

О некоторых базовых принципах разработки модулей МШУ СВЧ

И.В. Андреев

аспирант кафедры

«Управление инновациями»

НИУ МАИ, инженер КБ АО «НПО «ЛЭМЗ»;
Москва

В процессе разработки модулей малошумящих усилителей (МШУ) СВЧ-диапазона возникает множество факторов, оказывающих особое влияние на конечный результат.

Важную роль в получении требуемых технических и тактических характеристик современных радиолокационных систем играет приемное устройство. В свою очередь первичные активные каскады приемного устройства определяют такие важнейшие его параметры как чувствительность и коэффициент шума. Как правило, в общей структуре приемного устройства после входных цепей в качестве активных приборов используют малошумящие усилители, выполненные на специализированных полупроводниковых приборах, обеспечивающие общую пороговую чувствительность приемника порядка 120 дБ/Вт и коэффициент шума приемника менее 2 ед. [1].

Для принятия приоритетных функциональных и конструктивно-технологических решений при разработке модулей МШУ требуется определить, перечислить и описать их технические характеристики и конструктивные параметры. Необходимо также выявить взаимосвязи характеристик и параметров. Как известно, технические характеристики малошумящих усилителей определяются схемой построения и используемыми активными элементами. При этом значительное влияние на их характеристики, аналогично другим СВЧ-устройствам, оказывает конструкция модулей.

В настоящее время широкое применение в качестве активных устройств усилительных схем находят монолитные интегральные схемы (МИС). Технические и технологические характеристики современных микросхем позволяют обеспечить построение вокруг них СВЧ малошумящих усилителей с высокими характеристиками, причем широкий выбор отечественных и импортных устройств этого класса облегчает задачу разработчика по выбору микросхем в соответствии с предъявляемыми требованиями. Тенденции развития интегральных микросхем

дают возможность предположить как дальнейшее улучшение технических характеристик устройств, так и преобразование этих (по большому счету, диапазонных) устройств в сверхширокополосные. Это, а также перспективы объединения на одном кристалле нескольких функциональных устройств, позволяет определить направление применения МИС в СВЧ приемных устройствах как наиболее перспективное.

Для разработчика функциональной единицы, входящей в состав радиолокационной системы, определяющим документом является техническое задание (ТЗ), составленное на основании общих требований к системе в целом. Рассмотрим схему основных требований ТЗ на разработку модуля МШУ (рис. 1) [3].

Из общего ряда требований ТЗ на разработку выделяют параметры, которые оказывают определяющее влияние на общие характеристики приемного тракта радиолокационной системы. Это коэффициент усиления (КУ), коэффициент шума (КШ) и характеристики линейности устройства, к примеру, верхняя граница линейности амплитудной характеристики по входу. Данные параметры определяются, главным образом, применяемым схмотехническим решением устройства и применяемой элементной базой.

Параметры конструкции модуля МШУ РЛС могут быть разделены на две группы:

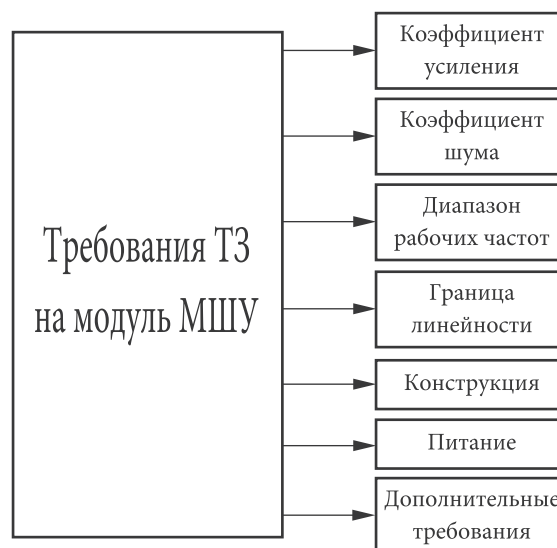


Рис. 1. Схема содержания основных требований ТЗ на МШУ



- объективно определяющие (обеспечивающие) технические характеристики;
- не оказывающие влияние на технические характеристики.

К первой группе относятся конструктивные параметры, которые в силу специфики работы устройства с электромагнитными сигналами сверхвысоких частот определяют возможность функционирования модуля МШУ и смежных устройств в расчетном режиме: габариты внутреннего отсека, сам конструктив, обеспечение требований по электромагнитной совместимости и другие.

