

4. Сформировать такой сигнал накачки, чтобы сигнал ВРЧ начал распространяться с полученными задержками.

5. Тогда сигнал ВРЧ максимально сожмется в заданной точке L, а его компоненты придут в эту точку одновременно.

Итак, зная закон дисперсии в волноводе, можно сформировать сигнал определенной формы, такой, чтобы в некоторой точке волновода L сигнал ВРЧ максимально сжался.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Воронин В.А., Куценко Т.Н., Тарасов С.П.* Исследование эффективности генерации волн различной частоты при использовании многокомпонентного сигнала накачки // Известия ТРТУ. Спец. вып.: Матер. XLV науч.-техн. и науч.-метод. конф. профессорско-преподавательского состава, аспирантов и сотрудников ТРТУ. – Таганрог. – 2000. – №1(15). – С.103.
2. *Воронин В.А., Ишутко А.Г., Куценко Т.Н.* К вопросу лоцирования природных слоев в грунте при использовании многокомпонентного сигнала накачки в параметрической антенне // Известия ТРТУ. Тематический выпуск «Нелинейные акустические системы «НЕЛАКС-2003»: Матер. науч.-техн. конф. Таганрог. – 2003. – №6(35). – С. 158.
3. *Пивнев П.П.* Исследование взаимодействия многокомпонентного сигнала в средах с дисперсией // Сборник трудов XVIII сессии Российского акустического общества. – Т.1. – М. – 2006. – С. 127.
4. *Новиков Б.К., Тимошенко В.И.* Параметрические антенны в гидролокации. – Л.: Судостроение, 1989. – 256 с.
5. *Исакович М.А.* Общая акустика. – М.: Наука, 1973, – 496 с.

УДК 534.222

Н.Н. Свинобаев

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ АНТЕНН ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ ПОЛИСТАТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Применение полистатических методов локации позволяет повысить помехоустойчивость акустических средств при воздействии локальной помехи. Локальная помеха не может одинаково снижать отношение сигнал/помеха на всех разнесенных в пространстве приемных антеннах, и при рассмотрении всей полистатической системы в целом эффективность локальной помехи оказывается меньше, чем при ее воздействии на моностатическую систему.

Модель системы полистатической локации с использованием излучающих параметрических антенн будет отличаться способом обзора пространства, при котором необходимо производить сканирование узкой характеристики направленности в определенном секторе, с необходимостью учета взаимодействия волн не только при распространении, но и при отражении от объектов и границ, а также особенностями формирования реверберационных помех.

Однако при полистатическом режиме сигнал, рассеянный объектом, может маскироваться прямым излучением, причем вероятность маскировки больше при широкой направленности в излучении.

В этом направлении определенных преимуществ можно добиться, если в качестве излучающих антенн используются параметрические антенны, принцип действия которых

основан на нелинейном взаимодействии акустических волн накачки [1]. Модель системы бистатической локации с использованием излучающей параметрической антенны будет отличаться способом обзора, при котором необходимо производить сканирование узкой характеристикой направленности в определенном секторе.

Дальность обнаружения при бистатической локации с учетом шумовой и реверберационной помехи находится из уравнения гидролокации [2, 3]

$$P_c = \delta \sqrt{P_{ш}^2 + P_{op}^2} \tag{1}$$

Запишем выражение, описывающее звуковое давление эхо-сигнала разностной частоты в точке приема:

$$P_c = \frac{P(r_1) \cdot R_s \cdot R(\theta, \varphi) \cdot l_d}{2r_2} \cdot 10^{-0,05\beta r_2} \tag{2}$$

где $R(\theta, \varphi)$ – индикатриса рассеяния объекта; R_s – эквивалентный радиус цели; β – коэффициент затухания волны разностной частоты; r_1 – расстояние от излучателя до объекта; r_2 – расстояние от объекта до приемника.

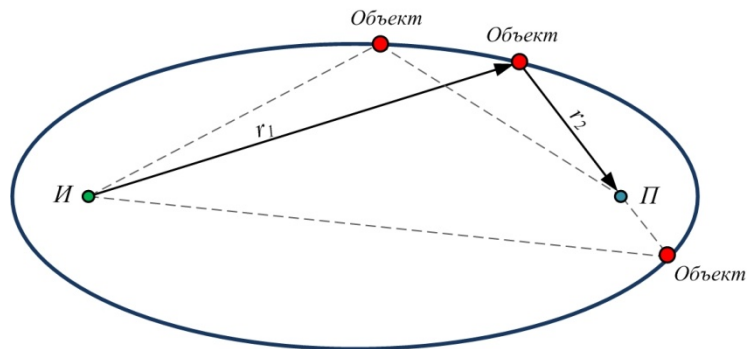


Рис. 1. Зона обзора при полистатической гидролокации

С учетом того, что рабочей является разностная частота, уровень давления шумовой помехи можно определить по формуле [2]

