УДК 550.834.07.(26)

ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ГРУППЫ МОРСКИХ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ

VERTICAL GROUPS OF SEA PNEUMATIC SOURCES

Гуленко Владимир Иванович
профессор, доктор технических наук,
Кубанский государственный университет

Захарченко Евгения Ивановна
кандидат технических наук,
заведующая кафедрой геофизических методов поисков и разведки,
Кубанский государственный университет
evgenia-zax@yandex.ru

Аннотация. В настоящей работе рассмотрены результаты моделирования некоторых характеристик вертикальных групп пневматических источников для морской сейсморазведки.

Ключевые слова: морская сейсморазведка, геологическая эффективность, вертикальные группы пневматических источников, моделирование характеристик.

Gulenko Vladimir Ivanovich
Professor, Doctor of Engineering,
Kuban State University

Zakharchenko Evgenia Ivanovna
Candidate of Technical Sciences,
Manager of department of geophysical methods of search and investigation,
Kuban State University
evgenia-zax@yandex.ru

Annotation. In the real work results of modeling of some characteristics of vertical groups of pneumatic sources for naval seismic exploration are considered.

Keywords: naval seismic exploration, geological efficiency, vertical groups of pneumatic sources, modeling of characteristics.

Повышение геологической эффективности морской сейсморазведки предполагает постоянное совершенствование всего технологического комплекса, применяемого на акваториях. При этом наряду с использованием современных геофизических судов, спутниковых систем позиционирования и цифровых сейсморегистрирующих телеметрических систем, необходимо применение и достаточно мощных источников, возбуждающих высокоамплитудные и широкополосные сигналы, не осложненные пульсациями, обеспечивающие решение сложных геологических задач в различных сейсмогеологических условиях.

Достижение этой цели обычно осуществляется применением сложных линейных или площадных неоднородных пневматических групп, содержащих в своем составе иногда десятки пневматических излучателей, объединенных в ряд тесных подгрупп – кластеров [1, 2]. При создании таких источников, помимо решения целого ряда чисто технических проблем, связанных с размещением их на борту судна и безопасной эксплуатацией, одной из наиболее сложных задач является определение исходных требований к выбору основных параметров группы, таких, как объемы рабочих камер излучателей и геометрия их группирования, а также других факторов, определяющих амплитудные, временные и частотные характеристики излучаемых акустических сигналов [1, 2].

В настоящей работе рассмотрены результаты моделирования некоторых характеристик вертикальных групп пневматических источников для морской сейсморазведки.

В качестве простейшей модели такой группы можно взять вертикальную однородную группу из N пневматических излучателей одинакового объема V_0 с одним и тем же рабочим давлением сжатого воздуха P_1, подвешенных на вертикальном тросе с постоянным шагом Δh по глубине от $h_1 = h_0$ до $h_N = h_0 + (N - 1)\cdot\Delta h$. Запуск излучателей производится с помощью системы контроля и управления, в которой предусмотрена возможность управления временем срабатывания каждого излучателя группы. Такая группа может найти применение при сейсмических зондированиях по методу КМПВ, или при других работах, когда координаты пункта возбуждения должны оставаться постоянными.

В качестве теоретической основы для расчета частотных характеристик и диаграмм направленности вертикальных групп был использован алгоритм расчета обобщенных комплексных интерференционных характеристик дискретных групп, описанный в работах [1–3] и реализованный в программной среде СКМ MathCAD 14.

На рисунке 1 приведены модули обобщенных комплексных интерференционных характеристик двух вариантов вертикальных групп синхронно срабатывающих пневматических излучателей.

На рисунке 2 приведены диаграммы направленности тех же вариантов вертикальных групп синхронно срабатывающих пневматических излучателей.

