

3. Юдин Н. П. «Изв. АН СССР», сер. физич., 24, № 9, 1222, 1962.
 4. Живописцев Ф. А., Московкин В. Н., Н. Эль-Нагар, Юдин Н. П.
 Phys. Lett. (в печати).
 5. Ford. Phys. Rev., 120, 169, 1960.

Поступила в редакцию
 5. 7 1967 г.

НИИЯФ

УДК 621.396.67.095.11

Р. М. ГОЛЫНСКАЯ

СРЕДНЯЯ ДИАГРАММА НАПРАВЛЕННОСТИ И ПОТЕРИ УСИЛЕНИЯ АНТЕНН ПРИ ЗАВИСИМОСТИ ФЛУКТУАЦИЙ АМПЛИТУДЫ И ФАЗЫ ПО АНТЕННЕ

В работе показана зависимость средней диаграммы направленности и потерь усиления от интенсивности флуктуаций амплитуды и фазы и радиусов корреляции амплитудной, фазовой и амплитудно-фазовой неоднородностей по антенне в случае зависимости флуктуаций амплитуды и фазы. Коэффициент корреляции амплитудно-фазовой неоднородности рассматривается в виде четной функции.

Средняя диаграмма направленности антенны при зависимости флуктуаций амплитуды и фазы по антенне. Общее выражение для средней диаграммы направленности линейной антенны может быть записано в виде [1]

$$|\bar{f}(\psi)|^2 = \int_{-1}^{+1} \int_{-1}^{+1} A(x) e^{j\varphi(x)+j\psi x} A(x') e^{-j\varphi(x')-j\psi x'} dx dx', \quad (1)$$

где $\psi = \frac{\pi L}{\lambda} \sin \theta$,

L — размер антенны, λ — длина волны, θ — угол между нормалью к антенне и направлением на точку наблюдения, $A(x)$, $A(x')$ — амплитудное распределение источников по антенне, $\varphi(x)$, $\varphi(x')$ — фазовое распределение источников по антенне, x и x' — координаты по антенне.

Будем считать амплитудное и фазовое распределения источников по антенне случайными функциями. Тогда

$$A(x) = \overline{A(x)} + \Delta A(x),$$

$$\varphi(x) = \overline{\varphi(x)} + \Delta\varphi(x),$$

где $\overline{A(x)}$ — среднее значение амплитуды поля в точке x , $\Delta A(x)$ — случайное значение амплитуды поля в точке x , $\overline{\varphi(x)}$ — среднее значение фазы поля в точке x , $\Delta\varphi(x)$ — случайное значение фазы поля в точке x .

Рассмотрим синфазную антенну

$$|\bar{f}(\psi)|^2 = \int_{-1}^{+1} \int_{-1}^{+1} (1 + \Delta A(x))(1 + \Delta A(x')) e^{j[\Delta\varphi(x) - \Delta\varphi(x')]} e^{j\psi(x-x')} dx dx'. \quad (2)$$

Как уже отмечалось в работе [2], коэффициент корреляции между флуктуациями амплитуды и фазы может быть функцией четного и нечетного вида. Рассмотрим зависимость средней диаграммы направленности от четного коэффициента корреляции амплитудно-фазовой неоднородности. Пусть флуктуации амплитуды и фазы по антенне подчиняются нормальному четырехмерному закону распределения плотности вероятности. Воспользуемся выражением для четырехмерной характеристической функции с нулевым средним значением. При экспоненциальной зависимости коэффициентов корреляции амплитудной, фазовой и амплитудно-фазовой неоднородностей выражение для средней диаграммы направленности имеет следующий вид:

$$|\bar{f}(\psi)|^2 = \int_{-1}^{+1} \int_{-1}^{+1} \left\{ 1 + \overline{\Delta A^2} e^{-\frac{|x-x'|}{c_A}} + \overline{\Delta A^2 \Delta\varphi^2} \rho_0^2 \left[1 - e^{-\frac{|x-x'|}{c_{A\varphi}}} \right]^2 \right\} \times$$

$$\times e^{-\Delta\varphi^2} \left(1 - e - \frac{|x-x'|}{c_\varphi} \right) e^{j\psi(x-x')} dx dx', \quad (3)$$

