

## Разработка сверхмощного многолучевого клистрона S-диапазона КИУ-278

Д.А. Комаров, Е.П. Якушкин, Ю.Н. Парамонов, С.В. Сурков

АО «НПП «Торий»

**Аннотация:** в АО «НПП «Торий» был разработан и изготовлен сверхмощный импульсный усилительный клистрон S-диапазона длин волн КИУ-278. Клистрон работает в диапазоне частот 2846-2866 МГц с максимальной выходной импульсной мощностью 8 МВт и коэффициентом усиления 50 дБ при напряжении катода не более 58 кВ.

**Ключевые слова:** многолучевой клистрон, КПД.

### 1. Введение

Наиболее актуальной задачей в СВЧ электронике больших мощностей является снижение потребляемой мощности и улучшение массогабаритных характеристик.

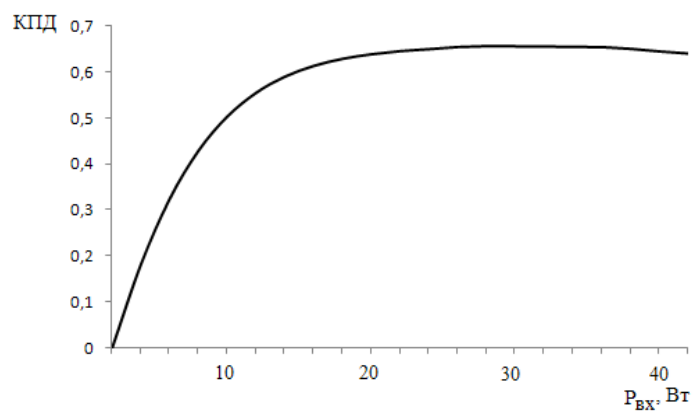
Применение многолучевых электронных пушек и соответствующих электродинамических систем позволяет в несколько раз уменьшить величину катодного напряжения в сравнении с однолучевыми конструкциями, при этом существенно уменьшается масса и габариты как клистрона, так и источников питания.

Для достижения достаточно высоких значений КПД таких приборов величина парциального первеанса пушки не должна превышать  $(0,5 - 0,7) \text{ мкА/В}^{3/2}$ . Исходя из этого, было выбрано двухрядное расположение катодов с их общим числом равным 30. Общее сопротивление электронного потока составило 208 Ом. При характеристическом сопротивлении порядка 20 Ом, столь низкое сопротивление луча означает, что в выходном каскаде клистрона необходимо обеспечить очень малые значения нагруженной добротности. В результате моделирования выходного каскада многолучевой системы благодаря применению метода, описанного в [1], максимальная величина перепада сопротивления в зазорах различных каналов составила 1,02, что соответствует коэффициенту использования мощности 0,97.

### 2. Результаты расчета и эксперимента

Исходя из требуемого коэффициента усиления и вычисленных значений характеристического сопротивления, была выбрана классическая схема клистрона с пятью резонаторами, в котором амплитуда второй гармоники наращивается увеличением пролетного пространства между четвертым и пятым резонатором до необходимого уровня электронного КПД. В результате оптимизации в программе KLYS-5.63 [2] были получены следующие результаты: предельный КПД составил 66% при уровне входной мощности 33 Вт. На рисунке 1 представлена амплитудная характеристика на рабочей частоте клистрона.

Образец КИУ-278 с магнитной системой представлен на рисунке 2.



**Рисунок 1.** Амплитудная характеристика клистрона.



**Рисунок 2.** Фотография клистрона КИУ-278.

### 3. Заключение

В результате проектирования были изготовлены образцы сверхмощного импульсного усилительного клистрона КИУ-278, которые успешно прошли испытания и показали электродинамические и технические характеристики, требуемые по техническому заданию.

#### Список литературы

1. D. A. Komarov, E. P. Yakushkin, Y. N. Paramonov, S. E. Sharkov. Increased efficiency of high-power multiple-beam klystrons based on optimization of the output cavity. IVEC 2018.
2. Malykhin A.V., Yakushkin E.P., Konnonov A.V/ Validation of klystrons development code – KLYS 4.5/Pros. IEEE2003, pp. 101-102