На рисунке 3 приведены частотные характеристики тех же вариантов вертикальных групп синхронно срабатывающих пневматических излучателей

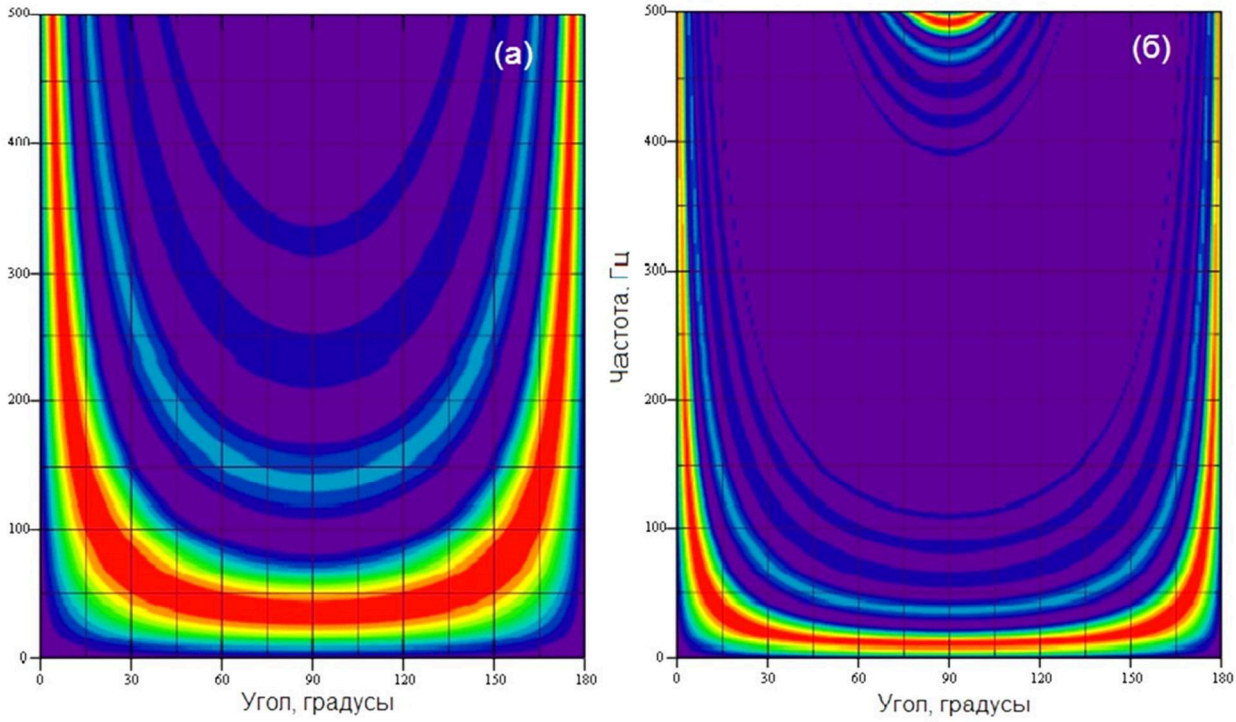

Рисунок 1 – Модули обобщенных комплексных интерференционных характеристик двух вариантов вертикальных групп синхронно срабатывающих пневматических излучателей:
а) h_0 = 3,0 м, Δh = 1,5 м, N = 10; б) h_0 = 3,0 м, Δh = 3,0 м, N = 20

