

УДК 621.396.2-026.26

## ПРОБЛЕМАТИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫХОДНЫХ КАСКАДОВ СИСТЕМЫ 5G

ЖЕРНОСЕКОВ Р. А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
(г. Минск, Республика Беларусь)*

*E-mail: ewbtt@yandex.ru*

**Аннотация.** В статье рассматривается конструкция выходных каскадов системы 5G, используемые полупроводниковые технологии, важность получения высокой линейности и эффективности выходных каскадов.

**Abstract.** The article discusses the design of the output stages of the 5G system, the semiconductor technologies used, the importance of obtaining high linearity and efficiency of the output stages.

Система 5G – это название нового стандарта сотовой связи пятого поколения. Основные принципы мобильной радиосвязи были разработаны ещё в 50-х годах прошлого столетия. 5G, как и предыдущие поколения использует радиоканал для передачи данных.

Система 5G является следующим этапом используемого в настоящее время стандарта 4G. Проведенные к настоящему времени испытания показали, что сети 5G начинают демонстрировать высокую производительность в различных приложениях, таких как густонаселенные городские районы и точки доступа внутри помещений.

Пропускная способность сети зависит от ряда факторов, а именно доступную полосу, количество каналов связи, количество сот, отношение сигнал/шум. Увеличение рабочей полосы за счёт перехода в миллиметровую область спектра позволит повысить пропускную способность, однако при таком переходе не должно быть серьёзного увеличения энергопотребления, что является важным требованием при проектировании УМ для 5G. Таким образом, требование высокой экономичности по потреблению электроэнергии сохраняется.

Усилитель мощности (УМ) описывается рядом характеристик, среди которых – коэффициент усиления, стабильность усиления, уровень выходной мощности, линейность, КПД, входной и выходной коэффициенты стоячей волны по напряжению (КСВН) и коэффициент шума. Рабочая полоса УМ характеризует способность данного усилителя сохранять значения этих параметров в необходимом частотном диапазоне. Например, коэффициент усиления имеет максимальное на низких частотах и минимальное на высоких частотах, допустимое отклонение определяется стабильностью усиления: значение  $\pm 1$  дБ соответствует диапазону стабильности в 2 дБ во всём рабочем диапазоне усилителя. [1]

В диапазоне миллиметровых волн выходная мощность для точки компрессии указывается на уровне 1дБ. Получить большую мощность возможно, если увеличить уровень входного сигнала, однако это приведёт к увеличению нелинейности самого усилителя, и основные параметры усилителя мощности будут определяться искажениями сигнала. В полностью линейном усилителе входные сигналы являются пропорциональными выходным.

На ряду, с высокой линейностью усилителей мощности, используемых в системах 5G, важным параметром является высокий КПД самого УМ. Известно, что КПД усилителя максимален при его работе именно в режиме компрессии, там, где режим работы активного элемента усилителя принято считать насыщенным, а его выходная мощность, соответственно будет иметь максимальное значение. Линейность тракта усилителя мощности систем 5G один из важнейших параметров, так как для высокой скорости передачи данных используются сложные схемы модуляции. Однако линейность и КПД усилителей мощности два противоречивых понятия, поиск компромисса между ними составляет основную задачу при проектировании УМ.

Для производства усилителей миллиметрового диапазона применяются различные полупроводниковые технологии- транзисторы на кремний-германии (SiGe), арсениде галлия (GaAs), фосфиде индия (InP), нитриде галлия (GaN).

Кремниевые LDMOS-усилители, которые получили широкое распространение в роли мощных активных элементов в базовых станциях сетей 3G и 4G. Кремниевые УМ со структурой «кремний-на-

изоляторе» позволяют обеспечить требуемые значения мощности при объединении нескольких таких транзисторов.

В последнее время предпочтительным материалом для активного элемента в составе УМ становится нитрид галлия (GaN) в области миллиметровых частот. [3]

#### **Список использованных источников**

1. <https://www.soel.ru/online/problemy-proektirovaniya-ustroystv-dlya-setey-5g-millimetrovogo-diapazona/>
2. <https://www.awr.com/articles/experiencing-future-pa-design>
3. <https://www.terraelectronica.ru/news/5471>