$$P_{ш.п.} = \frac{P_{но} \cdot 10^3}{F \cdot \sqrt{\tau \gamma_{пр}}} \tag{3}$$

где f – рабочая частота; Δf – полоса пропускания приемно-усилительного тракта; $\gamma_{пр}$ – коэффициент концентрации приемной антенны; $P_{но}$ – эффективное значение акустического давления при стандартных условиях: $f=1$ кГц; $\Delta f=1$ Гц; $\gamma_{пр}=1$.

Полученная формула для определения объемной реверберации звукового давления в волне, создаваемой объемными рассеивателями, выглядит следующим образом:

$$P_{op} = P_-(r_1) \cdot l_d \sqrt{\frac{\alpha_{op} \eta_{op} \cdot \tau \cdot c}{\gamma_{изл} \cdot r_1 \cdot r_2}} \cdot 10^{-0,05\beta \cdot r_2} \tag{4}$$

Значения коэффициента объемной реверберации α_{op} лежат в пределах от 10^{-5} до 10^9 1/м.

Подставив полученные выражения в (1) и преобразовав их относительно δ , получим выражение, позволяющее оценить отношение сигнал-помеха для полистатической локации при заданных параметрах входящих в него величин с учетом шумовой помехи и объемной реверберации:

$$\delta = \frac{P_-(r_1) \cdot R_э \cdot B(\vec{r}) \cdot l_d \cdot 10^{-0,05\beta \cdot r_2}}{2r_2 \sqrt{\frac{P_{по}^2}{F^2 \cdot \tau \cdot \gamma_{пр}} + \frac{P_-(r_1) \cdot l_d^2 \cdot \alpha_{ор} \cdot \eta_{ор} \cdot \tau \cdot c}{\gamma_{изл} \cdot r_1 \cdot r_2} 10^{-0,1\beta \cdot r_2}}}, \quad (5)$$

где $B(\vec{r})$ – индикатриса рассеяния.

Анализ полученного выражения показывает, что в случае бистатической локации, при использовании в излучении параметрической антенны, отношение сигнал-помеха зависит от многих параметров, в том числе от звукового давления волн накачки, размеров и акустических свойств объекта, величины разностной частоты, расстояний от излучателя до цели, от цели до приемника, направленности излучающей и приемной антенн.

На рис. 2 – 5 приведены результаты численного исследования зависимости отношения сигнал-помеха от параметров, входящих в выражение (5), в присутствии шумовой помехи и объемной реверберации.

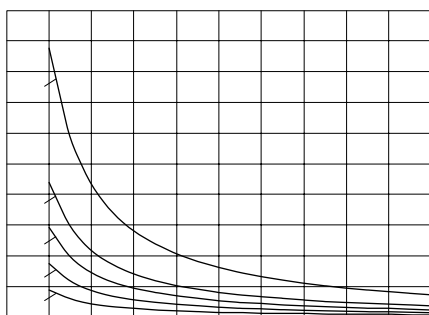


Рис. 2. Зависимость отношения сигнал-помеха от расстояния от объекта до приемника при различных уровнях шумовой помехи

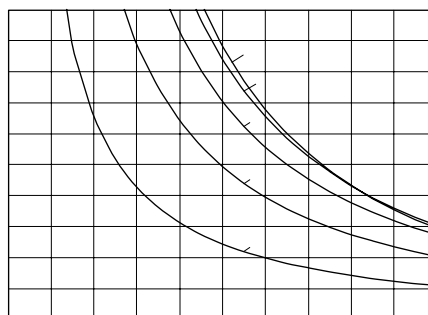


Рис. 3. Зависимость отношения сигнал-помеха от расстояния от объекта до приемника для различных разностных частот $f = 50$ кГц; $R_э = 1$ м

На рис. 2 приведена зависимость отношения сигнал-помеха от расстояния от объекта до приемника при различных уровнях шумовой помехи. Расчеты проводились при следующих исходных данных: $f = 50$ кГц; $F = 5$ кГц; $I = 4$ Вт/см²; $d_{изл} = d_{пр} = 30$ см; $R_э = 1$ м; $\alpha_{ор} = 10^{-5}$; $\tau = 1$ мс; $r_1 = 1000$ м. Кривая 1 – $\rho_p = 0,01$; 2 – 0,02; 3 – 0,03; 4 – 0,05; 5 – 0,1 Па. При увеличении уровня шумовой помехи в два раза отношение сигнал-помеха уменьшается в два раза.

