

УДК 621.396.677.55

А.З. Сазонов

Открытое акционерное общество «РОСС», Харьков

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ПАРАБОЛИЧЕСКОЙ ЗЕРКАЛЬНОЙ АНТЕННЫ РЛС П-19 В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ

Проводится расчет ближних полей параболической зеркальной антенны РЛС П-19 1РЛ134 в области перед раскрывом, в теневой области и в окрестности кромок зеркала. Анализируются закономерности ближних полей антенной системы с зеркалами в форме симметричных эллиптических вырезок из параболоида вращения.

ближние поле антенны, параболическая зеркальная антенна

Введение

Постановка проблемы. Одной из основных характеристик параболической зеркальной антенны, как и других антенн, является ее диаграмма направленности (ДН). Известно, что значительную роль в формировании ДН антенны играют предметы и элементы конструкции антенн, расположенные в непосредственной близости к ним, а также кромка зеркала (в общем случае неплоская кривая) [1 – 3]. Учесть влияние таких элементов можно, имея информацию о поле антенны в ее ближней зоне. Характерным примером использования ЗА является антенная система двухкоординатной РЛС обнаружения низколежащих целей П-19 (индекс 1РЛ134).

В настоящей статье проведено математическое моделирование ДН антенной системы 1РЛ134 РЛС П-19 с использованием метода разработанного в [4]. Метод позволяет оценивать ближние поля ЗА с учетом неплоской кромки антенны. В основе метода лежит использование интегрального представления поля, рассеянного зеркалом антенны в ближней зоне. Существенной модификацией метода является применение асимптотического метода стационарной фазы для расчета вклада в рассеянное поле неплоской кромки зеркала антенны.

Антенная система станции состоит из двух одинаковых зеркал, размещенных одно под другим. Далее будем рассматривать одно из них. Каждое зеркало представляет собой симметричную вырезку из эллиптического параболоида вращения с неплоской кромкой [5]. Раскрыв зеркала имеет форму эллипса, горизонтальная ось которого равна 5,5 м, а вертикальная – 2 м (рис. 1). Зеркало выполнено в виде стального трубчатого каркаса (4), к которому приварена отражающая поверхность в виде стальной сетки (3). Размеры ячеек сетки выбраны из соображений допустимого (1%) просачивания энергии. Облучатель (2) выполнен в виде коробчатого рупора, размещенного в фокусе зеркала (фокусное расстояние равно 1,7 м). Размеры рупорного облучателя в обеих плоскостях подобраны таким образом, что ширина его ДН по уровню $0,1P_{\max}$ пример-

но равна угловым размерам зеркала. Поляризация антенны – горизонтальная, т.е. Е-плоскость облучателя направлена вдоль большей оси раскрыва зеркала. Рабочая длина волны РЛС П-19 $\lambda_{\text{П-19}} = 0,35$ м.

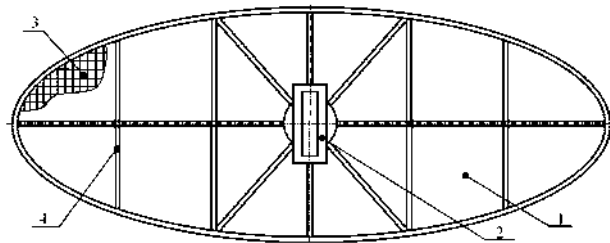


Рис. 1. Геометрия антенны (1 – зеркало, 2 – рупорный облучатель, 3 – сетка, 4 – трубчатый каркас)

Целью настоящей статьи является выявление закономерностей ближних полей антенной системы с зеркалами в форме симметричных эллиптических вырезок из параболоида вращения.

Проведено математическое моделирование ДН этой антенны в Е и Н-плоскости. Полученные результаты достаточно хорошо совпали с представленными в техническом описании [5], как для ширины ДН по уровню $0,5 P_{\max}$, так и для размещения нулей ДН. Это свидетельствует о достоверности, получаемых путем математического моделирования результатов.