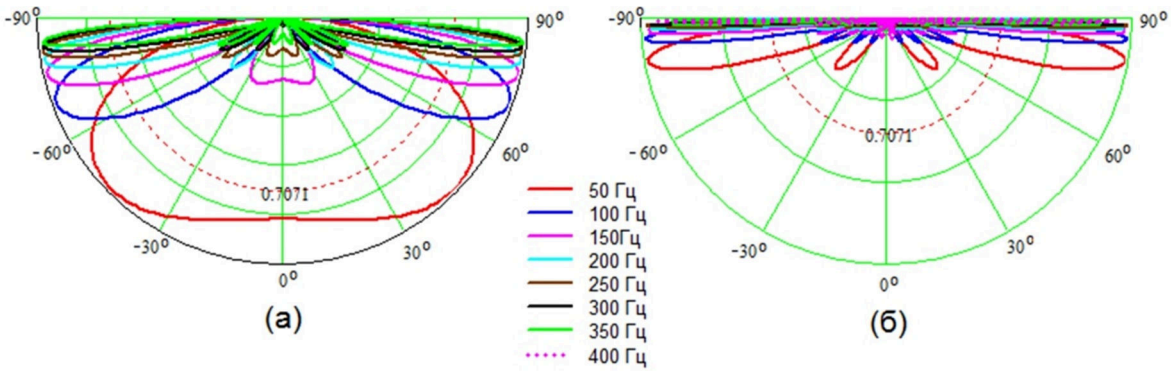

Рисунок 2 – Диаграммы направленности тех же вариантов вертикальных групп синхронно срабатывающих пневматических излучателей:
а) h_0 = 3,0 м, Δh = 1,5 м, N = 10; б) h_0 = 3,0 м, Δh = 3,0 м, N = 20

Как и следовало ожидать, при синхронном запуске излучателей вертикальной однородной группы основные максимумы лепестков диаграмм направленности формируются в горизонтальном направлении, что обычно не представляет интереса для сейсморазведки.

Однако, управляя временами срабатывания каждого излучателя вертикальной группы с помощью системы контроля и управления, можно реализовать совершенно особый режим срабатывания группы, который можно назвать режимом «акустической накачки».

Идея этого метода состоит в следующем. Вначале производится запуск 1-го, самого верхнего излучателя группы. При скорости звука в воде С около1500 м/с, запуск следующего излучателя производится с задержкой на время $\tau = \Delta h/C$, т.е. на время пробега волны от предыдущего излучателя. И так далее, при этом запуск последнего излучателя группы (самого нижнего) происходит лишь тогда, когда к нему подойдет суммарная акустическая волна сверху.

На рисунке 4 приведены модули обобщенных комплексных интерференционных характеристик тех же вариантов вертикальных групп пневматических излучателей, несинхронно срабатывающих в режиме «акустической накачки».

