

Ограничительные свойства серийных маломощных усилителей

Зикий¹ А.Н., Пустовалов² А.И., Сальный² И.А.

¹*Институт компьютерных технологий и информационной безопасности Южного федерального университета, Таганрог*

²*АО «Таганрогский НИИ связи», Таганрог*

Аннотация: Проведено экспериментальное исследование амплитудных характеристик маломощных усилителей СВЧ диапазона типа АС180400-071 производства ЗАО «СКАРД-Электроникс». Показано, что мощность насыщения может меняться от 34 до 75 мВт при входной мощности 10 мВт. На ряде частот монотонность амплитудной характеристики не обеспечивается.

Ключевые слова: усилитель-ограничитель, мощность насыщения, измерительная установка, амплитудная характеристика

При проектировании измерителей несущей частоты импульсных радиосигналов чаще всего на входе устанавливают усилитель-ограничитель [1,2]. Это позволяет устранить зависимость результатов измерения от мощности входного сигнала. В качестве усилителей-ограничителей чаще всего приходится использовать линейные МШУ в режиме насыщения [3]. МШУ, предназначенные для работы в линейном режиме уступают по электрическим характеристикам специализированным усилителям-ограничителям, но ввиду отсутствия последних, в т. ч. работающих в миллиметровом диапазоне частот, с этим приходится мириться.

Целью настоящей работы является экспериментальное исследование нелинейных свойств серийных МШУ типа АС180400-071 производства ЗАО «СКАРД-Электроникс» [4,5].

Справочные данные МШУ приведены в таблице 1.

Таблица 1 Справочные данные усилителей АС180400-071

Наименование параметра, единица измерения	Значение параметра
Коэффициент усиления, не менее, дБ	30
Коэффициент шума, не более, дБ	6
Выходная мощность, не менее, мВт	30
Напряжение питания, В	12
Максимальный ток, не более, мА	250
Тип СВЧ соединителей	К, гнездо
Диапазон рабочих частот, ГГц	от 18 до 40

Как правило, в справочных данных не указывается уровень насыщения МШУ, неравномерность уровня насыщения в полосе рабочих частот, максимально допустимая входная мощность и другие важные параметры, поэтому данные исследования являются актуальными.

Исследование нелинейных характеристик трех образцов усилителей АС180400-071 проводилось на автоматизированной измерительной установке, схема которой приведена на рисунке 1.

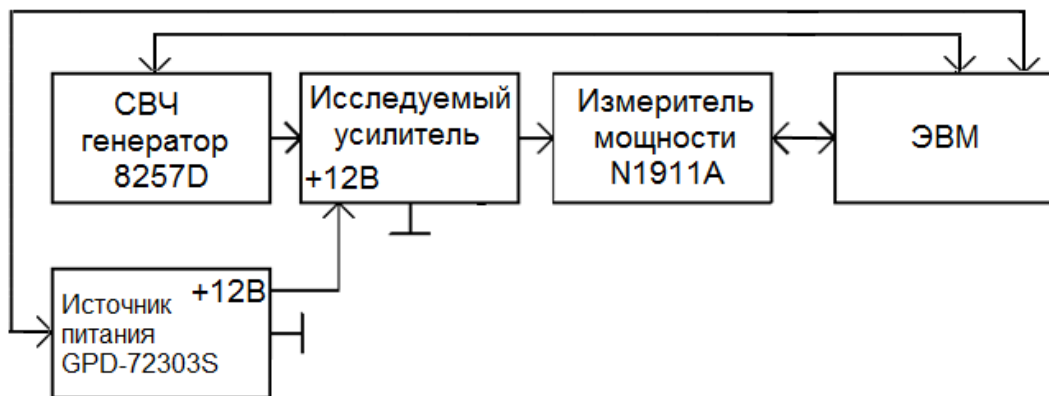


Рисунок 1 – Структурная схема измерительной установки

Установка включает в себя объединенные в сеть приборы компании Keysight Technologies и GWINSTEK, имеющих в своем составе LAN и USB интерфейсы. Управление приборами производилось с помощью

специализированного программного комплекса. Данный программный комплекс позволяет взаимодействовать с приборами, поддерживающих SCPI-команды. Применение автоматизированного подхода позволяет избавиться от трудоемкого снятия характеристик ручным способом, увеличить скорость и количество измерений в единицу времени, а также устранить неизбежные ошибки, возникающие из-за человеческого фактора.

