



РОССИЙСКИЙ ФОРУМ
МИКРОЭЛЕКТРОНИКА 2023

Российский Форум
МИКРОЭЛЕКТРОНИКА 2023

9-я Научная конференция
«ЭКБ и микроэлектронные модули»
Сборник тезисов

Парк науки и искусства «Сириус»
9–14 октября 2023 г.



ТЕХНОСФЕРА

УДК 621.3.01/.09
ББК 38.843
Р76

Р76 **Российский форум «Микроэлектроника 2023»**
9-я Научная конференция
«ЭКБ и микроэлектронные модули».
Сборник тезисов
Парк науки и искусства «Сириус», 9–14 октября 2023 г.
М.: ТЕХНОСФЕРА, 2023. – 970 с.

В выпуск включены тезисы докладов конференции, освещающие актуальные вопросы разработки, производства и применения электронной компонентной базы и электронных модулей.

УДК 621.3.01/.09
ББК 38.843

© АО «НИИМЭ», 2023
© АО «НИИМА «Прогресс», 2023
© АО «РИЦ «ТЕХНОСФЕРА», оригинал-макет, оформление, 2023

Качество рисунков соответствует предоставленным авторами материалам.

УДК 621.382.2/3

Универсальный приемо-передающий канал АФАР X-диапазона на основе СВЧ МИС собственной разработки**Кишинский А. А., Кондратенко А. В., Бутерин А. В., Иванов А. В., Шишкин Д. А., Сорвачев П. С., Щербаков А. С., Миннебаев В. М., Миннебаев С. В., Редька Ал. В.***АО «Микроволновые системы»**105122, г. Москва, Шелковское ш., 5, стр. 1*

Представлены результаты разработки и испытаний универсального ППК X-диапазона на основе СВЧ МИС разработки АО «Микроволновые системы».

Ключевые слова: приемо-передающий модуль (ППМ); монолитная интегральная микросхема (МИС); fables — foundry; полупроводник.

ППМ является основой пространственного канала обработки сигнала в АФАР РЛК [1]. Электрические, конструктивные и ценовые параметры ППП определяют облик создаваемой системы.

Создание полупроводниковых компонентов по маршруту fables — foundry позволяет одновременно разрабатывать и совершенствовать ТТХ всех компонентов РЛК (МИС, модули, блоки и др.), что принципиально отличается от разработки на основе коммерчески доступных ЭРИ.

Основой любого ППП является ППК, формирующие основные СВЧ-характеристики. Применение в ППК МИС на основе широкозонных полупроводников [2] позволило достичь высокой повторяемости СВЧ-характеристик, повысить надежность, уменьшить массогабаритные параметры, снизить трудоемкость изготовления и настройки ППП.

Используя специализацию fables — foundry для создания МИС СВЧ, удалось разработать и изготовить универсальный ППК АФАР X-диапазона на основе МИС собственной разработки.



Рис. 1. ППК для ППП АФАР X-диапазона



В состав ППК входит GaN МИС импульсного усилителя мощности MSN560V с $P_{\text{вых.имп}} \geq 9,5$ Вт в $\Delta F = 8,5\text{--}11,0$ ГГц [3]. МИС включает детектор выходной мощности, а площадь кристалла ($3,8 \text{ мм}^2$) в пять раз меньше аналогичных GaAs МИС.

Управляемые фазовращатели и аттенюаторы СВЧ — основные элементы аналогового диаграммообразования АФАР. В ППК эти функции возложены на многофункциональную GaAs МИС MSP003D со следующими параметрами:

- $K_y = 19\text{--}20$ дБ в режимах «прием»/«передача»,
- $P_{\text{вых}} = 100$ мВт в режиме «передача»,
- управление — ТТЛ/КМОП,
- СКО установки затухания / фазового сдвига — $0,5$ дБ/2 град.

В целях расширения динамического диапазона приемника в состав ППК входит МИС 1-разрядного 20-дБ аттенюатора.

Для повышения точности установки амплитуды и фазы сигнала использована GaAs МИС фазовращателя/аттенюатора MSP012D с драйвером управления, обеспечивающая дискреты вносимой фазы $1,4/2,8$ град., дискреты вносимого затухания $0,5\text{--}2$ дБ.

Вышеперечисленные МИС позволили изготовить универсальный ППК со следующими параметрами:

- $P_{\text{вых.имп}} = 9,5\text{--}11,0$ Вт,
- K_y в режиме «передача»/«прием» — 40 дБ/32 дБ,
- $K_{\text{ш}} \leq 2,2$ дБ,
- дискрет управления фазой/амплитудой — $1,5$ град/0,5 дБ,
- габаритные размеры — $24 \times 19 \times 4$ мм,
- масса — 5 гр.

Литература

1. Белоплицкий А. В., Борисов О. В., Колковский Ю. В. и др. Антенный электронный блок для спутниковой АФАР X-диапазона // Электронная техника. Серия 2: Полупроводниковые прибор, 2017. — Вып. 3 (246). — С. 15–25.
2. Andrey Kistchinsky, Ultra-Wideband GaN Power Amplifiers — From Innovative Technology to Standart Products — Ultra Wideband Communications // Novel Trends — System, Architecture and Implementation, Intech, 2011. P. 213–232.
3. Кондратенко А. В., Шишкин Д. А., Щербаков А. С., Миннебаев С. В. GaN МИС усилителя мощности X-диапазона с функцией контроля уровня мощности // Тезисы докладов юбилейной научно-технической конференции АО «НПП «Исток» им. Шокина» «СВЧ-Электроника-2023». — 25–26 мая 2023 г. — С. 37–38.