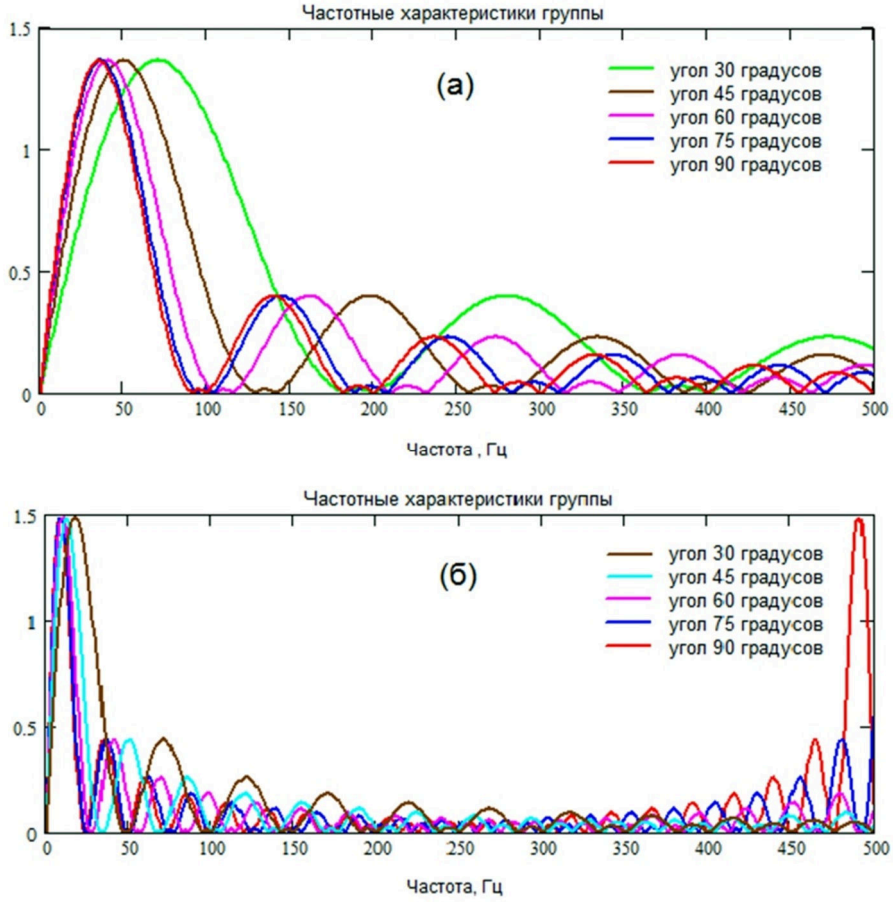

Рисунок 3 – Частотные характеристики тех же вертикальных групп синхронно срабатывающих пневматических излучателей:
а) h_0 = 3,0 м, Δh = 1,5 м, N = 10; б) h_0 = 3,0 м, Δh = 3,0 м, N = 20

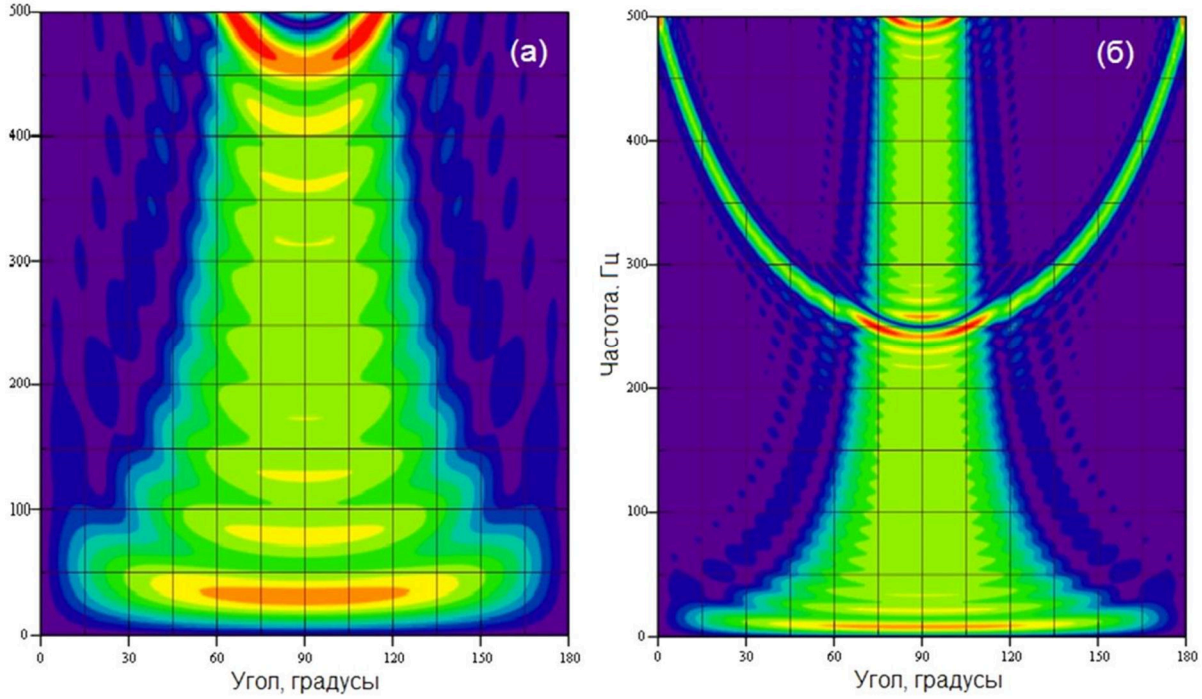

Рисунок 4 – Модули обобщенных комплексных интерференционных характеристик двух вариантов вертикальных групп пневматических излучателей, срабатывающих в режиме «акустической накачки»:
а) h_0 = 3,0 м, Δh = 1,5 м, τ = 1,0 мс, N = 10; б) h_0 = 3,0 м, Δh = 3,0 м, τ = 2,0 мс, N = 20

Диаграммы направленности тех же вариантов вертикальных групп, срабатывающих в режиме «акустической накачки», приведены на рисунке 5.