Особенностью применения программного комплекса, использующим SCPI-команды, является гибкая и быстрая настройка приборов измерительной установки для текущей задачи. Таким образом был реализован контроль тока и напряжения усилителя в реальном времени для оперативного отключения выхода блока питания в случае превышения усилителем максимального токопотребления, автоматическое пошаговое изменение частоты и мощности генератора, а также синхронизация значения частоты, на которой измеряется мощность и выходной частоты генератора.

Амплитудные характеристики снимались в рабочем диапазоне усилителей от 18 до 40 ГГц с шагом 1 ГГц по частоте и от минус 30 до 10 дБмВт с шагом 1 дБмВт по входной мощности. Результаты измерений автоматически записывались в текстовый файл для последующей обработки. Амплитудные характеристики трех образцов усилителей приведены на рисунках 2 – 4 соответственно. Кривые на рисунках 2 - 4 позволяют сделать количественные выводы.

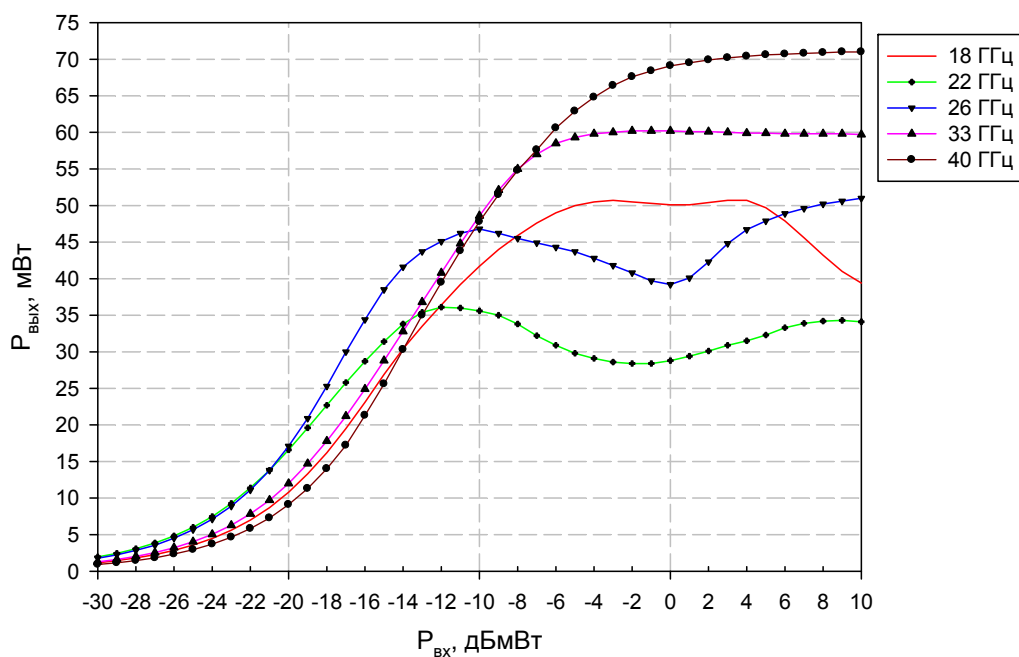


Рисунок 2 – Амплитудные характеристики МШУ АС180400-071 (серийный №090416093)

