

УДК 621.396.67

DOI: 10.22213/2413-1172-2024-2-70-75

Теоретические обоснования методов снижения ближнего бокового излучения антенн для земной станции спутниковой связи

С. В. Зинкин, кандидат технических наук, доцент, Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

В статье рассмотрены различные методы снижения бокового излучения антенны, которые преимущественно относятся к угловым направлениям, непосредственно примыкающим к направлению главного излучения антенны для земной станции спутниковой связи. Актуальность данной проблематики не вызывает сомнений, так как именно поведение диаграммной направленности антенны в этой области самым существенным образом определяет электромагнитная совместимость различных систем спутниковой связи.

Наличие аксиального затенения приводит к значительному росту ближних боковых лепестков. Устранить указанную деформацию направленных свойств в некоторой плоскости можно использованием дополнительного излучателя, фазовый центр которого в этой плоскости совпадает с фазовым центром антенны. Компенсация теневого излучения осуществляется только в пучке областей, близких к плоскости, перпендикулярной прямой, соединяющей центры основной и вспомогательной антенн. Угловую область компенсации можно существенно расширить, если совместить фазовые центры основной и вспомогательной антенн. Этот достаточно тривиальный вывод ждет до сих пор своего нетривиального технического воплощения.

Широкоугольную компенсацию бокового излучения предлагается осуществить двумя вспомогательными антеннами, расположенными параллельно плоскости подавления. Лучшие результаты могут быть получены при оптимизации формы раскрыва вспомогательных излучателей. Исследования показывают, что оптимальный вариант диаграммной направленности имеет место, когда упомянутые облучатели выполнены в виде прямоугольников длиной 0,295 и высотой 0,117 от радиуса раскрыва основной антенны, а распределение в раскрывах вспомогательных антенн имеет косинусоидальный характер. В этом случае удастся подавить уровень излучения до -40 дБ.

Ключевые слова: метод снижения, боковое излучение антенн, станция спутниковой связи.

Введение

В рамках данной статьи рассмотрены методы снижения бокового излучения антенны, которые преимущественно относятся к угловым направлениям, непосредственно примыкающим к направлению главного излучения антенны для земной станции спутниковой связи [1]. Актуальность проблематики не вызывает сомнений, так как именно поведение диаграммной направленности (ДН) антенны в этой области самым существенным образом определяет электромагнитная совместимость различных систем спутниковой связи.

Следует отметить, что возможны два принципиально различных подхода к достижению этой цели.

Первый подход связан с разработкой и последующей технической реализацией специальных апертурных распределений, которые при высоком значении коэффициента использования поверхности обеспечивали бы необходимо низкий уровень бокового излучения [2–4]. Общие подходы к решению такой проблемы систематизированы. Интересные результаты по так называемым оптимальным распределениям,

имеющим практическую ценность, получены В. Г. Ямпольским.

Второй подход связан с разработкой и последующей реализацией частных решений, направленных на снижение излучения по ближайшим боковым направлениям. Основные результаты, полученные в рамках второго подхода, представляют наибольший практический интерес.

Цель работы – теоретически исследовать методы снижения ближнего бокового излучения антенн для земной станции спутниковой связи.

Устранение влияния аксиального затенения

Ранее было показано, что наличие аксиального затенения приводит к значительному росту ближних боковых лепестков [5, 6]. Устранить указанную деформацию направленных свойств в некоторой плоскости можно использованием дополнительного излучателя, фазовый центр которого в этой плоскости совпадает с фазовым центром антенны (рис. 1).

Введем обозначения: D – диаметр основной антенны; d – диаметр затенения; d_k – диаметр антенны компенсатора; γ – доля мощности, по-

ступающей во вспомогательную антенну; Λ – площадь физической апертуры.

