

О взаимном влиянии излучателей при оптимизации направленности коротковолновых фазированных антенных решеток

Тюнин Н.Н.¹

¹ ОФИМ СО РАН *nik.tyunin.92@mail.ru*

06.05.2021

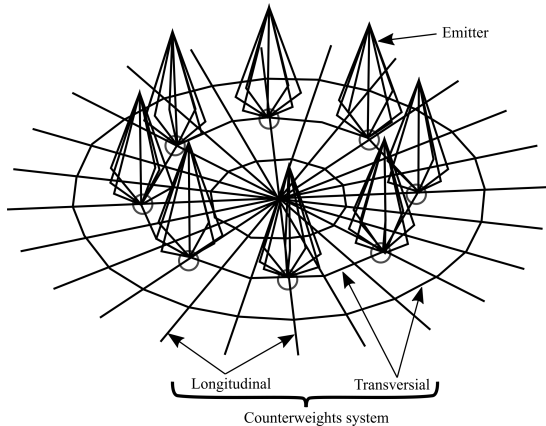


Рис. 1: ФАР кольцевой структуры

Юрков, А.С.: Оптимизация возбуждения передающих фазированных антенных решеток декаметрового диапазона длин волн. ОНИИП, Омск (2014)

Юрков, А.С.: О влиянии потерь в земле на работу четырехэлементной ФАР КВ диапазона. Техника радиосвязи 1(21), с.79-81. ОНИИП, Омск (2014)

Постановка задачи при ограничения мощности по каждой точке питания

Постановка в комплексных числах

$$\begin{cases} i^+ \mathbf{A} i \rightarrow \max, \\ 0 \leq i^+ \mathbf{B}^{(1)} i \leq 1, \\ \dots \\ 0 \leq i^+ \mathbf{B}^{(n)} i \leq 1, \\ i \in \mathbb{C}^n \end{cases} \quad (1)$$

$$P^{(k)} = \frac{1}{2} \operatorname{Re} i^+ \mathcal{P}^{(k)} i \quad (2)$$

$$P^{(k)} = \frac{1}{4} i^+ (\mathbf{Z}^+ \mathcal{P}^{(k)} + \mathcal{P}^{(k)} \mathbf{Z}) i \quad (3)$$

$$\mathbf{B}^{(k)} = \frac{1}{4P_m^{(k)}} (\mathbf{Z}^+ \mathcal{P}^{(k)} + \mathcal{P}^{(k)} \mathbf{Z}) \quad (4)$$

$P_m^{(k)}$ – номинальная мощность k -го излучателя
 $\mathcal{P}^{(k)}$ – матрица-проектор с единственным ненулевым элементом $\mathcal{P}_{kk}^{(k)} = 1$

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{x}^T \mathbf{G} \mathbf{x} \rightarrow \max, \\ 0 \leq \mathbf{x}^T \mathbf{H}^{(1)} \mathbf{x} \leq 1, \\ \dots \\ 0 \leq \mathbf{x}^T \mathbf{H}^{(n)} \mathbf{x} \leq 1, \\ \mathbf{x} \in \mathbb{R}^{2n}. \end{array} \right. \quad (5)$$

Еремеев, А.В., Тюнин Н.Н., Юрков А.С.: Non-Convex Quadratic Programming Problems in Short Wave Antenna Array Optimization. MOTOR 2019 (11584)

- Антенный моделировщик NEC2
- Решатель BARON в пакете GAMS
- Зависимость вида диаграммы направленности от частоты (5-30 МГц)
- Зависимость вида диаграммы направленности от густоты сетки противовесов (l:t)
- Изменение усиления по отношению к одиночному излучателю
- Направление оптимизации $70^\circ : 45^\circ$