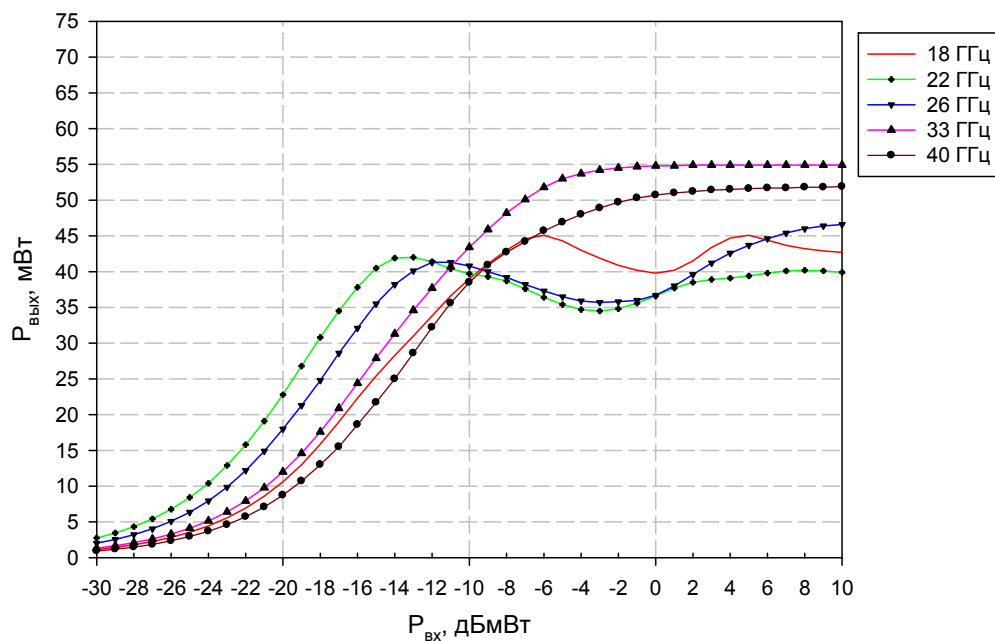


Рисунок 3 – Амплитудные характеристики МШУ АС180400-071 (серийный №090416094)

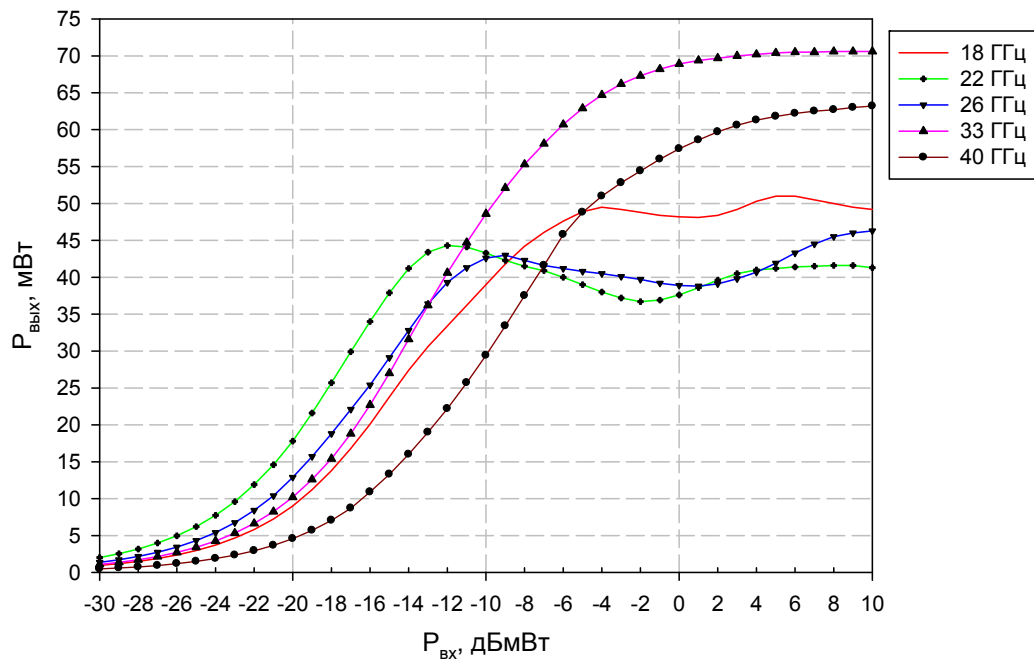


Рисунок 4 – Амплитудные характеристики МШУ AC180400-071 (серийный №090416095)