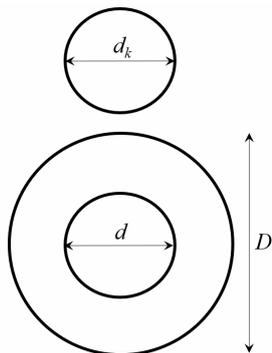


Рис. 1. Дополнительный излучатель антенны станции спутниковой связи

Fig. 1. Additional antenna emitter of the satellite communication station

Если использовать обозначения $\eta = \frac{d}{D}$, $\xi = \frac{d_k}{D}$ и предположить, что поле в обеих антеннах распределено по параболическому закону с пьедесталами Δ и δ соответственно, то суммарная ДН имеет вид

$$F(u) = F_a(u) + \xi \left[\frac{\gamma}{1-\gamma} \right]^{0.5} F_k(u). \quad (1)$$

Здесь нормированная ДН основной антенны

$$F_a(u) = \left[2 / (1 + \Delta - 2\eta^2) \right] \times \left[\Lambda \Delta_1(u) + 0,5(1 - \Delta) \Lambda_2(u) - \eta^2 \Lambda_1(\eta u) \right], \quad (2)$$

а нормированная ДН компенсационной антенны

$$F_k(u) = \left[2 / (1 + \delta) \right] \times \left[\delta \Delta_1(\xi u) + 0,5(1 - \delta) \Lambda_2(\xi u) \right]. \quad (3)$$

Если выполняются условия $\eta \ll 1$ и $\xi \ll 1$, то в секторе первых боковых лепестков можно считать, что $\Lambda_s(\xi u) = \Lambda_s(\eta u) = 1$ ($s = 1, 2$). Тогда условие компенсации приобретает вид

$$2\eta^2 / (1 + \Delta - 2\eta^2) = \left[\gamma / (1 - \gamma) \right]^{0.5}. \quad (4)$$

При выполнении условия (4) ДН антенной системы в области первых боковых лепестков практически совпадает с ДН антенны без затенения. Расчеты показывают, что для типового варианта при $\eta = 0,1$; $\xi = 0,15$; $\Delta = 0,316$ во вспомогательную антенну должно поступить около 1 % общей мощности. Более того, использова-

ние вспомогательной антенны (схема на рис. 1) позволяет дополнительно улучшить ДН антенны в секторе первых боковых лепестков, сделав ее лучше исходной без затенения [7–9].

Если в рассмотренном выше примере увеличить долю мощности, подводимую к дополнительному излучателю, до 5,4 %, то результирующая ДН примет вид, показанный на рисунке 2. Как видно, максимальный уровень бокового лепестка составляет около –25,5 дБ, в то время как в исходной антенне без затенения этот уровень составляет –22,4 дБ [10–12].

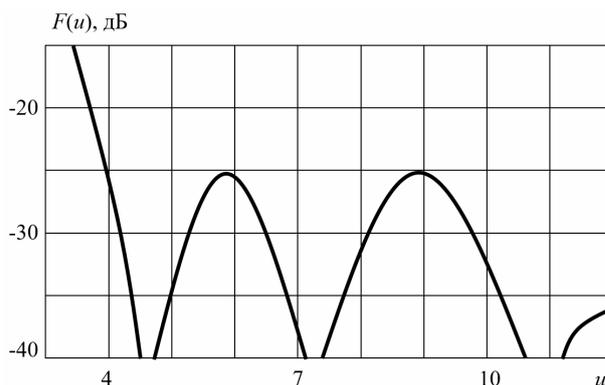


Рис. 2. Диаграммная направленность антенны станции спутниковой связи

Fig. 2. The diagrammatic orientation of the antenna of the satellite communication station

Напомним, что компенсация теневого излучения по схеме на рисунке 1 осуществляется только в пучке областей, близких к плоскости, перпендикулярной прямой, соединяющей центры основной и вспомогательной антенн [13–15]. Угловую область компенсации можно существенно расширить, если совместить фазовые центры основной и вспомогательной антенн. Этот достаточно тривиальный вывод ждет до сих пор своего нетривиального технического воплощения.

Широкоугольная компенсация бокового излучения

Рассмотрим схему компенсации, изображенную на рисунке 3 и состоящую из двух вспомогательных антенн, расположенных параллельно плоскости подавления [16–19]. Если амплитудное распределение на основной антенне имеет вид

$$f(r) = 1 - (1 - \Delta)r^2, \quad (5)$$

где r – радиус антенны, то при $\Delta = 0,12$ (–18,4 дБ) положения первых нулей ДН основной антенны и ДН вспомогательной антенны при $q = 1$ практически совпадают. Считая, что дополнитель-

ные излучатели имеют форму радиуса ρ и равномерно возбуждены, можно получить следующее выражение для нормированной ДН:

$$F(u) = (0,56 + 2\rho^2)^{-1} \times \\ \times [0,12\Lambda_1(u) + 0,44\Lambda_2(u) + 2\rho^2 \cos u \Lambda(\rho u)]. \quad (6)$$

На рисунке 4 приведены графики уровней σ_k первых четырех боковых лепестков антенной системы в зависимости от радиуса раскрытия вспомогательных излучателей [20–22]. Напомним, что без компенсации $\sigma_1 = -24,0$ дБ; $\sigma_2 = -32,5$ дБ; $\sigma_3 = -38,0$ дБ и $\sigma_4 = -42$ дБ.

