

Красной рамкой выделено авторское сообщение с учетом начальной и конечной линий и количеством повторений авторского сообщения. Видно, что сообщение начинается с начальной линии, далее авторское сообщение «КОД», заканчивается сообщением конечной линией в соответствии с ключом (рис. 4). Линии, находящиеся справа и слева авторского сообщения, называются маскирующими, необходимы для усложнения анализа изображения и потенциального взлома ключа [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Щербакова, А. Н. Особенности формирования ключа для кодирования векторных изображений / А.Н. Щербакова, Д.М. Романенко // Технологическая независимость и конкурентоспособность Союзного государства, стран СНГ, ЕАЭС и ШОС : сборник статей VI Международной научно-технической конференции «Минские научные чтения – 2023», Минск, 06-08 декабря 2023 г. – Минск : БГТУ, 2023. – Т. 1. – С. 545–550.

2. Новосельская, О.А., Алгоритмы и программное средство для генерации защитных изображений печатных документов. / О.А. Новосельская, Н.А. Савчук, А.Н. Щербакова, Д.М. Романенко // Труды БГТУ. Сер. 3, Физико-математические науки и информатика. – 2022. – № 1 (254). – С. 64–72.

3. Щербакова А.Н., Романенко Д.М. Особенности генерации штриховых изображений по заданному ключу // Информационные технологии. Физика и математика : материалы 87-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов, Минск, 31 января-17 февраля 2023 г. / Белорусский государственный технологический университет. – Минск : БГТУ, 2023. – С. 119–122.

УДК 621.396.98

А.А. Дятко, доц., канд. техн. наук;
Т.П. Брусенцова, ст. преп. (БГТУ, г. Минск)

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИГНАЛА, ОТРАЖЁННОГО ОТ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

В настоящее время при разработке и модернизации радиолокационных систем важное место отводится детальному математическому моделированию их работы по имитированным отражённым сигналам от заданных типов объектов. При этом современная инженерная практика характеризуется устойчивым повышением роли математического

моделирования, постепенно вытесняющего прочие методы на всех этапах проектирования и исследования сложных радиолокационных систем. Однако полностью отказаться от использования натуральных и полунатурных методов не представляется возможным, поскольку только с их помощью можно обеспечить построение достоверных математических моделей, экспериментальное подтверждение и уточнение результатов математического моделирования.

В представленной работе рассматривается математическая модель радиолокационного сигнала, поступающего на вход радиоприёмного устройства БРЛС по главному лепестку диаграммы направленности антенны при отражении зондирующего сигнала от земной поверхности. Примем для земной поверхности диффузионную модель рассеяния падающих электромагнитных волн. Последнее означает, что мощность обратного вторичного излучения пропорциональна косинусу угла δ между нормалью к поверхности и направлением на источник излучения.

Будем рассматривать случай моделирования сигнала, отражённого от земной поверхности, когда ширина ДНА БРЛС в вертикальной плоскости такова, что участок поверхности, облучаемый антенной БРЛС, нельзя рассматривать как сосредоточенную цель и необходимо прибегнуть к модели сигнала, отражённого от распределенной цели.

Разделим ширину основного лепестка ДНА БРЛС в вертикальной плоскости на $K_A = 2N + 1$ ($N = 0, 1, \dots$) частей. В результате получим K_A парциальных диаграмм, где каждая диаграмма будет иметь ширину в горизонтальной плоскости $\Delta\theta_\beta^a$ и в вертикальной $\Delta\theta_\varepsilon = \Delta\theta_\varepsilon^a / K_A$.

Сигнал, поступающий на вход антенны по главному лепестку ДНА, будем рассматривать как сумму сигналов, принятых рассовмещёнными по угловым координатам примыкающими друг к другу парциальными диаграммами направленности:

$$s_{ml}(t) = \sum_{k=0}^{K_A-1} s_{ml}^k(t),$$

где

$$s_{ml}^k(t) = A_{ml}^k(t) e^{i(\omega_0 + \omega_{D,k}^{ml})t} = A_{ml}^k(t) e^{i\omega_{D,k}^{ml}t} e^{i\omega_0 t} = Z_{ml}^k(t) e^{i\omega_0 t};$$

$$A_{ml}^k(t) = A_{ml}^k(t - \tau_{ml}^k) = \begin{cases} 0, & \text{при } t < \tau_{ml}^k \\ A_{ml}^k(t - \tau_{ml}^k), & \text{при } t \geq \tau_{ml}^k \end{cases}; \tau_{ml}^k = \frac{2|\vec{R}_k^{fE}|}{c} = \frac{2R_{ml}^k}{c}$$

