

УДК 621.39.93

СПУТНИКОВАЯ СИСТЕМА РАДИОСВЯЗИ ДЛЯ РЕСПУБЛИКИ КУБА

В.И. Каганов[@], д.т. н., профессор

Э.Р. Пеня, студент магистратуры (Республика Куба)

Московский технологический университет (МИРЭА), Москва, 119454 Россия

@Автор для переписки, e-mail: Kaganovwil@yandex.ru

Рассмотрены принципы построения спутниковой системы радиосвязи, позволяющей обеспечить передачу информации сети «Интернет» в любой район на территории Куба. Приведены результаты расчета линии радиосвязи: геостационарный спутник – наземный абонент, использующий для приема информации обычный смартфон. Рассчитаны параметры синфазной антенной решетки, размещаемой на спутнике.

Ключевые слова: геостационарный спутник, радиосвязь, антенная решетка.

SATELLITE RADIO SYSTEM FOR THE REPUBLIC OF CUBA

W.I. Kaganov[@],

E.P. Pena

Moscow Technological University (MIREA), Moscow, 119454 Russia

@Corresponding author e-mail: Kaganovwil@yandex.ru

Principles of satellite radio communications system for providing network information "Internet" in any part of the territory of Cuba are discussed. The results of calculation of radio link: a geostationary satellite – ground subscriber with conventional smartphone are discussed. Options phase array antenna placed on a satellite are calculated.

Keywords: geostationary satellite, radio, antenna array.

В республике Куба имеются районы, не охваченные сотовой радиосвязью и информационной системой «Интернет». Для полной информатизации всей страны необходимо построить определенное количество базовых радиостанций, что требует значительных финансовых затрат. В этой связи представляется целесообразным рассмотреть иной вариант решения данной проблемы с использованием одного спутника, выведенного на геостационарную орбиту.

Идея, положенная в основу данной работы, состоит в выведении на геостационарную орбиту, отстоящую от Земли на расстоянии в 36 тыс. км, одного спутника, который заменит большое количество недостающих наземных базовых радиостанций.

Рассмотрим более подробно предлагаемое техническое решение и определим параметры аппаратуры для ее реализации.

В целом структура системы включает: наземный центральный пункт управления с параболической антенной, направленной в сторону спутника, сам спутник с ретранслятором и тысячи абонентов со смартфонами (рис. 1).

Исходными данными для расчета проектируемой системы спутниковой радиосвязи являются:

- диаграмма направленности антенны спутника, которая должна обеспечить радиосвязь на всей территории острова длиной 1250 км и шириной до 210 км;
- уровень сигнала на всей территории острова площадью 11 000 кв. км, который должен превышать чувствительность радиоприемника смартфона (рис. 1).

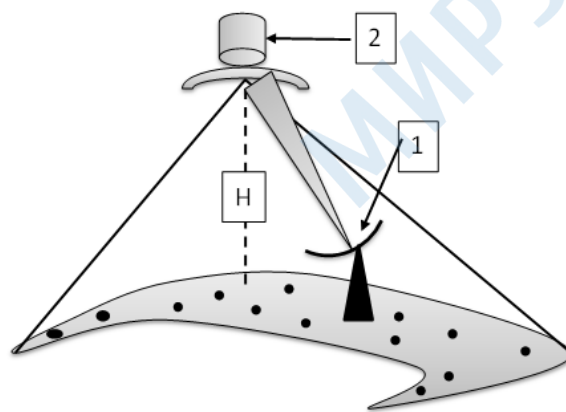


Рис. 1. Структура спутниковой системы: 1 – центральный пункт; 2 – геостационарный пункт; • – абоненты со смартфонами.

Исходя из первого требования, определим телесный угол диаграммы направленности (рис. 2, здесь же приведены обозначения):

$$\Theta^0 = 2 \operatorname{tg} \left(\frac{D}{2H} \right), \quad (1)$$

При $H = 36000$ км и $D = 1600$ км, согласно (1), получим приращение $\Delta\theta = 2.5^\circ$. Принимаем с запасом угол раскрыва антенны $\Delta\theta = 8.3^\circ$.