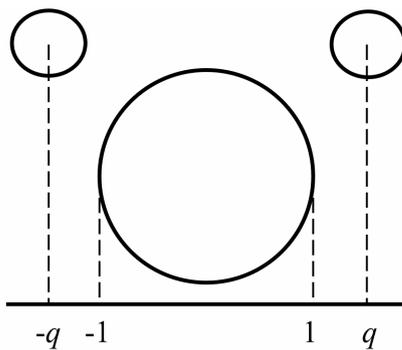


Рис. 3. Схема широкоугольной компенсации бокового излучения антенны

Fig. 3. The scheme of wide-angle compensation of the lateral radiation of the antenna

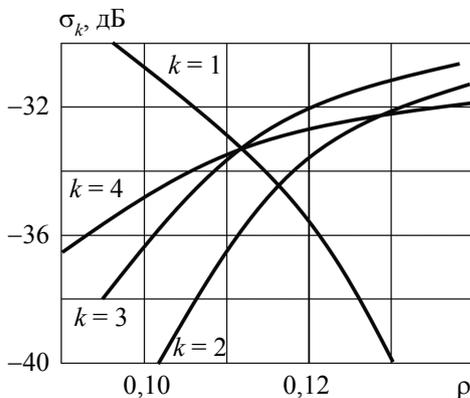


Рис. 4. Уровни σ_k первых четырех боковых лепестков антенной системы

Fig. 4. σ_k levels of the first four side lobes of the antenna system

Из рисунка 4 видно, что максимальное подавление (приблизительно до $-33,5$ дБ) имеется при $\rho = 0,113$ [23–25]. Соответствующая ДН приведена на рисунке 5 штриховой линией 2. Лучшие результаты могут быть получены при оптимизации формы раскрытия вспомогательных излучателей. Так, ДН, приведенная на рисунке 5

линией с точками 3 (линия 1 – типовая диаграмма направленности), соответствует случаю, когда упомянутые облучатели выполнены в виде прямоугольников длиной $0,295$ и высотой $0,117$ от радиуса раскрытия основной антенны, а распределение в раскрытиях вспомогательных антенн имеет косинусоидальный характер. В этом случае удается подавить уровень излучения до -40 дБ.

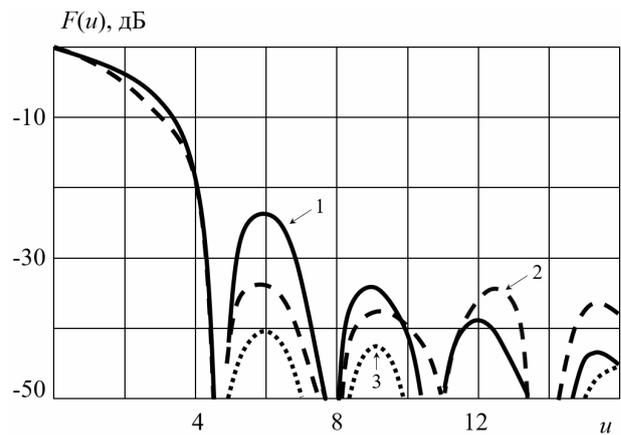


Рис. 5. Диаграмма направленности антенны станции спутниковой связи при разных формах раскрытия вспомогательных излучателей

Fig. 5. Diagrammatic orientation of the antenna of a satellite communication station with different forms of opening of auxiliary radiators

Научная новизна – применение сочетания методов снижения ближнего бокового излучения антенн земной станции спутниковой связи на этапе их проектирования: устранение влияния аксиального затенения, широкоугольная компенсация бокового излучения.

Выводы

Сравнительный анализ методов снижения ближнего бокового излучения антенн для земной станции спутниковой связи показал:

1) для устранения влияния аксиального затенения можно расширить угловую область компенсации, если совместить фазовые центры основной и вспомогательной антенн, однако это потребует нетривиального технического воплощения;

2) для широкоугольной компенсации бокового излучения лучшие результаты могут быть получены при оптимизации формы раскрытия вспомогательных излучателей антенны при выполнении облучателей в виде прямоугольников длиной $0,295$ и высотой $0,117$ от радиуса раскрытия основной антенны, а распределение в раскрытиях вспомогательных антенн должны иметь косинусоидальный характер.

