

Г.В.Абрамов, М.Г.Дружинина, И.В.Вейнер

УМЕНЬШЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ РАССЕЯНИЯ (ЭПР) ПРЕПЯТСТВИЯ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ МЕТОДОМ ГИДРОАКУСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В настоящей работе сделана попытка наметить пути повышения точности измерения ЭПР препятствия сложной формы методом гидроакустического моделирования. Величина одной из частных погрешностей измерения ЭПР этим методом определяется соотношением уровней полезного и помехового сигналов в соответствии с выражением

$$\sigma_{\sigma} = \left(\frac{U_{\text{шум}}}{U_{\text{сигн}}} \right)^2 \cdot 100\% .$$

На рис. I представлена экспериментально снятая зависимость напряжения фона на выходе приемного тракта гидроакустического комплекса от нормированной мощности излучения. Анализируя кривую, изображен-

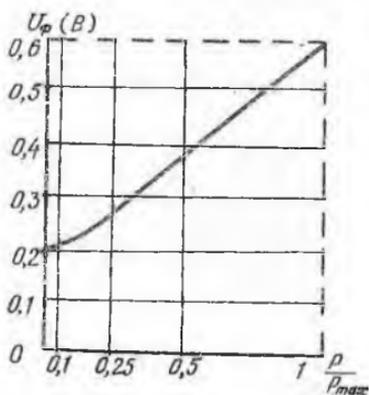


Рис. I

ную на рис. I, можно сделать вывод о том, что при уменьшении мощности излучения в измерительном комплексе величина этой частной погрешности уменьшается. Однако при некоторых ракурсах модели в силу того, что динамический диапазон измерения ЭПР очень велик, часть отраженных сигналов затухнет, не достигнув приемника ультразвука. Известно, что для препятствий, имеющих сложную конфигурацию, при отношении характерного размера к длине облучаемой волны, равном сотням и тысячам, имеет смысл в процессе экспериментальных исследований определять не дифференциальные, а устойчивые статистические характеристики. Это обстоятельство дает основание думать, что так как при снижении мощности выпадают из рассмотрения низкие уровни сигнала, т.е. малые значения ЭПР, то погрешность измерения от этого существенно не увеличится.

Поскольку уменьшение фона, обусловленного излучением в замкнутой водный объем, при уменьшении излучаемой мощности ведет к повышению точности, а отсутствие регистрации слабых сигналов при этом понижает точность, то для каждого измерительного гидроакустического комплекса при данной частоте повторения должен существовать некоторый оптимальный уровень излучаемой мощности, при котором эта частная погрешность измерения, обусловленная шумовым фоном, будет минимальной.

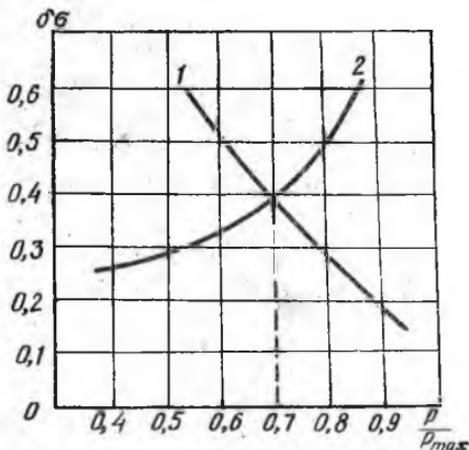
Используя формулы, полученные в работе [1], были рассчитаны зависимости указанных двух погрешностей, приведенные на рис. 2.

Из рассмотрения графиков, приведенных на рис. 2, следует, что оптимальное значение мощности (оптимальное в смысле минимума погрешности измерения ЭПР, определяемой шумами бассейна) примерно на 20% ниже максимального уровня, при котором в регистрирующем устройстве регистрируются данные о всех дифференциальных значениях ЭПР, больших или равных σ_{min} , где σ_{min} — чувствительность измерительного комплекса по ЭПР.

Рассматривался путь уменьшения погрешности измерения ЭПР

методом гидроакустического моделирования за счет выбора оптимального уровня мощности излучения измерительного комплекса. Далее рассмотрим уменьшение погрешности измерения ЭПР за счет аппроксимации экспериментально снятой амплитудной характеристики приемного тракта гидроакустического измерительного комплекса некоторым аналитическим выражением и затем, пользуясь дифференциальным методом оценки погрешности аналитических выражений, получим количественные характеристики этой погрешности.