задержка распространения сигнала при его отражении от земной поверхности вдоль оси симметрии парциальной диаграммы; $R_{ml}^k = |\vec{R}_k^{fE}|$

– расстояние от антенны БРЛС до точки отражения луча на земной поверхности вдоль оси парциальной диаграммы;

$A_{ml}^k(t) = X_k^{ml}(t) + iY_k^{ml}(t)$ – комплексная амплитуда принимаемого сигнала, $X_k^{ml}(t)$ и $Y_k^{ml}(t)$ – квадратурные составляющие комплексной амплитуды, ω_0 – несущая частота; $\omega_{D,k}^{ml}$ – частота Доплера для сигнала, поступающего по k -ой парциальной диаграмме основного лепестка ДНА БРЛС;

$$Z_{ml}^k(t) = A_{ml}^k(t)e^{i\omega_{D,k}^{ml}t} = A_{ml}^k(t)z_k^{ml}(t), \text{ где } z_k^{ml}(t) = e^{i\omega_{D,k}^{ml}t}.$$

Таким образом

$$s_{ml}(t) = \sum_{k=0}^{K_A-1} Z_{ml}^k(t)e^{i\omega_0 t} = Z_{ml}(t)e^{i\omega_0 t},$$

где $Z_{ml}(t) = \sum_{k=0}^{K_A-1} Z_{ml}^k(t) = \sum_{k=0}^{K_A-1} A_{ml}^k(t)z_k^{ml}(t)$ – сигнал, подлежащий моделированию.

В соответствии рекомендациями [1] будем считать, что корреляционная функция квадратурных компонент $X_k^{ml}(t)$ и $Y_k^{ml}(t)$ огибающей сигнала, отражённого от земной поверхности, имеет экспоненциально-параболическую форму

$$R(\tau) = D_n(1 + \alpha_n|\tau|)e^{-\alpha_n|\tau|},$$

где $D_n = (1/2)\sigma_n^2$ – дисперсия квадратурной составляющей, $\sigma_n^2 = \overline{A_{ml}^k(t)^2}$ – дисперсия (мощность) процесса $A_{ml}^k(t)$, $\alpha_n = \frac{2}{\tau_n}$ –

время корреляции флуктуаций сигнала квадратурных составляющих комплексной амплитуды $A_{ml}^k(t)$, $X_k^{ml}(t)$ и $Y_k^{ml}(t)$.

Алгоритм формирования случайного процесса с экспоненциально-параболической корреляционной функцией флуктуаций вида $R(\tau)$ представлен в [2]. Согласно упомянутому источнику, для квадратурных компонент отражённого от поверхности земли сигнала, принимаемого по главному лепестку ДНА, получим:

$$\begin{cases} X_{i,k}^{ml} = a_{0,k}^{ml}\xi_{i,k}^x + a_{1,k}^{ml}\xi_{i-1,k}^x + b_{1,k}^{ml}X_{i-1,k}^{ml} + b_{2,k}^{ml}X_{i-2,k}^{ml} \\ Y_{i,k}^{ml} = a_{0,k}^{ml}\xi_{i,k}^y + a_{1,k}^{ml}\xi_{i-1,k}^y + b_{1,k}^{ml}Y_{i-1,k}^{ml} + b_{2,k}^{ml}Y_{i-2,k}^{ml} \end{cases},$$

где $X_{i,k}^{ml}$ и $Y_{i,k}^{ml}$ – временные отсчёты требуемого процесса в дискретные моменты времени i ($i=0,1,2,\dots$) для $k=0,1,\dots,K_A-1$; $\xi_{i,k}^x$ и $\xi_{i,k}^y$ – независимые нормально-распределенные случайные числа с еди-

ничной дисперсией и равным нулю математическим ожиданием, т.е. $\xi_{i,k}^x \in N(0,1)$ и $\xi_{i,k}^y \in N(0,1)$ (символ N означает нормальное распределение).

Методика расчёта коэффициентов $a_{0,k}^{ml}$, $a_{1,k}^{ml}$, $b_{1,k}^{ml}$ и $b_{2,k}^{ml}$ описана в [2].