Дальнейший анализ подавления излучения по детерминированным направлениям и асимметричного уменьшения бокового излучения антенны позволит выбрать необходимый метод снижения ближнего бокового излучения антенн для земной станции спутниковой связи при их проектировании для применения в различных областях деятельности человека.

Библиографические ссылки

1. Рыбков А. В., Бурмакин В. В. Анализ проблем спутниковой связи на подвижных объектах // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2021. Т. 2. С. 47–49.
2. Исследование направленных характеристик антенны земной станции спутниковой связи методом спирального сканирования / А. Б. Гладышев, Д. Д. Дмитриев, В. Н. Ратушняк, О. Б. Грицан // Журнал СФУ. Техника и технологии. 2021. № 7. С. 830–838.
3. Пантенков Д. Г., Гусаков Н. В., Ломакин А. А. Методический подход к радиоконтролю сигналов спутниковой связи с оценкой требуемых энергетических характеристик приемных станций // Известия вузов. Электроника. 2022. № 3. С. 382–383.
4. Тайгин В. Б., Лопатин А. В. Разработка зеркальной антенны космического аппарата с ультралегким высокоточным размеростабильным рефлектором // Космические аппараты и технологии. 2019. № 3 (29). С. 121–131.
5. Liu F., Su M., Li J., Li Y., Chen M. (2020) Research on Satellite Communication System for Interference Avoidance. In: Yu Q. (eds) Space Information Networks. SINC 2019. Communications in Computer and Information Science, vol 1169. Springer, Singapore.
6. Titovets P.A. (2020) Technique for increasing the antenna gain-to-noise-temperature of satellite communications Earth stations with axisymmetric reflectors // T-Comm, 2020, no. 2, pp. 45-51.
7. Волхонская Е. В., Коротей Е. В., Скридлевский А. В. Оптимизация конструкции двухзеркальной антенны Грегори с логопериодическим облучателем Ку-диапазона для повышения качества решения задач спутниковой связи // Радиотехника. 2020. № 2. С. 5–13.
8. Ballandovich S.V., Liubina L.M., Sugak M.I. (2020) Non-planar full-metal slot reflectarray antenna // 23rd Intern. Microwave and Radar Conf., Warsaw, Poland, 5-8 Oct. 2020. Piscataway: IEEE, 2020, pp. 338-341.
9. Стенд для измерения направленных характеристик антенн спутниковых систем связи / А. Б. Гладышев, Д. Д. Дмитриев, В. Н. Ратушняк, А. В. Жгун, О. Б. Грицан // Космические аппараты и технологии. 2020. № 4 (34). С. 201–208.
10. Двухполяризационные решетки широкополосных печатных излучателей для приложений X-и Ku-диапазонов / В. В. Головин, Ю. Н. Тыщук, И. Л. Афонин, А. Л. Поляков, Г. В. Слезкин // РЭНСИТ. 2022. № 1. С. 3–10.
11. Моделирование линейной антенной решетки для спутниковой связи современных телекоммуникационных систем / С. А. Антипов, В. Н. Кострова, П. В. Николаев, Ю. Г. Пастернак, К. А. Разинкин, В. И. Чугуевский // Вестник ВГТУ. 2020. № 4. С. 64–69.
12. Волхонская Е. В., Коротей Е. В., Власова К. В. Модельные исследования направленных свойств однозеркальной антенны с двухдиапазонным логопериодическим облучателем в среде MATCAD // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Физико-математические и технические науки. 2020. № 4. С. 88–95.
13. Пастернак Ю. Г., Пендюрин В. А., Сафонов К. С. Математическая модель излучающей апертуры фар, состоящей из сегменто-параболических антенн // Вестник ВГТУ. 2020. № 6. С. 69–78.
14. Антенные системы с широкоугольным механоэлектрическим сканированием / А. В. Станковский, С. В. Поленга, Е. А. Стригова, Ю. П. Саломатов // Известия вузов России. Радиоэлектроника. 2023. № 5. С. 50–62.
15. Жиров В. А., Орлов А. Е., Смирнов А. А. Эффективность использования частотно-энергетического ресурса в перспективных высокоскоростных спутниковых системах связи // Электросвязь. 2019. № 1. С. 42–51.
16. Cheng S., Gao Y., Cao J., Guo Y., Du Y., Hu S. (2020) Application of Neural Network in Performance Evaluation of Satellite Communication System: Review and Prospect. In: Liang Q., Wang W., Mu J., Liu X., Na Z., Chen B. (eds) Artificial Intelligence in China. Lecture Notes in Electrical Engineering, vol. 572. Springer, Singapore.
17. Кувалкин Е. С., Захаров А. И., Пец А. В. Оценка затухания радиосигнала для построения трассы связи «Земля – космос» // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Физико-математические и технические науки. 2019. № 3. С. 99–109.
18. Поленга С. В., Ерохин А. А., Рязанцев Р. О., Полигина А. Д., Крылов Р. М., Литинская Е. А., Гафаров Е. Р., Александрин А. М., Саломатов Ю. П., Данилов И. Ю. Двухдиапазонная отражательная антенная решетка Ka/Q-диапазонов частот // Известия вузов России. Радиоэлектроника. 2022. № 5. С. 18–31.
19. Martinez-de-Rioja E., Encinar J.A., Pino A., Gonzalez-Valdes B. (2019) Design of Bifocal Dual Reflectarray Antennas in Ka-Band to Generate a Multi-Spot Coverage from Geostationary Satellites. 13-th European Conf. on Antennas and Propagation, Krakow, Poland, 31 March 2019 - 5 April 2019. Piscataway, IEEE, 2019, pp. 1-5.
20. Polenga S.V., Erokhin A.A., Krylov R.M., Stankovskiy A.V., Litinskaya E.A., Hudonogova A.D., Danilov I.Y., Salomatov Yu. P. (2019) A Ka-Band Shaped-Beam Circularly Polarized Reflectarray Antenna. Radiation and Scattering of Electromagnetic Waves, Divnomorskoe, Russia, 24-28 June 2019. Piscataway, IEEE, 2019, pp. 281-284.
21. Kang E., Yang J., Park Y., Kim J., Shin W., Park Y.B., Choo H. (2023) Analysis of a low-earth orbit

