

МСАЛЛАМ Е. П.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДАЛЬНОМЕРНОГО ПРОФИЛЯ ПАССИВНОЙ ПОМЕХИ ПРИ НАЛИЧИИ ПРОТЯЖЕННОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ЦЕЛИ

На основе цифровой модели радиолокационных отражений от протяженного объекта, движущегося на морской поверхности, решена задача восстановления регулярного дальномерного профиля пассивной помехи, создаваемой взволнованной морской поверхностью. Полученные результаты могут быть использованы для улучшения точностных характеристик судовых и береговых радиолокационных станций.

На современном этапе разработки морских радиолокационных средств обнаружения и определения местоположения протяженных объектов, а именно морских судов, размеры которых составляют по длине около двухсот метров, по ширине и высоте борта — несколько десятков метров, движущихся на подстилающей морской поверхности, возникает задача подавления помеховых отражений, именуемых пассивными помехами. Сложность решения задачи связана с тем, что помимо отражений от подстилающей морской поверхности, возникают помеховые отражения типа объект — поверхность. Помеховые отражения данного вида увеличивают истинные размеры радиолокационного изображения наблюдаемого полезного объекта, как по азимуту, так и по дальности. При этом имеют место сильные амплитудные флуктуации принимаемого сигнала по обеим координатам. Кроме того, радиолокационные отражения от протяженного объекта также очень сильно флуктуируют по мощности (амплитуде или интенсивности).

При решении задачи обнаружения и определения местоположения морских судов, описанная выше сложная помеховая обстановка является определяющей.

Одним из возможных вариантов эффективного улучшения радиолокационной наблюдаемости полезных морских объектов в условиях действия совокупности таких помех, является восстановление регулярного дальномерного профиля помехи по данным аналогово-цифрового преобразования полного радиолокационного сигнала (огibaющей на выходе видео усилителя РЛС). При

этом необходимо осуществить подавление полезного сигнала, который, по сути, представляет в постановке задачи восстановления регулярного дальномерного профиля аномальный выброс, который необходимо сгладить, а затем осуществить его восстановление методом вычитания дальномерного профиля пассивной помехи из полного радиолокационного сигнала.

Цель работы состоит в исследовании возможности восстановления регулярной компоненты пассивной помехи известными аналитическими методами и алгоритмами сглаживания, с использованием математического моделирования на ЭВМ.

Тестовая сигнальная модель представляет собой суперпозицию радиолокационных отражений от протяженной цели и подстилающей морской поверхности на выходе аналогово-цифрового преобразователя (АЦП). Основываясь на результатах эвристического синтеза цифровой одномерной модели радиолокационных отражений от морской поверхности, приведем основные аналитические соотношения, используемые в дальнейшем для моделирования на ЭВМ.

Для упрощения решения поставленной задачи сделаем ряд физически приемлемых ограничений. В частности полагаем азимутальное направление фиксированным ($\theta = \text{const}$), продольная ось объекта параллельна линии визирования РЛС при $\theta = \text{const}$ и совмещена с ней, геометрическая длина объекта L много больше геометрической длины $l_{\text{н}} = c\tau_{\text{н}} / 2$ зондирующего сигнала (c — скорость света, $\tau_{\text{н}}$ — длительность зондирующего импульса), максимальная дальность зондирования $D \gg L$ и объект находится за пределами «мертвой зоны» R_1 функционирования РЛС.

При принятых выше упрощениях с учетом радиофизической сущности полной дальномерной структуры наблюдаемого на выходе АЦП радиолокационного сигнала (его цифровых отсчетов) можно выделить четыре группы цифровых отсчетов, характеризующих полный радиолокационный сигнал. При этом цифровая модель данного сигнала, содержащая всю совокупность цифровых отсчетов на выходе АЦП может быть записана в аналитической форме следующим образом:

$$\{I(k\Delta D)\}_{\theta=\text{const}} = A_c \left\{ \sum_{k=1}^{N_1} \Psi_{1,k} \xi_{1,k} + \sum_{k_2=N_1}^{N_2} \Psi_{2,k} \xi_{2,k} + \sum_{k=N_2}^{N_3} \Psi_{3,k} \xi_{3,k} + \sum_{k=N_3}^{N_4} \Psi_{4,k} \xi_{4,k} \right\}. \quad (1)$$

Здесь A_c — постоянная величина, учитывающая технические характеристики конкретной РЛС (судовой или береговой), $\Psi_{1,k} = \sigma_{\text{уд. м. S}_{\text{млк}}} / R_{1,k}^4$ — функция, описывающая регулярный дальномерный профиль подстилающей морской поверхности в области, предшествующей появлению радиолокационных отражений от протяженной цели; $\xi_{1,k} = (\sigma_{\text{уд. м}} - \Delta\sigma_{\text{уд. м. k}}) / \sigma_{\text{уд. м}}$ — флуктуи-