где $\overline{\Delta A^2}$ — интенсивность флуктуаций амплитуды, $\overline{\Delta\varphi^2}$ — интенсивность флуктуаций фазы, c_A — радиус корреляции амплитудной неоднородности, c_φ — радиус корреляции фазовой неоднородности, $c_{A\varphi}$ — радиус корреляции амплитудно-фазовой неоднородности, ρ_0 — максимальный коэффициент корреляции амплитудно-фазовой неоднородности ($0 \leq \rho_0 \leq 1$).

При $\rho_0=0$ получаем случай независимости флуктуаций амплитуды и фазы по антенне.

По формуле (3) на вычислительной машине М-20 проведены расчеты средних диаграмм направленности в случае зависимых и независимых флуктуаций амплитуды и фазы для различных значений интенсивности флуктуаций амплитуды и фазы и разных радиусов корреляции амплитудной, фазовой и амплитудно-фазовой неоднород-

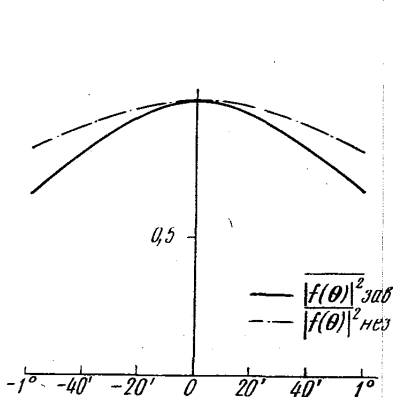


Рис. 1

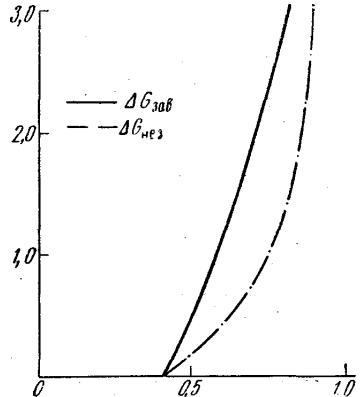


Рис. 2

ностей. Анализ полученных расчетных данных показывает, что средние диаграммы направленности при независимых флуктуациях амплитуды и фазы шире, чем соответствующие средние диаграммы направленности при зависимых флуктуациях амплитуды и фазы. Физически это можно объяснить так. При зависимости флуктуаций амплитуды и фазы имеет место большая коррелированность, последнее в свою очередь определяет большую синфазность, а синфазные антенны имеют более узкие диаграммы направленности.

На рис. 1 приведены средние диаграммы направленности при зависимых и независимых флуктуациях амплитуды и фазы, $\overline{\Delta A^2}=0,81$; $\overline{\Delta\varphi^2}=3,0$; $c_A=0,1$; $c_\varphi=0,1$; $c_{A\varphi}=0,1$.

Потери усиления антенны в случае зависимости флуктуаций амплитуды и фазы. Рассмотрим потери усиления антенны.

$$\Delta G = 1 - \frac{\overline{D}}{D_0}.$$

здесь \overline{D} — средний коэффициент направленного действия, D_0 — коэффициент направленного действия в отсутствии случайных вариаций в раскрыве антенны.