Результаты расчеты и их анализ

В статье приведены результаты математическое моделирование ближних полей описанной антенны в Е и Н-плоскостях. Результаты расчетов представлены на рис. 2 – 7.

Анализ результатов моделирования ближних полей РЛС П-19, представленных на рис.2-7, показывает, что поля, исследуемой в данном подразделе антенны, имеют некоторые особенности. Это вызвано тем, что радиусы кривизн зеркала антенны РЛС П-19 значительно больше длины волны излучения.

Такие значения радиусов кривизн приводят к тому, что в области перед раскрывом в непосредственной близости к зеркалу антенны ($z \approx 2,1$ м

рис. 2, 3) поле имеет многопиковый характер. Так, на рис. 2 для Е-плоскости в указанной области наблюдается приблизительно шесть пиков, а для Н-плоскости (рис. 3) – их восемь.

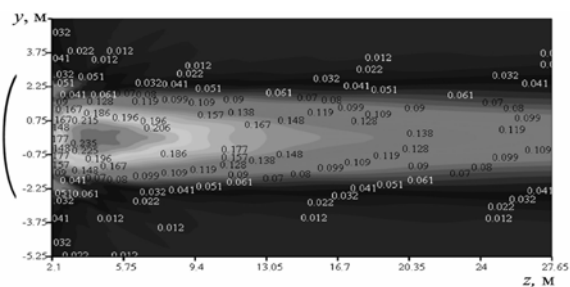


Рис. 2. Распределение амплитуды поля вблизи антенны РЛС П-19 в Е-плоскости в области перед раскрытием

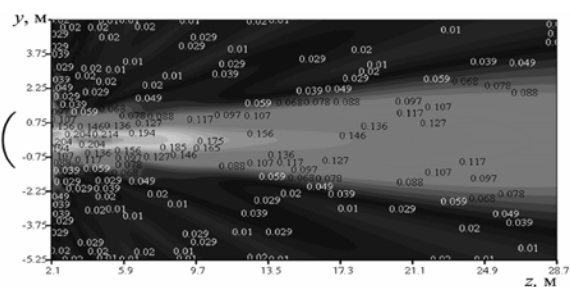


Рис. 3. Распределение амплитуды поля вблизи антенны РЛС П-19 в Н-плоскости в области перед раскрытием

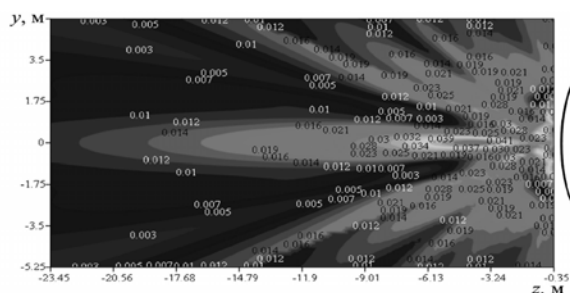


Рис. 4. Распределение амплитуды поля вблизи антенны РЛС П-19 в Е-плоскости сзади антенны

В заднем же полупространстве в осевом направлении в окрестности точки с координатами $y = 0, z = 4$ м формируется ярко выраженный максимум амплитуды поля (рис. 4, 5). Наблюдаемые на рис. 4 всплески в районе точек с координатами: $y = -3,5$ м, $z = -0,35$ м и $y = 3,5$ м, $z = -0,35$ м, являются результатом сложения поля, рассеянного кромочным участком зеркала антенны и поля облучателя, не попавшего на зеркало, и в большей степени обусловлены последним.

В боковом направлении, в Н-плоскости поле имеет более изрезанный характер, чем в Е-плоскости. Так, на рис. 7 (Н-плоскость) наблюдается пять ярко выраженных лепестков, а на рис. 6 (Е-плоскость) – два. В боковом направлении основной вклад в рассеянное кромкой зеркала поле вносят окрестности двух точек стационарной фазы: для Е-плоскости – точки $\varphi_1 = 90^\circ$ и $\varphi_2 = 270^\circ$, а для Н-плоскости – точки $\varphi_1 = 0^\circ$ и $\varphi_2 = 180^\circ$. Из геометрии

зеркала следует, что в окрестности указанных точек стационарной фазы для Е-плоскости кромка зеркала имеет большую кривизну, чем для Н-плоскости. Это объясняет наличие изрезанности поля в боковом направлении в Н-плоскости.