Ко второй группе относятся внешние габариты, конструктивное исполнение и другие конструктивно-технологические решения, не оказывающие влияния на работоспособность модуля МШУ и смежных устройств, при условии выполнения требований первой группы.

В современных радиолокационных системах относительная полоса рабочих частот приемного тракта СВЧ в основном не превышает 10%. Диапазон рабочих частот является первичным параметром в процессе конструирования модулей МШУ и других функциональных устройств СВЧ-диапазона. Современная элементная база, в особенности МИС и другие полупроводниковые приборы, систематизируются по рабочим диапазонам. Конструкторские параметры, отнесенные к первой группе, полностью определяются диапазоном рабочих частот. Технические характеристики также связаны с рабочей частотой.

Для нижней части СВЧ-диапазона ограничения и требования, налагаемые на конструкцию модулей, для обеспечения работоспособности МШУ не очень жесткие: основными являются требования к ЭМС и отсутствию неоднородностей в линиях передачи СВЧ. В то же время при работе уже на частотах более 3 ГГц сами технические характеристики модуля в большой мере определяются конструктивными параметрами (рис. 2).

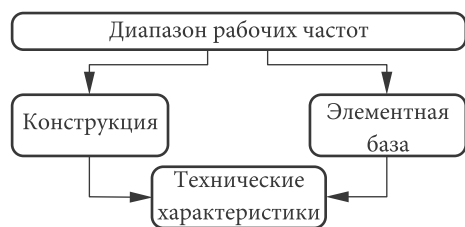


Рис. 2. Характер влияния диапазона рабочих частот

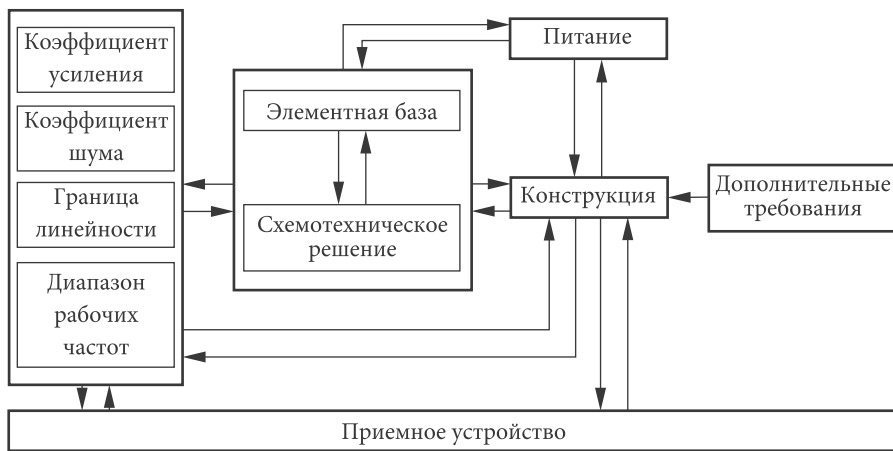


Рис. 3. Взаимное влияние задач разработки модулей МШУ

Характер отношений основных требований технического задания в процессе проектирования модулей МШУ представим схемой, показанной на рис. 3.

Основные технические характеристики определяют схемотехническое решение модуля и применяемую элементную базу, причем в равной степени ими определяется и возможная конструкция модуля. В то же время конструкция модуля имеет тесную связь с конструкцией приемного устройства в целом. Поясним на примере: для обеспечения основных технических характеристик разрабатываемого модуля необходимо расчетным путем или экспериментальным моделированием получить схемотехническое решение на основе применяемой элементной базы. При отсутствии элементов, реализующих данное решение, требуется предложить иное. Конструктивные решения напрямую определяются схемотехническими, а также элементной базой. Если уровень технологического обеспечения предприятия не может выполнить данные схемотехнические решения, а значит и конструктивные, то, соответственно, помимо основных технических характеристик модуля необходимо будет разрабатывать иную структуру приемного канала [2].

Литература

1. Микроэлектронные устройства СВЧ. Учебное пособие для радиотехнических специальностей вузов. / Под ред. Веселова Г.И. – М.: Высшая школа, 1988.
2. Радиоэлектронные системы: основы построения и теория. Справочник. / Под ред. Ширмана Я.Д. – М.: Радиотехника, 2007.
3. Справочник по расчету и конструированию СВЧ полосковых устройств. / Под ред. Вольмана В.И. – М.: Радио и связь, 1982.