В работе [1] показано, что при σ исследуемых препятствий в полноразмерной системе, больших 15–20 м², суммарная относительная погрешность измерения ЭПР методом гидроакустического моделирования равна 1,1 дБ. При этом предполагалось, что составляющая погрешности, вно-



Р и с . 2

симой за счет нелинейности амплитудной характеристики приемного тракта, может быть определена по формуле

$$\delta\sigma_{\kappa n} = \frac{4\Delta\kappa_n}{\kappa_n}, \quad (1)$$

где κ_n - коэффициент передачи приемного тракта.

Это - нелинейная функция от давления на входе преобразователя. За $\Delta\kappa_n$ принимаем приращение κ_n , соответствующее изменению $U_{\delta x}$. Наибольшее значение погрешность имеет в начале и в конце амплитудной характеристики. Объясняется это тем, что на начальном и конечном участках амплитудная характеристика приемного тракта имеет значительные нелинейности, а на среднем участке она в большей степени приближается к линейной.

Практически уменьшение этой погрешности осуществляется путем калибровки приемного тракта с применением ряда эталонных целей, $\sigma_{эт}$ которых выбрана таким образом, чтобы с примерно равными интервалами перекрыть весь динамический диапазон приемного тракта. Это справедливо, поскольку неизвестно аналитическое выражение для амплитудной характеристики приемного тракта, однако, при таком определении погрешность измерения ЭИР получается существенно завышенной по отношению к ее действительному значению.

В данной работе экспериментально снятая амплитудная характеристика приемного тракта аппроксимировалась степенным полиномом. Вычисление степени и коэффициентов степенного полинома производилось на ЭВМ "М-222". Получено аппроксимирующее выражение в виде полинома 3-й степени. Поскольку найдено аналитическое выражение для амплитудной характеристики приемного тракта, то погрешность, вызываемая нелинейностью амплитудной характеристики, может быть определена дифференциальным методом в соответствии с выражением

$$\delta\sigma_{\kappa n} = \frac{\kappa'(U_{\delta x})}{\kappa(U_{\delta x})} dU_{\delta x}, \quad (2)$$

где

$$\kappa = \frac{U_{\delta \text{ИЭ}}}{U_{\delta x}}; \quad \kappa'(U_{\delta x}) = \frac{U_{\delta \text{ИЭ}} U_{\delta x} - U'_{\delta x} U_{\delta \text{ИЭ}}}{U_{\delta x}^2}.$$

Такой подход к нахождению величины погрешности позволил снизить погрешность, обусловленную нелинейностью амплитудной характеристики приемного тракта, в 20-40 раз. Таким образом, тщательный учет характеристик конкретного измерительного гидроакустического комплекса позволяет существенно уменьшить погрешность измерения ЭИР.

1. А б р а м о в Г.В. "Основы гидроакустического моделирования". Изд-во Саратовского университета, 1976.

2. В е н т ц е л ь Е.С. "Теория вероятности". М., "Наука", 1969.

УДК 681.3.08

В.А.Глазунов, Ю.В.Федоров

ВЫБОР ТИПА ЭВМ В СИСТЕМЕ СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ КАК ОПТИМИЗАЦИОННАЯ ЗАДАЧА

Комплекс технических средств информационно-измерительных систем (ИИС) включает в себя первичные преобразователи информации и средства передачи и обработки (средства вычислительной техники - ЭВМ). Вопрос о выборе типа ЭВМ в литературе начал освещаться недавно, что связано с резким увеличением видов выпускаемой промышленностью вычислительной техники. Известные постановки задачи выбора ЭВМ не выходят за рамки словесной формулировки или в лучшем случае сводятся к сопоставлению технических параметров ЭВМ. Приближенные же способы (например, по типовым работам, по оценке конкретных программ решения задач, на основе моделирования работы ЭВМ [1]) не учитывают влияния характеристик входной информации с первичных преобразователей на качество системы в целом.

Так как основным показателем качества функционирования ИИС является достоверность информации, то выбор ЭВМ должен осуществляться совместно с первичными преобразователями по критерию точности измерения, вычисления и преобразования [2], [3]. Поэтому задача выбора ЭВМ в ИИС может быть сформулирована следующим образом: при выбранных численных методах реализации алгоритмов и заданном допустимом значении результирующей погрешности рассчитать разрядную сетку ЭВМ и значения погрешностей измерения исходной информации при минимальных затратах на изготовление ЭВМ и первичных преобразователей.

Покажем, что сформулированная задача сводится к нахождению экстремума многомерной функции при заданных ограничениях.

Результирующая погрешность на выходе ЭВМ \mathcal{E} при независимых составляющих складывается из трансформированной \mathcal{E}_{mp} , методической \mathcal{E}_m и инструментальной \mathcal{E}_u ошибок:

$$\mathcal{E} = \mathcal{F}(\mathcal{E}_{mp}, \mathcal{E}_m, \mathcal{E}_u). \quad (1)$$