Мощность сигнала, принятого парциальной ДНА БРЛС с номером k определяется выражением

$$P_{ml,k}^A = 2P_{ml}^1 \frac{(\sin \delta_k)(\sin \Delta\theta_\varepsilon)}{[2\cos^2 \delta_k + \cos \Delta\theta_\varepsilon - 1]^2} \cos^7 \delta_k,$$

где

$$P_{ml}^1 = \frac{P_0}{32\pi^3 K_A (H^f)^2} G_T G_R \lambda_0^2 \alpha_S^{ml} \Delta\theta_\beta^a;$$

P_0 – мощность передающего устройства РЛС; $G_T = \frac{40000}{\Delta\theta_{\beta d}^a \Delta\theta_{\varepsilon d}^a}$ – коэф-

фициент усиления антенны РЛС на передачу; $\Delta\theta_{\beta d}^a$ и $\Delta\theta_{\varepsilon d}^a$ – ширина ДНА БРЛС соответственно по азимуту ($\Delta\theta_\beta^a$) и углу места ($\Delta\theta_\varepsilon^a$) в градусах; $\delta > 0$ – угол между нормалью к земной поверхности и

направлением на центр антенны БРЛС; $G_R = \frac{40000}{\Delta\theta_{\beta d}^a \Delta\theta_{bd}^a}$ – коэффициент

усиления антенны БРЛС на приём; α_S^{ml} – средняя эффективная площадь рассеивания (ЭПР) фрагмента земной поверхности; H^f – высота полёта носителя БРЛС; λ_0 – длина волны, соответствующая несущей частоте излучения передающего устройства БРЛС; $\delta_k = \frac{\pi}{2} + \varepsilon_k^a$;

ε_k^a – угол между вектором нормали к земной поверхности и направлением на центр k -ой парциальной диаграммы.

Частоты Доплера для сигналов, принимаемых парциальными диаграммами направленности, вычисляются как

$$\omega_{D,k}^{ml} = \frac{2f_0}{c} \vec{e}_k^a \cdot \vec{V}^f \quad \text{для всех } k = 0, 1, \dots, K_A - 1.$$

Здесь \vec{e}_k^a – единичный вектор, направленный от центра антенны к земной поверхности вдоль си симметрии k -ой парциальной диаграммы; \vec{V}^f – вектор скорости носителя БРЛС; (\cdot) – символ скалярного произведения.

Таким образом, получены алгоритмы формирования отражённого от земной поверхности сигнала, поступающего на вход радиоприёмного устройства бортовой РЛС по главному лепестку диаграммы

направленности антенны. Земная поверхность рассматривается как распределенная цель, которая разбивается на элементарные участки. Отраженный сигнал формируется как сумма сигналов, отраженных от элементарных фрагментов поверхности, с учётом их ориентации относительно антенны БРЛС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Охрименко А.Е. Основы радиолокации и РЭБ. Часть 1. Основы радиолокации / А.Е. Охрименко. – М.: Воениздат, 1983.

2. Быков В.В. Цифровое моделирование в статистической радиотехнике / В.В. Быков – М.: Сов. радио, 1971.

УДК 004.9:535.672.73

О.А. Новосельская, доц., канд. техн. наук;
Н.А. Савчук, маг. техн. наук, ассист.;
Т.В. Кишкурно, ст. преп.
(БГТУ, г. Минск)

СВЯЗЬ ПРИНЦИПОВ УПРАВЛЕНИЯ ЦВЕТОМ С ЦВЕТОВОСПРИЯТИЕМ

Раньше дизайнеры и разработчики могли работать, не имея специальных знаний об управлении цветом. Но с распространением дисплеев с широким цветовым охватом при воспроизведении цвета становится сложнее предвидеть результат, что требует изменения подходов в управлении цветом. Например, на экране MacBook Pro и iMac в приложениях цвета выглядят перенасыщенными. Также мы замечаем разницу при просмотре цветов на телефоне и обычном мониторе. Все дело в разнице цветовых пространств и глубине цвета. В большинстве современных экранов телефонов используется цветовое пространство DCI-P3. Если сравнивать его со стандартным для экранов пространством sRGB, то можно понять, что первое пространство является более насыщенным в телесных и зеленых оттенках. Это сделано производителями в целях расширения охвата наиболее востребованных цветов, ведь большинство пользователей на телефон снимает либо людей, либо природу. В результате получается некоторое расхождение в цветах, и пользователь предпочитает просмотр фотографий именно на телефоне, или покупает более новый и дорогой монитор, не задумываясь, что проблема кроется не в старой технике, а в управлении цветом.

При работе с интернет-страницами и приложениями для iOS и Android, важно понимать цветовое пространство, в котором находится