satellite downlink considering antenna radiation patterns and space environment in interference situations. *Remote Sens.*, 2023, 15, 1748. <https://doi.org/10.3390/rs15071748>

22. Jinyuan Liu, Lixun Li, Yong Zuo, Huaming Chen, Shaojie Ni. Analysis of performance degradation introduced by radome for high-precision GNSS antenna. <https://doi.org/10.1155/2019/1529656>

23. Akan V. (2021) Choke ring horn antenna design for satellite payload data transmitters. *Microw. Opt. Technol. Lett.*, 2021, 63, pp. 1913-1919.

24. Xu W., Li P., Qiu Y. (2019) Electromagnetic performance analysis of inhomogeneous airborne radomes for circular polarization applications. *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 18, no. 1, 2019, pp. 74-78.

25. Arnaud E., Dugenet J., Elis K., Girardot A., Guihard D., Menudier C., Monediere T., Roziere F., Thevenot M. (2020) Compact isoflux X-band payload telemetry antenna with simultaneous dual circular polarization for LEO satellite applications. *IEEE Antennas Wirel. Propag. Lett.*, 2020, 19, pp. 1679-1683.

Reference

1. Rybkov A.V., Burmakin V.V. (2021) [Analysis of satellite communication problems on mobile objects]. *Actual problems of aviation and cosmonautics*, vol. 2, pp. 47-49 (in Russ.).

2. Gladyshev A.B., Dmitriev D.D., Ratushnyak V.N., Gritsan O.B. (2021) [Investigation of directional characteristics of the antenna of the Earth station of satellite communications by the method of spectral scanning]. *Journal of SibFU. Engineering and technology*, no. 7, pp. 830-838 (in Russ.).

3. Pantenkov D.G., Gusakov N.V., Lomakin A.A. (2022) [A methodological approach to radio control of satellite communications signals with an assessment of the required energy characteristics of receiving stations]. *News of universities. Electronics*, no. 3, pp. 382-383 (in Russ.).

4. Taigin V.B., Lopatin A.V. (2019) [Development of a mirror antenna of a spacecraft with an ultralight high-precision dimensionally stable reflector]. *Space applications and Technologies*, no. 3 (29), pp. 121-131 (in Russ.).

