точность распознавания живого человека. В системе используются решения ряда вендоров биометрического оборудования для каждого параметра идентификации. Открытая архитектура платформы позволяет быстро интегрировать решения новых вендоров и использовать оптимальные алгоритмы распознавания.

Защитные механизмы системы предусматривают отказ от идентификации в случае низкого процента совпадения с исходными биометрическими данными, которые хранятся в Единой биометрической системе. Цифровая платформа размещена в облачной защищённой инфраструктуре «Ростелекома», к которой банки получают доступ через специальные каналы связи Системы межведомственного электронного взаимодействия (СМЭВ).

Данные пользователя будут передаваться в Единую биометрическую систему по каналам связи, защищённым с использованием отечественных криптоалгоритмов. Для решения этой задачи «Ростелеком» разрабатывает специальное мобильное приложение со встроенными средствами криптографической защиты информации.

Запуск Единой биометрической системы в коммерческую эксплуатацию назначен на 1 июля 2018 года. На сегодняшний день уже более 20 российских банков приступили к тестированию системы. Полный перечень банков, которые будут использовать Единую биометрическую систему с момента её запуска в середине 2018 года, будет сформирован Центральным банком РФ.

В дальнейшем Единая биометрическая система сможет применяться в различных отраслях: финансовом секторе, здравоохранении, образовании, ритейле, e-commerce, для получения государственных и муниципальных услуг.

Пресс-служба компании  
«Ростелеком»

# ChipEXPO-2018

КОМПОНЕНТЫ | ОБОРУДОВАНИЕ | ТЕХНОЛОГИИ

16-я  
МЕЖДУНАРОДНАЯ  
ВЫСТАВКА  
ЭЛЕКТРОНИКИ

РОССИЯ | МОСКВА  
ЭКСПОЦЕНТР

## ТЕМАТИЧЕСКИЕ ЭКСПОЗИЦИИ

- Экспозиция предприятий радиоэлектронной промышленности России «Участники Федеральных целевых программ Минпромторга России»
- Экспозиция «Участники Конкурса «Золотой Чип»
- Экспозиция «Испытания и контроль качества ЭКБ»
- Экспозиция «Новинки производителей электронных компонентов»
- Экспозиция «Другая электроника»
- Экспозиция предприятий Зеленограда (Корпорация развития Зеленограда)
- Экспозиция предприятий АО «Росэлектроника»

17.10-  
19.10

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА

 **МИНПРОМТОРГ  
РОССИИ**



Реклама

[www.chipexpo.ru](http://www.chipexpo.ru)