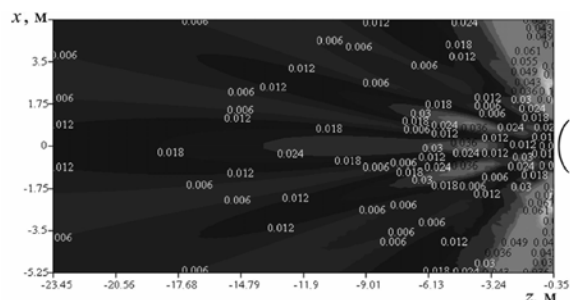


Рис. 5. Распределение амплитуды поля вблизи антенны РЛС П-19 в Н-плоскости сзади антенны

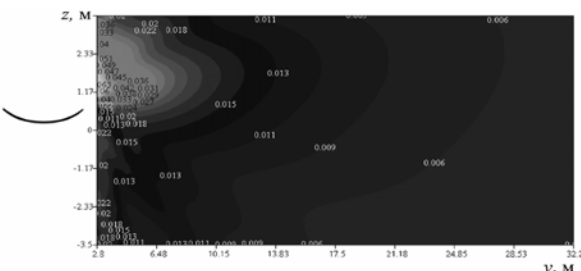


Рис. 6. Распределение амплитуды поля вблизи антенны РЛС П-19 в Е-плоскости в боковом направлении

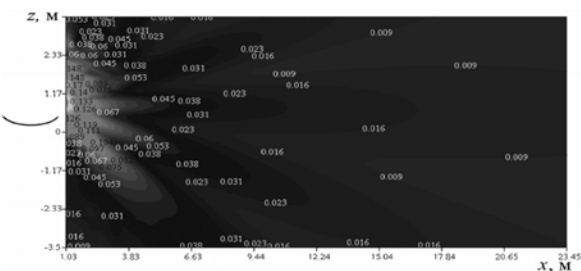


Рис. 7. Распределение амплитуды поля вблизи антенны РЛС П-19 в Н-плоскости в боковом направлении

Выводы

Проведенные исследования позволили выявить закономерности ближних полей АС РЛС П-19 с зеркалом в форме симметричной эллиптической вырезки из параболоида вращения. Такая информация необходима разработчикам антенных систем РЛС и может быть использована для оценки влияния близкорасположенных элементов конструкции РЛС на форму ДН и уровень бокового излучения РЛС.

Список литературы

1. Ямольский В. Г., Фролов О. П. Антенны и ЭМС. – М.: Радио и связь, 1983. – 272 с.
2. Nanos A.A., Samaras T., Vafiadis E.E., Sahalos J.N. On the Safety Evaluation of the space in the vicinity of an aperture antenna // IEEE Transactions on antennas and propagation. – 2003. – Vol. 51, No. 8. – P. 1706-1715.
3. Иванов В.К., Нечитайло С.В., Сазонов А.З., Сухаревский О.И., Рябоконт Е.А. Метод расчета ближнего поля зеркальной антенны // Зб. наук. пр. ИПМЕ. – К.: НАНУ, ИПМЕ, 2004. – Вип. 25. – С. 48-55.

4. Нечитайло С.В., Сазонов А.З., Сухаревский О.И. Метод расчета ближнего поля излучения зеркальной антенны с неплоской кромкой в ближней зоне // Зб. наук. пр. Об'єднаного науково-дослідного інституту Збройних Сил. – Х.: ОНДІ ЗС. – 2005. – Вип. 1 (1). – С.174-183.

5. Радиолокационная станция П-19: Техническое описание. ЕИ 1.001.011 ТО/С. Часть 1. – 1974. – 197 с.

Поступила в редколлегию 15.02.2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.И. Сухаревский, Объединенный научно-исследовательский институт Вооруженных Сил, Харьков.