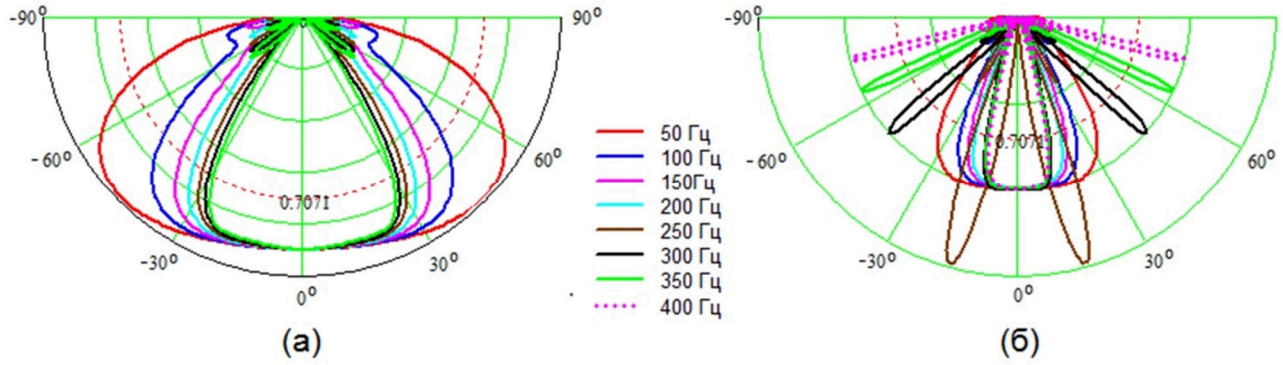

Рисунок 5 – Диаграммы направленности вертикальных групп пневматических излучателей, срабатывающих в режиме «акустической накачки»:
а) h_0 = 3,0 м, Δh = 1,5 м, τ = 1,0 мс, N = 10; б) h_0 = 3,0 м, Δh = 3,0 м, τ = 2,0 мс, N = 20

На рисунке 6 приведены частотные характеристики тех же вариантов вертикальных групп, срабатывающих в режиме «акустической накачки».