Остановимся на случае, когда полная мощность, излучаемая антенной при наличии случайных вариаций в амплитудно-фазовом распределении источников по антенне, равна мощности, излучаемой антенной в отсутствие случайных вариаций в амплитудно-фазовом распределении источников по антенне

$$\int_{-a}^a \overline{|f(\psi)|^2} d\psi = \int_{-a}^a |f_0(\psi)|^2 d\psi, \quad a = \frac{\pi L}{\lambda}.$$

Величина потерь усиления определяется в направлении главного максимума излучения

$$\Delta G = 1 - \frac{\int_{-1}^{+1} \int_{-1}^{+1} [1 + \overline{\Delta A^2} e^{-\frac{|x-x'|}{c_A}} + \overline{\Delta A^2 \Delta \varphi^2} \rho_0^2 (1 - e^{-\frac{|x-x'|}{c_{A\varphi}}})^2] \times}{4(1 + \overline{\Delta A^2})} \times \frac{e^{-\Delta \varphi^2} \left(1 - e^{-\frac{|x-x'|}{c_{\varphi}}}\right) dx dx'}{4(1 + \overline{\Delta A^2})} \quad (4)$$

При $\rho_0 = 0$ получается выражение для потерь усиления в случае независимости флуктуаций амплитуды и фазы.

По формуле (4) на вычислительной машине М-20 проведены расчеты потерь усиления в случае зависимых и независимых флуктуаций амплитуды и фазы по антенне при различных значениях интенсивности флуктуаций амплитуды и фазы и разных радиусах корреляции амплитудной, фазовой и амплитудно-фазовой неоднородностей. Анализ полученных расчетных данных показывает, что потери усиления в случае независимых флуктуаций амплитуды и фазы больше, чем в случае зависимых флуктуаций амплитуды и фазы. Это также вызвано большей коррелированностью в случае зависимых флуктуаций амплитуды и фазы. На рис. 2 показана зависимость потерь усиления от интенсивности флуктуаций фазы при $\overline{\Delta A^2} = 0,81$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шифрин Я. С. «Радиотехника и электроника», 8, № 3, 1963.
2. Гольцманская Р. М. «Вестн. Моск. ун-та», сер. физ., астроном., № 4, 1967.
3. Шифрин Я. С. Статистика поля линейной антенны. М., Физматгиз, 1962.
4. Дальнее тропосферное распространение ультракоротких радиоволн, 1965.
5. Левин Б. Р. Теория случайных процессов и ее применение в радиотехнике. «Советское радио», 1957.

Поступила в редакцию
6. 7 1967 г.

Кафедра
волновых процессов

УДК 535.374

В. И. ВОРОНКОВА, В. К. ЯНОВСКИЙ, В. А. КОПЦИК ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ КРИСТАЛЛОВ Al_2O_3 С ПРИМЕСЬЮ ВОЛЬФРАМА

Монокристаллы корунда, выращенные из раствора в расплаве вольфраматов [1], могут иметь достаточно яркую оранжево-красную флюоресценцию при возбуждении ультрафиолетом. Интенсивность этой люминесценции может меняться в широких пределах в зависимости от условий получения кристаллов. Кристаллы, выращиваемые в условиях больших пересыщений, обычно имели более яркую люминесценцию, а кристаллы, получаемые при более низких скоростях роста и температурах, — менее яркую. Спектральные характеристики флюоресценции в общем не зависели от состава растворителя и были одинаковы при росте кристаллов как из смеси окислов Al_2O_3 и WO_3 , так и при росте из расплавов смеси этих окислов с окислами Na, Li, Sr, Ba.

Люминесценция ярко светящегося образца исследовалась на спектрофотометре ДФС-4 с фотоэлектрической регистрацией при возбуждении ксеноновой лампой с фильтром УФС-1. В видимой части спектра была отмечена только одна широкая полоса с максимумом при 590 нм и полушириной 500 Å (рис. 1). Время жизни возбужденных состояний составляло 0,4 мсек при комнатной температуре и 1,1 мсек при 77°К.

У образцов корунда, содержащих до 0,01—0,02% примеси хрома, в спектре излучения наблюдается как указанная выше широкая полоса люминесценции, так и характерные R — линии хрома, положение и ширина которых заметно не меняются.

Кристаллы лейкосапфира, имеющие яркую люминесценцию, остаются прозрачными в видимой области спектра и поглощаются в ультрафиолетовой. Спектр оптического поглощения в области 210—410 нм в неполяризованном свете показан на рис. 2.