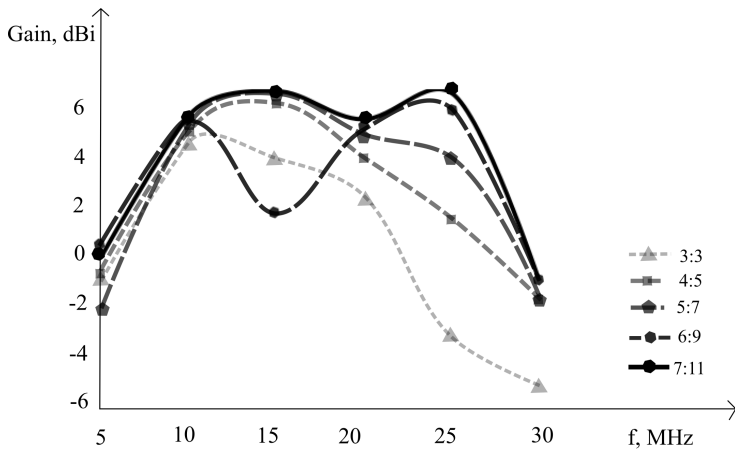


Рис. 2: Зависимость коэффициента усиления от частоты

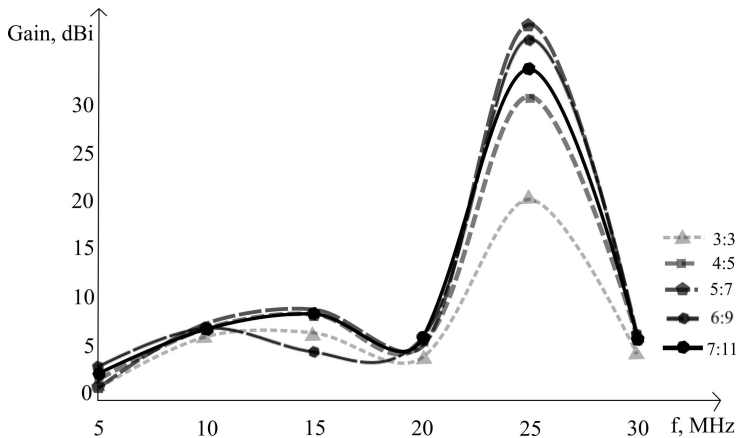
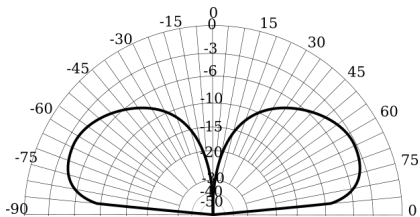
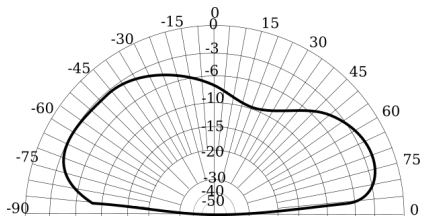


Рис. 3: Сравнение усиления ФАР и одиночного излучателя на различных частотах.

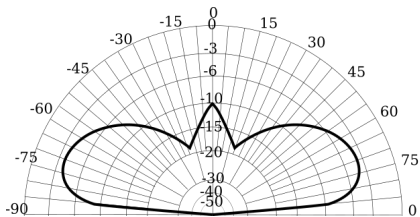


a)

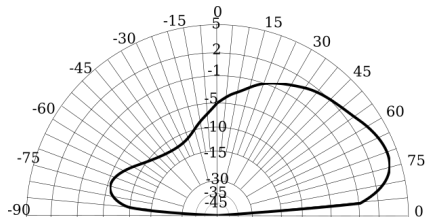


b)

Рис. 4: Вертикальный план диаграммы направленности одиночного излучателя (a) и ФАР 5:7 (b) при 5МГц

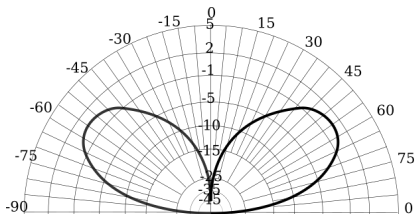


a)

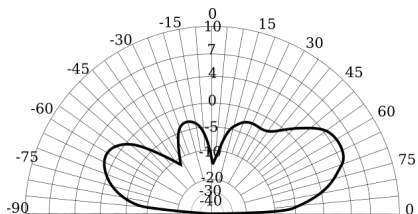


b)

Рис. 5: Вертикальный план диаграммы направленности одиночного излучателя (a) и ФАР 5:7 (b) при 10МГц

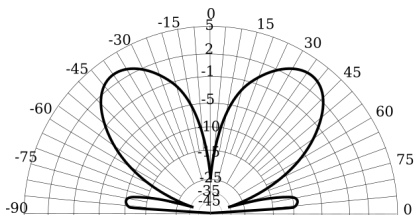


a)

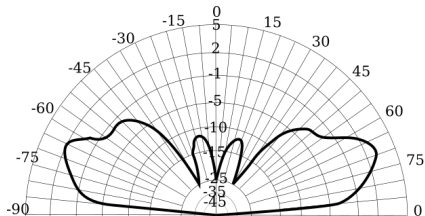


b)

Рис. 6: Вертикальный план диаграммы направленности одиночного излучателя (a) и ФАР 5:7 (b) при 20МГц



a)



b)

Рис. 7: Вертикальный план диаграммы направленности одиночного излучателя (a) и ФАР 5:7 (b) при 25МГц

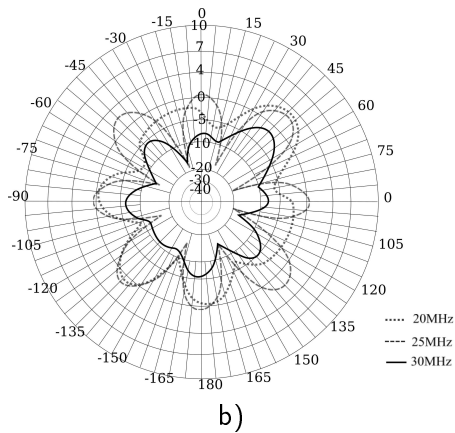
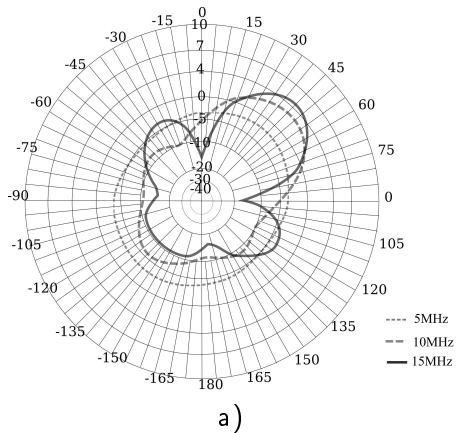


Рис. 8: Горизонтальные планы диаграмм направленности для ФАР 5:7 5-15МГц (а) и 20-30МГц (б)

- Использование слишком редкой сетки противовесов приводит к потере усиления.
- Повышение плотности сетки противовесов может не приводить к росту усиления.
- Взаимное влияние может существенно изменить диаграмму направленности в заданном направлении.

Спасибо за внимание!