На рис. 3 приведена зависимость отношения сигнал-помеха от расстояния от объекта до приемника для различных разностных частот. Кривая 1 посчитана для $F = 5$ кГц; 2 – 10 кГц; 3 – 15 кГц; 4 – 20 кГц; 5 – 25 кГц. Расчеты проводились для средней частоты накачки $f = 50$ кГц; длительности излучаемого импульса $\tau = 1$ мс; интенсивности излучаемого импульса $I = 2$ Вт/см²; радиуса эквивалентной сферы $R_э = 1$ м; уровня звукового давления шумовой помехи $P_{по} = 0,1$ Па; коэффициента объемного рассеяния $\alpha_{ор} = 10^{-5}$ 1/м; расстояния от излучателя до цели 1000 м.

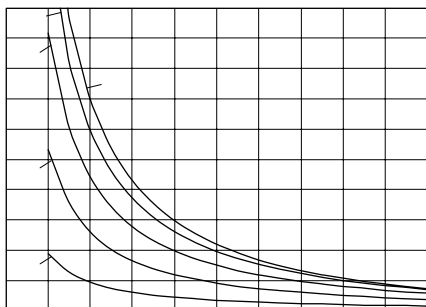


Рис. 4. Зависимость отношения сигнал-помеха от расстояния от объекта до приемника при различных разностных частотах $R_э=0,03$ м; $f_э=100$ кГц

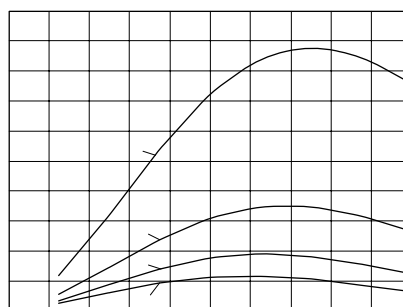


Рис. 5. Зависимость отношения сигнал-помеха от разностной частоты на различных расстояниях от объекта до приемника, $\alpha_{оп} = 10^{-5}$

На рис. 4 приведены результаты расчета отношения сигнал-помеха от расстояния от рассеивающего объекта до приемника при различных разностных частотах. Исходные данные брались такими же, как и в предыдущем случае, за исключением частоты накачки $f = 100$ кГц и радиуса эквивалентной сферы $R_э = 0,03$ м.

На рис. 5 приведены зависимости отношения сигнал-помеха от разностной частоты, посчитанные на различных расстояниях от рассеивающего объекта до приемника. Расчеты выполнены при следующих исходных данных: $f = 100$ кГц; $\tau = 1$ мс; $P_{по} = 0,1$ Па; $I = 2$ Вт/см²; $R_э = 0,03$ м; $\tau = 1$ мс; $r = 1000$ м; $\alpha_{оп} = 10^{-5}$. Кривая 1 посчитана для $r_2 = 250$ м; 2 – 500 м; 3 – 750 м; 4 – 1000 м. С увеличением расстояния от цели до приемника значение отношения сигнал-помеха падает.

Полученные результаты и численные оценки показывают, что применение параметрических антенн с целью увеличения помехоустойчивости полистатических технологий в гидролокации позволяет добиться качественно новых результатов подводного поиска.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воронин В.А., Тарасов С.П., Тимошенко В.И. Гидроакустические параметрические системы. – Ростов-на-Дону: Ростиздаф, 2004. 100 с. 200 300 400 500 600 700 800 900 $r_2, м$
2. Сташкевич, А.П. Акустика моря. – Л.: Судостроение, 1966. – 353 с.
3. Кобяков Ю.С., Кудрявцев Н.Н., Тимошенко В.И. Конструирование гидроакустической рыбопоисковой аппаратуры. – Л.: Судостроение, 1986. – 272 с.

УДК 534.222

Л.В. Губко

ЛИНЗОВАЯ ТВЕРДОТЕЛЬНАЯ АНТЕННА В ЖИДКОСТИ

Антенные решетки теоретически позволяют реализовать диаграммы направленности произвольной формы. Однако обеспечение одностороннего излучения, увеличение направленности, уменьшение уровня добавочных лепестков требуют дополнительных механических демпферов, усложнения конструкции антенны, а также электронной схемы приемно-излучающей системы.