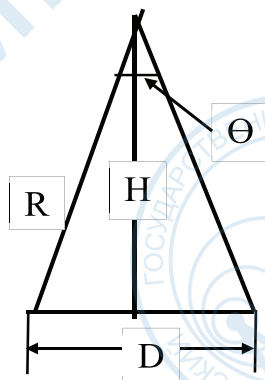


Рис. 2. Модель диаграммы направленности.

Спутниковая антенна может быть выполнена в виде фазированной антенной решетки (ФАР) с N излучателями в одной плоскости. Диаграмма направленности такой ФАР при $N = 12$, рассчитанная по формуле, приведенной в [1], представлена на рис. 3. Общее число излучателей ФАР при этом составит $N^2 = 144$.

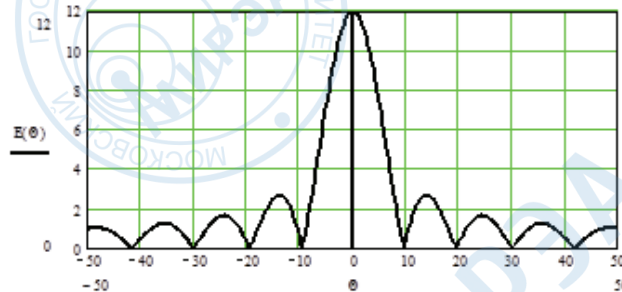


Рис. 3. Диаграмма направленности фазированной антенной решетки.

Согласно графику на рис. 3, данная ФАР по уровню 0.7 от максимального значения имеет требуемый угол раскрытия в одной плоскости $\Delta\theta = 8.3^\circ$, которому соответствует коэффициент усиления:

$$K_A = \frac{11000}{(\Delta\theta)^2} = 160. \quad (2)$$

Определим требуемую мощность радиопередатчика спутникового ретранслятора [1]

$$P_A = \frac{4\pi R^2 K_A P_{\text{пр}} S_{\text{пр}} B_{\text{ат}}}{\lambda^2}, \quad (3)$$

где $R = 36 \cdot 10^6$ км – расстояние спутник–Земля;

$K_A = 160$ – коэффициент усиления спутниковой антенны;

$P_{\text{пр}} = 2 \cdot 10^{-14}$ Вт – чувствительность радиоприемника смартфона в 1 мкВ;

$S_{\text{пр}} = 0.05$ м² – площадь приемной антенны;

$B_{\text{ат}} = 1.25$ – коэффициент, определяющий потери мощности сигнала в атмосфере в 1 дБ;

$\lambda = 0.15$ м – длина волны сигнала, соответствующая частоте 2 ГГц.

Подставив приведенные значения параметров в (3), получим для требуемой мощности спутникового ретранслятора $P_A = 50$ Вт.

При выбранной выше антенне в виде фазированной антенной решетки с $N^2 = 144$ излучателями, к каждому из них следует подвести сигнал мощностью в 1 Вт. СВЧ-усилители такой мощности можно изготовить на основе арсенидгаллиевых полевых транзисторов или транзисторов типа «нитрид галлия на кремнии» (GaN-on-Si) [2]. При этом суммарная мощность, излучаемая антенной решеткой, составит за вычетом потерь 124 Вт, что обеспечит устойчивый прием информации, передаваемой со спутника по всей территории республики Куба и даже за ее пределами на расстоянии в 1000 км.

Обратим внимание, что, согласно выбранному варианту построения системы, обеспечивается только односторонняя связь с центрального пункта управления через гео-

стационарный спутник всем индивидуальным и коллективным пользователям, имеющим смартфон (рис. 1). Для двусторонней связи абонент должен иметь небольшой терминал с антенной диаметром в 1 м и передатчиком мощностью в 10 Вт.

Литература:

1. Каганов В.И. Радиотехника: от истоков до наших дней. М.: Форум, 2015. 352 с.
2. www.alldatasheet.com. NPT1012 Datasheet - M/A-COM Technology Solutions, Inc.