5. Liu F., Su M., Li J., Li Y., Chen M. (2020) Research on Satellite Communication System for Interference Avoidance. In: Yu Q. (eds) *Space Information Networks. SINC 2019. Communications in Computer and Information Science*, vol. 1169. Springer, Singapore.

6. Titovets P.A. (2020) Technique for increasing the antenna gain-to-noise-temperature of satellite communications Earth stations with axisymmetric reflectors // *T-Comm*, 2020, no. 2, pp. 45-51.

7. Volkhonskaya E.V., Korotey E.V., Skridlevsky A.V. (2020) [Optimization of the design of a Gregory two-mirror antenna with a logoperiodic Ku-band irradiator to improve the quality of solving satellite communication problems]. *Radiotekhnika*, no. 2, pp. 5-13 (in Russ.).

8. Ballandovich S.V., Liubina L.M., Sugak M.I. (2020) Non-planar full-metal slot reflectarray antenna // 23rd Intern. Microwave and Radar Conf., Warsaw, Poland, 5-8 Oct. 2020. Piscataway: IEEE, 2020, pp. 338-341.

9. Gladyshev A.B., Dmitriev D.D., Ratushnyak V.N., Zhgun A.V., Gritsan O.B. (2020) [Stand for measuring directional characteristics of antennas of satellite communication systems]. *Space apparatuses and technologies*, no. 4 (34), pp. 201-208 (in Russ.).

10. Golovin V.V., Tyschuk Yu.N., Afonin I.L., Polyakov A.L., Slezkin G.V. (2022) [Two-polarization lattices of broadband printed emitters for applications of X and Ku bands]. *RENSIT*, no. 1, pp. 3-10 (in Russ.).

11. Antipov S.A., Kostrova V.N., Nikolaev P.V., Pasternak Yu.G., Razinkin K.A., Chu-guevsky V.I. (2020) [Modeling of a linear antenna array for satellite communications of modern telecommunication systems]. *Bulletin of the VSTU*, no. 4, pp. 64-69 (in Russ.).

12. Volkhonskaya E.V., Korotey E.V., Vlasova K.V. (2020) [Model studies of directional properties of a single-mirror antenna with a dual-band logoperiodic irradiator in a MATHCAD environment]. *Bulletin of the Baltic Federal University named after I. Kant. Series: Physical, mathematical and technical sciences*, no. 4, pp. 88-95 (in Russ.).

13. Pasternak Yu.G., Pendyurin V.A., Safonov K.S. (2020) [A mathematical model of the radiating aperture of headlights consisting of segmental-parabolic antennas]. *Vestnik VGTU*, no. 6, pp. 69-78 (in Russ.).

14. Stankovsky A.V., Polenga S.V., Strigova E.A., Salomatov Yu.P. (2023) [Antenna systems with wide-angle mechanoelectric scanning]. *News of Russian universities. Radio electronics*, no. 5, pp. 50-62 (in Russ.).

15. Zhiron V.A., Orlov A.E., Smirnov A.A. (2019) [Efficiency of using frequency and energy resources in promising high-speed satellite communication systems]. *Telecommunications*, no. 1, pp. 42-51 (in Russ.).

16. Cheng S., Gao Y., Cao J., Guo Y., Du Y., Hu S. (2020) Application of Neural Network in Performance Evaluation of Satellite Communication System: Review and Prospect. In: Liang Q., Wang W., Mu J., Liu X., Na Z., Chen B. (eds) *Artificial Intelligence in China. Lecture Notes in Electrical Engineering*, vol. 572. Springer, Singapore.

17. Kuvalkin E.S., Zakharov A.I., Petz A.V. (2019) [Evaluation of radio signal attenuation for the construction of the Earth-Space communication route]. *Bulletin of the Baltic Federal University named after I. Kant. Series: Physical, mathematical and technical sciences*, no. 3, pp. 99-109 (in Russ.).

18. Polenga S.V., Erokhin A.A., Ryazantsev R.O., Polygina A.D., Krylov R.M., Litinskaya E.A., Gafarov E.R., Alexandrin A.M., Salomatov Yu.P., Danilov I.Yu. (2022) [Two-band reflective antenna array of Ka/Q frequency bands]. *Izvestiya vuzov Rossii. Radioelectronics*, no. 5, pp. 18-31 (in Russ.).

