

УДК 534.322

О ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ГИДРОАКУСТИЧЕСКОГО КОМБИНИРОВАННОГО ПРИЕМНИКА

© 2005 г. М. Д. Смартышев

Центральный научно-исследовательский институт "Морфизприбор"
197376 Санкт-Петербург, Чкаловский просп. 46

E-mail: mfp@mail.wplus.net

Поступило в редакцию 22.12.03 г.

Авторы статьи [1] исследуют коэффициент усиления (в отечественной литературе по акустике обычно называемый коэффициентом помехоустойчивости) комбинированного приемника, состоящего из трехкомпонентного приемника колебательной скорости и приемника звукового давления. В статье утверждается, что при мультипликативной обработке сигналов приемников давления и колебательной скорости коэффициент помехоустойчивости в изотропном поле помех стремится к бесконечности, а в реальном поле морских шумов достигает (15–30) дБ. Выводы эти представляются весьма сомнительными.

При аддитивном сложении с некоторыми вещественными коэффициентами a_x, a_y, a_z сигналов приемников колебательной скорости, ориентированных вдоль осей X, Y и Z , ненормированная характеристика направленности трехкомпонентного приемника колебательной скорости имеет вид:

$$R(\theta, \varphi) = a_x R_x(\theta, \varphi) + a_y R_y(\theta, \varphi) + a_z R_z(\theta) = \\ = a_x \sin \theta \cos \varphi + a_y \sin \theta \sin \varphi + a_z \cos \theta.$$

Не теряя общности, можно положить $a_x^2 + a_y^2 + a_z^2 = 1$ и тогда, как известно, выражение, стоящее в правой части, есть косинус угла θ' между двумя направлениями, одно из которых (текущее) определяется углами θ, φ , а другое имеет направляющие коэффициенты, равные a_x, a_y и a_z , т.е. определяется углами θ_0, φ_0 такими, что $\sin \theta_0 \cos \varphi_0 = a_x, \sin \theta_0 \sin \varphi_0 = a_y$ и $\cos \theta_0 = a_z$, откуда $\varphi_0 = \arctg(a_y/a_x), \theta_0 = \arcsin(a_z/a_x)^{0.5}$. Другими словами характеристика направленности трехкомпонентного приемника колебательной скорости описывается функцией $\cos \theta'$, а ее максимум расположен в направлении θ_0, φ_0 . В частном случае $a_x = a_y = a_z$ угол $\varphi_0 = 45^\circ, \theta_0 = 55^\circ$ и ось симметрии характеристики направленности составляет с осями X, Y, Z одинаковые углы, примерно равные 55° .

Таким образом, характеристика направленности трехкомпонентного приемника колебательной скорости отличается от характеристики направ-

ленности однокомпонентного приемника только ориентацией в пространстве. Поэтому и помехоустойчивость комбинированного приемника не зависит от того, из какого числа приемников колебательной скорости он состоит, если только направление максимума его характеристики направленности совпадает с направлением прихода сигнала. Коэффициент же помехоустойчивости комбинированного приемника, состоящего из одного приемника колебательной скорости и одного приемника давления, достаточно подробно исследован (и не только при мультипликативной обработке) в работах [2], [3], [4] и других. В них показано, что при работе как одиночных комбинированных приемников, так и состоящих из них антенн, и в изотропном и в анизотропном полях помех, в свободной среде и при наличии экранов, использование мультипликативной обработки сигналов по выходам каналов давления и колебательной скорости в подавляющем большинстве случаев приводит к уменьшению коэффициента помехоустойчивости. Так, одиночный мультипликативный комбинированный приемник, состоящий из приемников давления и колебательной скорости, в изотропном поле помех имеет коэффициент помехоустойчивости, равный 2.4 (а не бесконечности), как утверждается в работе [1], а при аддитивной схеме обработки сигналов этот коэффициент равен 3.

В своих исследованиях авторы статьи [1] исходят из того что характеристика направленности трехкомпонентного приемника колебательной скорости записывается в виде

$$R(\theta, \varphi) = R_x^2(\theta, \varphi) + R_y^2(\theta, \varphi) + R_z^2(\theta) = \\ = \sin^2 \theta \cos^2 \varphi + \sin^2 \theta \sin^2 \varphi + \cos^2 \theta = 1,$$

т.е. является ненаправленной.

Для того, чтобы получить такую характеристику, сигналы с выходов приемников колебательной скорости следует, по-видимому, перед суммированием подвергнуть какой-то обработке, например, квадратичному детектированию. Но в этом случае авторы статьи [1] не должны были

использовать для оценки помехоустойчивости формулу работы [2] (подробный вывод этой формулы приведен в статье [4]). Указанная формула определяет пороговое отношение на выходе мультипликативного обнаружителя только при перемножении нормальных случайных процессов с нулевыми средними значениями. Неправомерное применение ее в рассматриваемом случае и привело к выводу о бесконечно большой величине коэффициента помехоустойчивости комбинированного приемника в изотропном поле помех. Исходя из этой же формулы, авторы получили выражения, с помощью которых они обрабатывали экспериментальные данные.

В связи с изложенным, результатами работы [1] (как теоретическими, так и обработанными на их основе экспериментальными) нельзя пользоваться при оценке помехоустойчивости и эффек-

тивности режимов обнаружения гидроакустических систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Щуров В.А., Щуров А.В.* Помехоустойчивость гидроакустического комбинированного приемника // Акуст. журн. 2002. Т. 48. № 1. С. 110–119.
2. *Смарышев М.Д., Шендеров Е.Л.* Помехоустойчивость плоских антенн в анизотропном поле помех // Акуст. журн. 1985. Т. 31. № 4. С. 502–506.
3. *Песоцкий А.В., Смарышев М.Д.* Сопоставительная оценка эффективности приемных антенн, состоящих из комбинированных приемников, в свободном поле и вблизи плоского экрана // Акуст. журн. 1989. Т. 35. № 3. С. 495–498.
4. *Шендеров Е.Л.* О помехоустойчивости антенны, состоящей из приемников звукового давления и приемников колебательной скорости // Научно-технический сборник "Гидроакустика". 2002. Вып. 3. С. 24–40.