Выводы:

1. Проведено экспериментальное исследование ограничительных свойств серийных МШУ типа AC180400-071 производства ЗАО «СКАРД-Электроникс»;
2. Уровень ограничения имеет разброс от 34 до 75,6 мВт при входной мощности 10 мВт на различных частотах, что не превышает 3,5 дБ и является приемлемым для практики;
3. При каскадировании двух одинаковых МШУ для исключения выхода из строя второго МШУ целесообразно между ними установить развязывающий аттенюатор с фиксированным затуханием;
4. На многих частотах монотонность амплитудной характеристики не обеспечивается. На каждом из рисунков 2 - 4 таких кривых три из пяти.
5. Результаты данного исследования могут найти применение в приемниках СВЧ [1, 6, 7, 8, 9, 10].

Литература

1. TSUI J.B.Y. Microwave Receivers with Electronic Warfare Applications. Wiley-Interscience Publication, 1986, 460 p.
2. Василенко В.Э., Дикарев Б.Д., Зикий А.Н., Сальный И.А. Экспериментальное исследование приемника мгновенного измерения частоты. Известия ЮФУ, серия Технические науки, 2008, №3, с. 168-171.
3. Шварц Н.З. Линейные транзисторные усилители СВЧ. М.: Сов. радио, 1980, 368 с.
4. Каталог СВЧ электроники, Курск, ЗАО «СКАРД-Электроникс», 2011, 78 с.
5. Малошумящие усилители СВЧ диапазона. Каталог. Курск, ЗАО «СКАРД-Электроникс», 2013, 9 с.
6. Контрольно-измерительная аппаратура и элементы СВЧ тракта. Томск, ЗАО НПФ «Микран». 132 с.
7. Коаксиальные, волноводные и оптические устройства. Каталог НИИПИ «Кварц». Нижний Новгород, «Кварц», 2002. 81с.
8. Пустовалов А.И. Двухканальное приёмное устройство СВЧ диапазона // Инженерный вестник Дона, 2010, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2010/195.
9. Шурховецкий А.Н. Многоканальная частотно-избирательная система СВЧ диапазона на основе направленных фильтров бегущей волны // Инженерный вестник Дона, 2010, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2010/292.
10. Skolnic. Radar Handbook. N.Y. McGraw-Hill Companies. 2008. 1351 с.

References

1. TSUI J.B.Y. Microwave Receivers with Electronic Warfare Applications. Wiley-Interscience Publication, 1986, 460 p.
2. Vasilenko V.Je., Dikarev B.D., Zikij A.N., Sal'nyj I.A. Izvestija JuFU, serija Tehniceskie nauki, 2008, №3, p. 168-171.
3. Shvarc N.Z. Linejnye tranzistornye usiliteli SVCH [Linear transistor microwave amplifiers.] M.: Sov. radio, 1980, 368 p.
4. Katalog SVCH ehlektroniki. [Catalogue of microwave electronics.] Kursk, ZAO «SKARD-Jelektroniks», 2011, 78 p.
5. Maloshumyashchie usiliteli SVCH diapazona. [Low-noise amplifiers of microwave range.] Kursk, ZAO «SKARD-Jelektroniks», 2013, 9 p.
6. Kontrol'no-izmeritel'naya apparatura i ehlementy SVCH trakta. [Test equipment and elements of the microwave channel.] Tomsk, ZAO NPF «Mikran». 132 p.
7. Koaksial'nye, volnovodnye I opticheskie ustrojstva. [Coaxial, waveguide and optical devices.] Katalog, NNPI «Kvarc», Nijniy Novgorod, «Kvarc», 2002, 81 p.
8. Pustovalov A.I. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2010, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2010/195.
9. Shurhoveckij A.N. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2010, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2010/292.
10. Skolnic. Radar Handbook. N.Y. McGraw-Hill Companies. 2008. 1351 p.