19. Martinez-de-Rioja E., Encinar J.A., Pino A., Gonzalez-Valdes B. (2019) Design of Bifocal Dual Reflectarray Antennas in Ka-Band to Generate a Multi-Spot Coverage from Geostationary Satellites. 13-th European Conf. on Antennas and Propagation, Krakow, Poland,

31 March 2019 - 5 April 2019. Piscataway, IEEE, 2019, pp. 1-5.

20. Polenga S.V., Erokhin A.A., Krylov R.M., Stankovsky A.V., Litinskaya E.A., Hudonogova A.D., Danilov I.Y., Salomatov Yu.P. (2019) A Ka-Band Shaped-Beam Circularly Polarized Reflectarray Antenna. Radiation and Scattering of Electromagnetic Waves, Divnomorskoe, Russia, 24-28 June 2019. Piscataway, IEEE, 2019, pp. 281-284.

21. Kang E., Yang J., Park Y., Kim J., Shin W., Park Y.B., Choo H. (2023) Analysis of a low-earth orbit satellite downlink considering antenna radiation patterns and space environment in interference situations. Remote Sens., 2023, 15, 1748. <https://doi.org/10.3390/rs15071748>

22. Jinyuan Liu, Lixun Li, Yong Zuo, Huaming Chen, Shaojie Ni. Analysis of performance degradation

introduced by radome for high-precision GNSS antenna. <https://doi.org/10.1155/2019/1529656>

23. Akan V. (2021) Choke ring horn antenna design for satellite payload data transmitters. Microw. Opt. Technol. Lett., 2021, 63, pp. 1913-1919.

24. Xu W., Li P., Qiu Y. (2019) Electromagnetic performance analysis of inhomogeneous airborne radomes for circular polarization applications. IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, vol. 18, no. 1, 2019, pp. 74-78.

25. Arnaud E., Dugenet J., Elis K., Girardot A., Guihard D., Menudier C., Monediere T., Roziere F., Thevenot M. (2020) Compact isoflux X-band payload telemetry antenna with simultaneous dual circular polarization for LEO satellite applications. IEEE Antennas Wirel. Propag. Lett., vol. 19, pp. 1679-1683.

Theoretical Substantiation of Methods for Reducing the Near-Side Radiation of Antennas for an Earth Satellite Communication Station

S.V. Zinkin, PhD in Engineering, Associate Professor, Penza State University, Penza, Russia

Within the framework of this article, various methods of reducing the lateral radiation of the antenna are considered, which mainly relate to the angular directions directly adjacent to the direction of the main radiation of the antenna for an earth satellite communication station. The relevance of this issue is beyond doubt, since it is the behavior of the antenna's diagrammatic orientation in this area that most significantly determines the electromagnetic compatibility of various satellite communication systems.

The presence of axial shading leads to a significant increase in the near side lobes. The specified deformation of directional properties in a certain plane can be eliminated by using an additional radiator, the phase center of which in this plane coincides with the phase center of the antenna. Shadow radiation compensation is carried out only in a beam of regions close to the plane perpendicular to the straight line connecting the centers of the main and auxiliary antennas. The angular compensation area can be significantly expanded if the phase centers of the main and auxiliary antennas are combined. This rather trivial conclusion is still waiting for its non-trivial technical implementation.

Wide-angle compensation of lateral radiation is proposed to be carried out by two auxiliary antennas located parallel to the suppression plane. The best results can be obtained by optimizing the opening shape of the auxiliary radiators. Studies show that the optimal variant of the directional pattern occurs when the mentioned irradiators are made in the form of rectangles with a length of 0,295 and a height of 0,117 from the opening radius of the main antenna, and the distribution in the openings of the auxiliary antennas is cosine-shaped. In this case, it is possible to suppress the radiation level to -40 dB.

Keywords: reduction method, lateral radiation of antennas, satellite communication station.

Получено 09.04.2024

Образец цитирования

Зинкин С. В. Теоретические обоснования методов снижения ближнего бокового излучения антенн для земной станции спутниковой связи // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2024. Т. 27, № 2. С. 70–75. DOI: 10.22213/2413-1172-2024-2-70-75

For Citation

Zinkin S.V. (2024) [Theoretical Substantiation of Methods for Reducing the Near-Side Radiation of Antennas for an Earth Satellite Communication Station]. *Vestnik IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova*, 2024, vol. 27, no. 2, pp. 70-75 (in Russ.). DOI: 10.22213/2413-1172-2024-2-70-75