

ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ В ОБСТАНОВКЕ ПЛАВУЧИХ ЛЬДОВ

Короченцев В.И.¹, Бенгард А.В.¹, Рыжих В.В.¹, Овчаренко В.В.²

¹Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

²Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичёва, г. Владивосток
korochentsev.vi@dvfu.ru

Предлагается теоретическая модель для анализа и синтеза акустических и электромагнитных антенных решеток, размещенных вблизи льда. Лед представляется в виде перемещающихся в море плавучих платформ, имеющих конечную толщину от 1 до 10 метров. Теоретически доказано, что упругие характеристики льда позволяют при конечных волновых размерах ледовой платформы преобразовать реактивную энергию акустического элемента в активную излучающую энергию.

Новизна предлагаемой модели заключается в использовании упругих параметров плавучего льда конечных размеров.



Рис. 1. Общий вид района с плавучим льдом

Для расчета таких конструкций используется следующая математическая модель:

$$\Delta\Phi(r) + k^2\Phi(r) = -4\pi q(r_0), \quad (1)$$

где $\Phi(r)$ – потенциал колебательной скорости, k – волновое число, q – плотность распределения источника упругих волн.

Рассматриваемая функция Грина обладает секторной диаграммой направленности в заданном интервале углов $\Delta\varphi$:

$$G_{H1} = \begin{cases} 1 & \text{при } \varphi_{min} < \varphi < \varphi_{max}, \\ 0 & \text{в остальном интервале углов.} \end{cases} \quad (2)$$

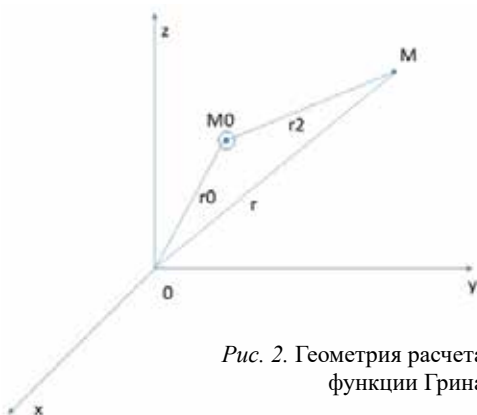


Рис. 2. Геометрия расчета функции Грина

Задаются некоторое количество секторных диаграмм направленности, которые суммируются. Ненаправленная функция Грина точечного излучателя имеет вид:

$$G(r, r_0) = G(M, M_0) = \sum_{i=1}^L G_{H1}(M, M_0) = \frac{e^{ikR}}{R}. \quad (3)$$

На рисунке 3 изображена модель плавучего участка льда.

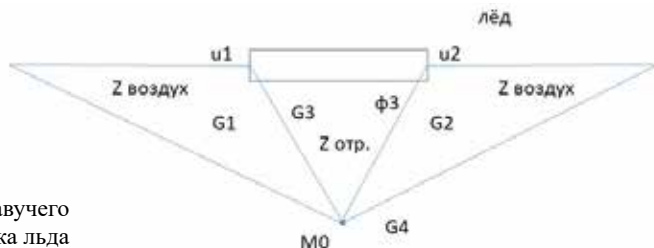


Рис. 3. Модель плавучего участка льда

Таким образом, суммарное поле будет иметь вид

$$\Phi(M) = G_1 + G_2 + G_3 + G_4. \quad (4)$$

Для учета упругих характеристик льда следует использовать векторную функцию Грина:

$$\vec{\Pi}(\vec{r}_0, \vec{r}) = G(\vec{r}_0, \vec{r}) = \sum_{n=1}^N G_n(\vec{r}_0, \vec{r}), \quad (5)$$

где $G_n(\vec{r}_0, \vec{r})$ – направленная векторная функция Грина для твердого тела (льда и дна).

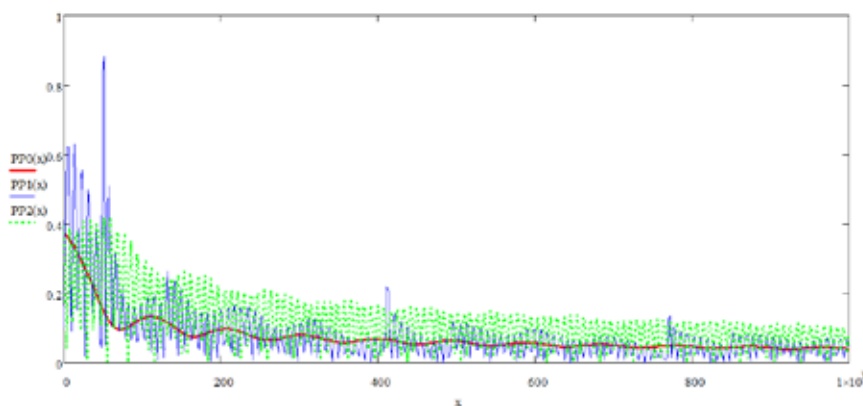


Рис. 4. Расчетное распределение давления точечного излучателя.

Литература

1. Чупин В.А., Будрин С.С., Долгих Г.И., Долгих С.Г. и др. Разработка методики томографии морского дна для акваторий, покрытых льдом. Первый эксперимент // Подводные исследования и робототехника. 2017. № 1(23). С. 62–67.
2. Короченцев В. И. Волновые задачи теории направленных и фокусирующих антенн // РАН. Дальневост. отд.-ние. Ин-т автоматики и процессов упр., М-во высш. проф. образования РФ. Дальневост. гос. техн. ун-т. - Владивосток: Дальнаука. 1998. 192 с.
3. Авербах В.С., Артельный В.В., Боголюбов Б.Н. и др. Перспективные методы и технические средства сейсмоакустического зондирования шельфа и береговой зоны океана // Фундаментальные исследования океанов и морей. М.: Наука. 2006. Кн. 2. С. 491–511.