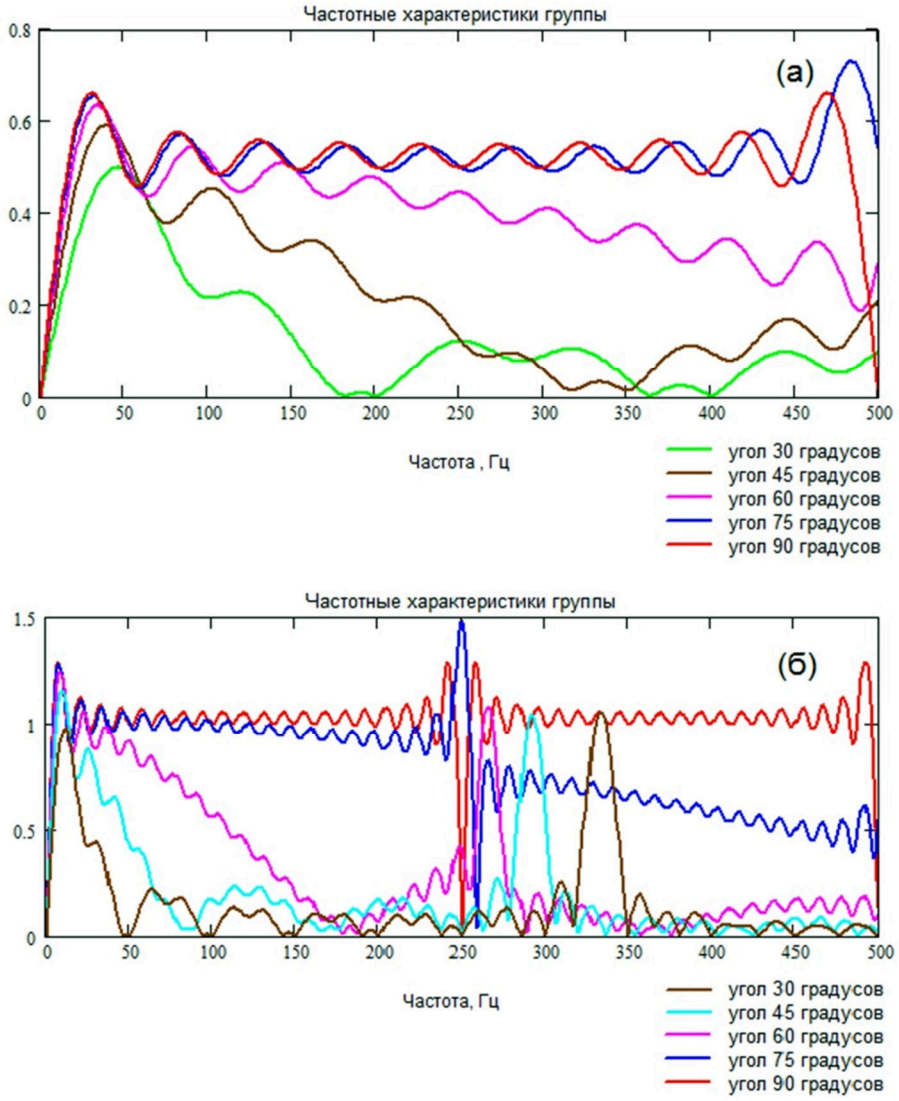

Рисунок 6 – Частотные характеристики вертикальных групп пневматических излучателей, срабатывающих в режиме «акустической накачки»:
а) h_0 = 3,0 м, Δh = 1,5 м, τ = 1,0 мс, N = 10; б) h_0 = 3,0 м, Δh = 3,0 м, τ = 2,0 мс, N = 20

Как видно из представленных рисунков, в отличие от синхронных групп, вертикальные группы с «акустической накачкой» характеризуются не только хорошо выраженной направленностью излучения в вертикальном направлении, но и особой равномерностью основного лепестка частотной характеристики, что отличает такого рода группы от любых других излучающих систем морской сейсморазведки.

Литература:

1. Гуленко В.И. Пневматические источники упругих волн для морской сейсморазведки : монография. – Краснодар : КубГУ, 2003. – 313 с.
2. Гуленко В.И., Шумский Б.В. Технология морской сейсморазведки на предельном мелководье и в транзитной зоне : монография. – Краснодар : КубГУ, 2007. – 111 с.
3. Гуленко В.И., Рудаков А.В., Самсонов Е.А. Принципы построения групповых пневматических источников для морской сейсморазведки // Приборы и системы разведочной геофизики. – 2013. – № 3(45). – С. 62–71.

References:

1. Gulenko V.I. Pneumatic sources of elastic waves for naval seismic exploration: monograph. – Krasnodar : KUBSU, 2003. – 313 p.
2. Gulenko V.I., Shumsky B.V. Tekhnologiya of naval seismic exploration in limit shallow water and in a transit zone : monograph. – Krasnodar : KUBSU, 2007. – 111 p.
3. Gulenko V.I., Rudakov A.V., Samsonov E.A. The principles of creation of group pneumatic sources for naval seismic exploration // Devices and the systems of prospecting geophysics. – 2013. – № 3(45). – P. 62–71.